

Feinanalyse der Dynamik der Pioniervegetation auf wechsel-nassen Standorten im Bereich des ehemaligen Salzigen Sees (Mitteldeutsches Trockengebiet)

UNA RAUCHHAUS, ASTRID GRÜTTNER & ERNST-GERHARD MAHN

Abstract: Analysis of fine-scale vegetation dynamics on oligohaline habitats after flooding

For the basin of the former lake „Salziger See“ the vegetation development following an outstanding flooding event is documented. The water level there is held low by pumping since about 100 years. Prior to our observation period heavy rains coinciding with repair measures of the pumps caused inundation lasting several month.

For one example (month of august of the second year) the zonation of the vegetation on the young shore line is described in detail. Additionally for one transect the vegetation changes in the course of one year are demonstrated by three comparative diagrams. Germination traits of dominant species help to explain the observed phenomena of vegetation dynamics.

The vegetation changes with time are compared for three transects, which mainly differ in the chloride levels. With higher chloride concentration not only species numbers per sqm. are far lower but also the turnover of the dominating species is much slower.

Upon the processes observed we give the following management guidelines for the projected reestablishment of the former lake:

1. The rise of the water level should take place sufficiently slow to allow the existing communities to reproduce themselves.
2. The future water level should not be regulated artificially. Natural ups and downs of the shore line should be admitted.
3. Under these conditions no planting of reed species is necessary or advisable. Thousands of individuals will establish themselves spontaneously. The natural genetic diversity is the best prerequisite for selection to pick out individuals well adapted to the local conditions.

1. Einleitung

Das Mitteldeutsche Trockengebiet zeichnet sich durch ein gehäuftes Vorkommen von Halophyten aus. Zechsteinsalze stehen hier in vergleichsweise geringer Tiefe an und kommen in natürlichen Quellen und durch bergbauliche Maßnahmen an die Oberfläche. Zusätzlich bedingen die hohen Sommertemperaturen in Verbindung mit der ausgeprägten Niederschlagsarmut einen vorwiegend aufwärts gerichteten Wasserstrom und damit eine Anreicherung von Salzen im Oberboden. So wies auch der im Zentrum des Trockengebietes liegende Salzige See einen leicht erhöhten NaCl-Gehalt des Wassers von 0,075 % NaCl (ULE 1895) auf. Dieser Salzige See mit einer ehemaligen Ausdehnung von 8,75 km² (ULE ebd.) verschwand Ende des 19. Jahrhunderts infolge von weiträumigen Bergbau-Aktivitäten; seine Wiederentstehung wird seither durch Abpumpen verhindert.

*Dietmar Brandes (Hrsg.): Vegetation salzbeeinflusster Habitate im Binnenland.
Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 27. - 29. November 1998.
Braunschweig, S. 29-52.
ISBN 3-927115-38-X*

© Universitätsbibliothek der TU Braunschweig 1999

Im Frühjahr 1994 kam es durch ein Abstellen der Pumpen zu Reparaturzwecken und gleichzeitige hohe Niederschläge zu einem starken Wasseranstieg im ehemaligen Seebecken. Nach einer mehrere Monate andauernden Überschwemmung größerer Bereiche begann ein allmählicher Wasserrückgang, wodurch vegetationsfreie Schlammzonen entstanden. Auf diesen Schlammflächen stellten sich rasch vor allem Arten der Zweizahnfluren und der Salzrasen ein. Im folgenden soll das räumlich-zeitliche Muster der Besiedlung der Schlammflächen dargestellt werden. Der Ablauf der Wiederbesiedlung wird diskutiert in Bezug auf einerseits den Salzgehalt des Oberbodens und andererseits spezifische Eigenschaften von Schlüsselarten.

Die Sukzession auf den beschriebenen Schlammflächen ist sowohl unter dem Aspekt der Auswirkungen unterschiedlich starken Salzeinflusses von Interesse als auch unter Naturschutzgesichtspunkten. Das Becken des Salzigen Sees wurde 1994 als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Von Bedeutung aus Naturschutzsicht ist das Gebiet vor allem durch seine Vogelwelt. Einerseits finden sich viele Arten, die eine Bindung an Schilf- und Seggenbestände zeigen, andererseits nutzen durchziehende Limikolen die Schlammflächen als Nahrungshabitat (Amtsblatt für den Regierungsbezirk Halle 19/1994). Für die Zukunft ist allerdings einem Landtagsbeschluß zufolge ein Wiederentstehen des Salzigen Sees geplant. Bei einer Umsetzung dieser Planung würden die derzeit existierenden Schlammflächen und Röhrichtbestände verloren gehen. Die exakte Kenntnis der Sukzessionsabläufe an neu entstandenen Ufern unter den speziellen Bedingungen des Untersuchungsgebietes soll ermöglichen, die Vegetationsentwicklung unter verschiedenen Szenarios abzuschätzen und Empfehlungen hinsichtlich der Steuerung der Vegetationsentwicklung an künftigen Flachuferzonen zu geben.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Geologie und historische Entwicklung

Das Mansfelder Seengebiet, in welchem der Salzige See in seiner ursprünglichen Ausdehnung das größte Gewässer darstellte, gehört zum östlichen Harzvorland. Das Seebecken liegt rund 15 km westlich von Halle und 10 km südöstlich von Eisleben (Abb. 1). Es besitzt eine Gesamtlänge von ca. 6,25 km und eine Breite von 1,5 km (Mitte) bzw. 2,5 km (Osten). Im Gegensatz zu den steilen Buntsandsteinhängen des Nordufers sind West-, Süd- und Ostufer flach ausgeformt.

Der ehemalige Salzige See liegt im Kernbereich des Mitteldeutschen Trockengebietes, welches zu den niederschlagsärmsten Gebieten Mitteleuropas gehört. In Aseleben, am westlichen Nordufer des Salzigen Sees, beträgt das langjährige Niederschlagsmittel 427 mm/Jahr (MÜCKE 1985). Als Jahresmittel der Lufttemperatur werden für das Mansfelder Hügelland 8,8 bis 9,0 °C angegeben (MAHN, SCHUBERT & WEINERT 1986).

Das herrschende sommertrockene und -warme Klima erklärt das Auftreten einer größeren Zahl an Arten mit kontinentaler Verbreitung im Gebiet.

Der tektonische Bau und die Schichtenfolge der Mansfelder Mulde bestimmen die geologische Situation des Mansfelder Seengebietes. Es liegt im Zentrum eines ausgedehnten Senkungsgebietes am Harzoststrand. Bedingt durch Tiefenstörungen kam es zu einem Anstau der Zechsteinsalze, der im Bereich des Salzigen Sees besonders intensiv war. Hier durchbrachen aufsteigende Salzdomes die darüberlagernden Zechstein- und Buntsandsteinschichten. Das Salz gelangte in den Grundwasserbereich und wurde flächenhaft aufgelöst. Die damit verbundene Absenkung der Oberfläche führte zur Ausbildung des Salzigen Sees (LAU 1997).

Ab Ende des 19. Jahrhunderts führte die Ausdehnung des Mansfelder Bergbaus zu einer Veränderung der Wasserzirkulation im Untergrund des Seengebietes (ULE in WÖHLBIER 1933). Durch Heben großer Wassermengen aus tieferen Schichten und damit verbundene Wasserbewegungen und Salzzerstellungsprozesse kam es zur Bildung unterirdischer Hohlräume, die zum Teil einstürzten. 1892 führte ein solcher Erdfall im Seebecken dazu, daß der See binnen der folgenden zwei Jahre abgelaufen war.

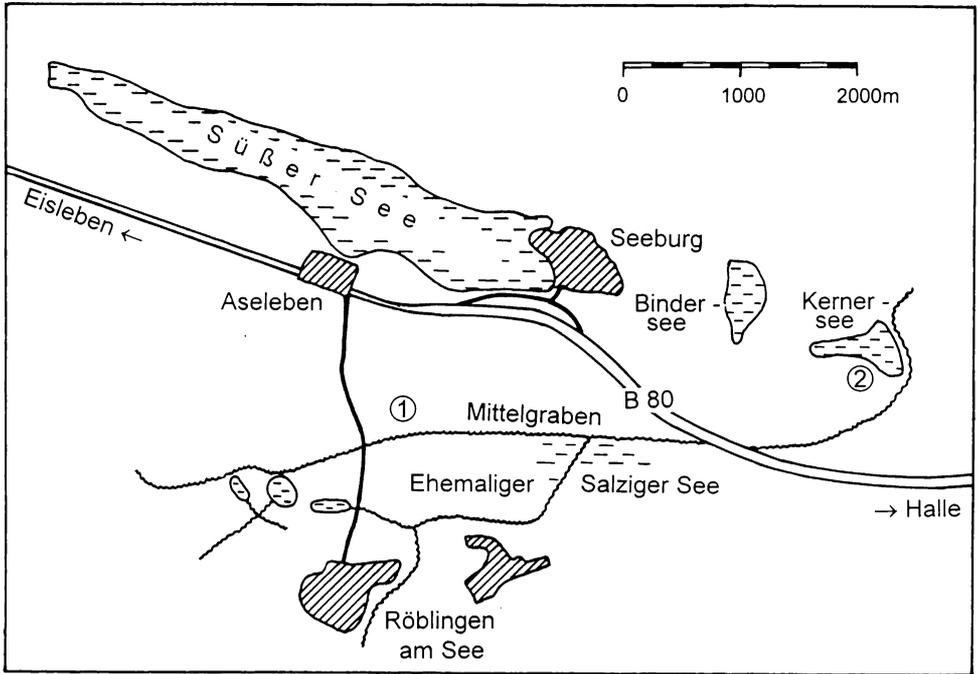


Abb. 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes und Lage der Transekte: südlich Aseleben (1) und am Kerner Erdfall (2).

Der durch ständiges Abpumpen in der Folgezeit großflächig trockengehaltene Seeboden wurde und wird noch heute in weiten Teilen intensiv ackerbaulich genutzt.

In tieferen Teilbecken des ehemaligen Salzigen Sees blieben kleinere Restseen erhalten. In Abhängigkeit von der Pumpintensität und den natürlichen Gegebenheiten (Niederschlagsangebot, Entstehung von Erdfällen etc.) kam es außerdem zur Bildung temporärer, ausgedehnter Vernässungs- und Flachwasserbereiche.

Durch die mit der bergbaulichen Wasserhaltung seit Ende des vorigen Jahrhunderts verbundenen Pumpvorgänge wurden die Salzauslaugungsprozesse verschärft (MAHN, SCHUBERT & WEINERT 1986). WEINERT (1989) vermerkt, daß mit dem Auflassen der Mansfelder Kupferschieferschächte und dem Auffüllen des Verbundsystems der Stollen mit dem zufließenden Grundwasser seit etwa 1981 eine weitere Salzauslaugung und die Bildung neuer Salzquellen im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees zu beobachten sind.

2.2. Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum

Der Witterungsverlauf der drei Untersuchungsjahre war sehr verschieden.

An das sehr feuchte Frühjahr 1994 schloß sich ein extrem trockener und heißer Sommer an; erst im September normalisierten sich die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse.

Der sehr milde Winter und die hohen Temperaturen zu Beginn des Jahres 1995 führten zu einem schnellen und zeitigen Auflaufen der Vegetation im Frühjahr. Es folgte wiederum ein warmer und trockener Sommer.

Der Winter zum Jahr 1996 war lang und kalt. Die Vegetationsentwicklung setzte erst spät im Jahr ein. Der Sommer gestaltete sich kühl und feucht (Agrarmeteorologischer Rückblick 1994 - 1996). Abb. 2 zeigt den Niederschlagsverlauf (aufgenommen am Meßpunkt Halle-Kröllwitz, Agrarmeteorologischer Wochenbericht Jahrgang 1994 - 1996) für den Zeitraum Januar 1994 bis September 1996. Die Balken stellen den zum Teil stark vom Mittel abweichenden Niederschlagsverlauf des Jahres 1994 dar.

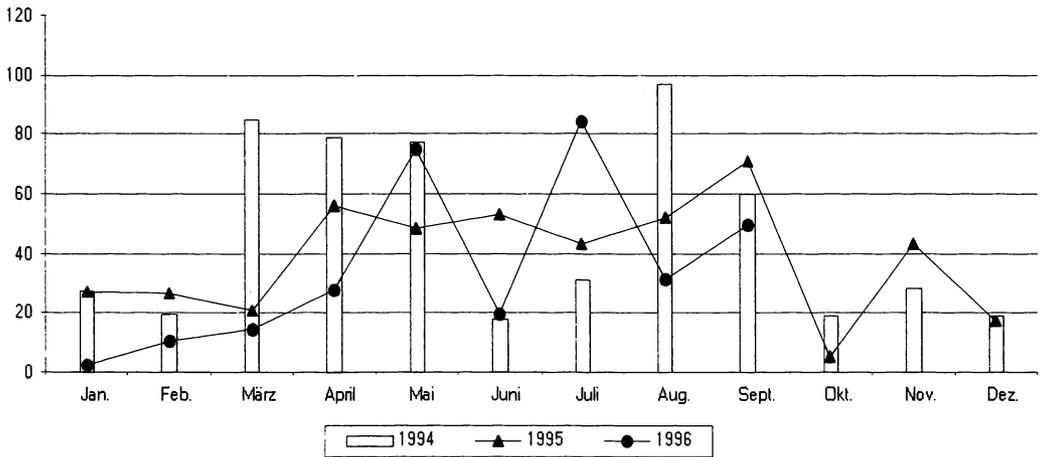


Abb. 2: Monatliche Niederschlagssummen im Untersuchungszeitraum.

3. Methoden

3.1. Erfassung der räumlichen und zeitlichen Vegetationsveränderungen

An den Flachufern von zwei Gewässern (Wasserfläche südöstlich Aseleben und Kerner Erdfall) wurden im September 1994/Mai 1995 drei Transekte jeweils senkrecht zur Uferlinie angelegt (vgl. Abb. 1).

Das Transekt "Aseleben" befindet sich am Südufer der mit 9,7 ha relativ großen Wasserfläche südlich Aseleben, welche am Ost-, Süd- und Westufer ausgedehnte Flachwasser- und Schlammbereiche besitzt.

Der Kerner Erdfall ist ein kleineres Gewässer (1,2 ha). Es liegt isoliert innerhalb einer Ackerfläche. Das Transekt "Kerner Erdfall Westufer" dokumentiert die artenreicheren Bestände der Ufervegetation des Westufers. Im Gegensatz dazu verläuft das Transekt "Kerner Erdfall Südufer" durch artenarme, offene Vegetation.

Die Transekte liegen alle in Bereichen, die im Frühjahr 1994 durch ein extremes Hochwasser längere Zeit mit Wasser überspült waren und seit dem Rückgang des Wassers keiner Nutzung unterlagen.

Alle Transekte besitzen eine Breite von 1 Meter; die Länge ist jeweils vom momentanen Wasserstand abhängig. Die Ufer sind in jedem Fall weitgehend gleichmäßig flach geneigt ($< 1\%$). Während der Vegetationsperiode erfolgte eine monatliche Erfassung strukturprägender Parameter aller Teilquadrate (Gesamtdeckung und Deckung der einzelnen Arten nach BARKMANN, DOING & SEGAL (1964), Individuenzahl und phänologischer Zustand der Arten). Die Schätzwerte zu Abundanz und Deckung beziehen sich immer auf die grüne, lebende Biomasse.

3.2. Erfassung abiotischer Faktoren

Am 15. April 1996 wurde eine Reihe von Bodenproben (Probenflächen je 25 cm x 25 cm, Tiefe von 0 bis ca. 5 cm) entlang der Transekte entnommen.

Folgende Parameter wurden untersucht:

- Leitfähigkeit der Bodensuspension,
- Gehalt an SO_4^{2-} und Cl^- (Ionenchromatographie),
- Gehalt an Na^+ und Ca^{2+} (Atomabsorptionsspektroskopie)
- organischer Stickstoff nach KJELDAHL
- anorganischer Stickstoff nach BREMNER & KEENEY
- Korngrößenverteilung (Laser-Beugung mit Malvern Particle Analyser)

Zusätzlich wurde am 30. Juli 1996 im Gebiet Bodensickerwasser aus ca. 20 cm tief ausgehobenen Gruben gewonnen.

Der Verlauf der Uferlinie wurde während der Vegetationsperiode in etwa monatlichem Abstand notiert.

3.3. Untersuchung des Keimverhaltens

Um Erklärungsansätze für die räumlich-zeitlichen Besiedlungsmuster zu finden, wurde das Keimverhalten strukturell wichtiger und typischer Arten untersucht.

Die Abhängigkeit der Keimungsrate der Diasporen von verschiedenen Salzkonzentrationen sollte durch die Verwendung von Gießwasser unterschiedlicher Leitfähigkeit (0,01, 5, 15, 30, 60 mS/cm) geklärt werden. Die Leitfähigkeitsstufen wurden mit NaCl eingestellt. Jeder Ansatz umfaßt sechs Wiederholungen à 25 Diasporen.

In einem weiteren Versuch wurde zum Vergleich die Keimrate in Bodensickerwasser aus dem Untersuchungsgebiet bestimmt. In diesem liegt ein Gemisch verschiedener Salze (vorwiegend NaCl und CaSO_4) vor (je fünf Wiederholungen à 25 Diasporen).

Weiterhin wurde das Keimverhalten der Diasporen bei Lichtausschluß überprüft (je sechs Wiederholungen à 25 Diasporen). Die lichtundurchlässige Abdeckung erfolgte sofort nach der ersten Zugabe von Wasser (aqua dest.). Eine Kontrolle während der Dunkelphase wurde in einem fensterlosen Raum bei Grünlicht durchgeführt. Nach Ablauf von 5 Wochen wurde der weitere Keimungsverlauf bei dem unten beschriebenen Hell-/Dunkelregime beobachtet. Die Diasporen lagen jeweils auf feuchtem Filterpapier in Petrischalen.

Das Regime des Klimaschranks war wie folgt festgelegt:

14 h Tagbedingungen:	22°C, Licht
8 h Nachtbedingungen:	14°C, Dunkelheit

4. Ergebnisse

4.1. Standortkundliche Untersuchungen

Der Boden der Versuchsflächen läßt sich einheitlich dem schwach- bis mitteltonigen Schluff zuordnen. Der Schluffanteil erreicht Werte zwischen 82,5 und 86,5 %; der Tonanteil liegt zwischen 9,4 und 13,6 %. Die Sandfraktion macht durchschnittlich 4,4 % aus.

Der Gesamtstickstoffgehalt lag im Schnitt bei 0,4 %. Das entspricht etwa dem, was in hochbelasteten Agrarökosystemen des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes gemessen wird (KÖRSCHENS et al. 1995), liegt aber noch an der Untergrenze der von WIEKIRCHEN (1995) für das *Chenopodietum glaucorubri* angegebenen Wertespanne (0,4 - 0,8 %).

Bei allen drei Transekten geht der spezifische Verlauf der Leitfähigkeit und der Ionengehalte parallel. Beide nehmen tendenziell von außen zum Ufer hin zu, um auf den ganz feuchten Schlammabschnitten wieder abzufallen (Abb. 3). Dieser Trend stimmt mit den Beobachtungen von GESSNER (1930) und HÄRDTLE (1984) an der Ostseeküste überein. HÄRDTLE begründet den erhöhten Salzgehalt in einiger Entfernung von der Uferkante mit der Evaporation, den Abfall ab einer gewissen Höhe über dem Meeresspiegel mit dem nachlassenden Salzeinfluß.

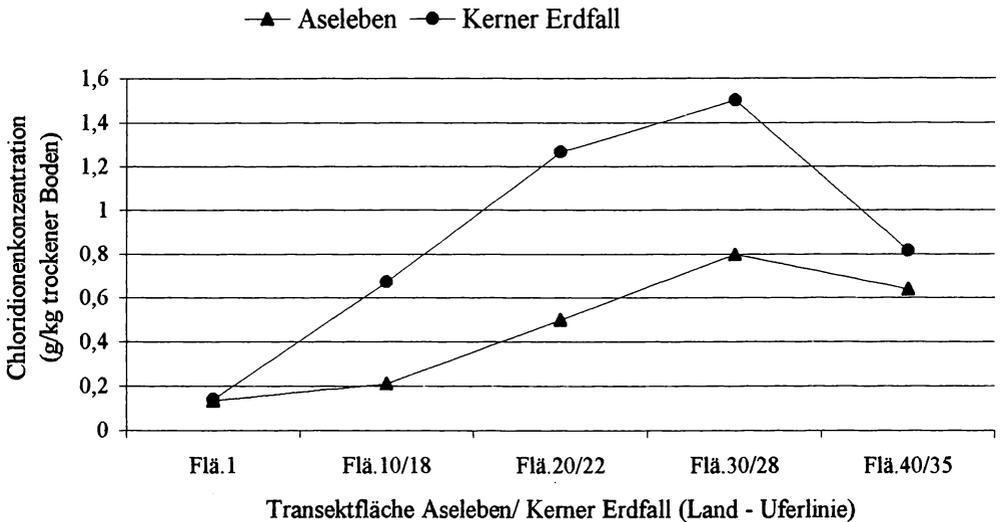


Abb. 3: Chloridionenkonzentration im Transektverlauf, Probenahme 15.4.1996.

Der aktuelle Bodenwassergehalt nimmt gleichmäßig mit zunehmender Entfernung der Probeflächen vom Ufer ab; er liegt bei allen Transekten zwischen 36 % (uferfernste Untersuchungsfläche) und 26 % (ufer nächste Untersuchungsfläche).

Die Bodenanalysen zeigten also keine großen Unterschiede zwischen den drei Transekten. Lediglich die Gehalte der Böden an Natriumchlorid und Kalziumsulfat und dementsprechend auch die Leitfähigkeit der Bodensuspension sind an den Ufern der Wasserfläche Aseleben geringer als am Kerner Erdfall (vgl. Tab. 2).

Der Verlauf der Uferlinie ist beispielhaft für das Transekt "Aseleben" in Abb. 4 dargestellt. Auffällig ist der starke Rückgang der Uferlinie ab August 1995, wodurch ein 15 - 25 Meter breiter, zunächst vegetationsloser Schlammstreifen in sehr kurzer Zeit freigelegt wurde. Im Frühjahr 1996 erreichten Uferlinie und Grundwasserstand einen nochmaligen Höchststand, um dann in der Folgezeit erneut abzufallen.

Leitfähigkeit des Gießwassers	NaCl-Lösung Keimerfolg	Bodensickerwasser Keimerfolg
0,01 mS/cm	76%	
5,00 mS/cm	31%	
7,00 mS/cm		92%
15,00 mS/cm	14%	
18,30 mS/cm		72%

Tab. 1: Keimraten (%) von *Spergularia salina* in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit und der Art der Salzlösung.

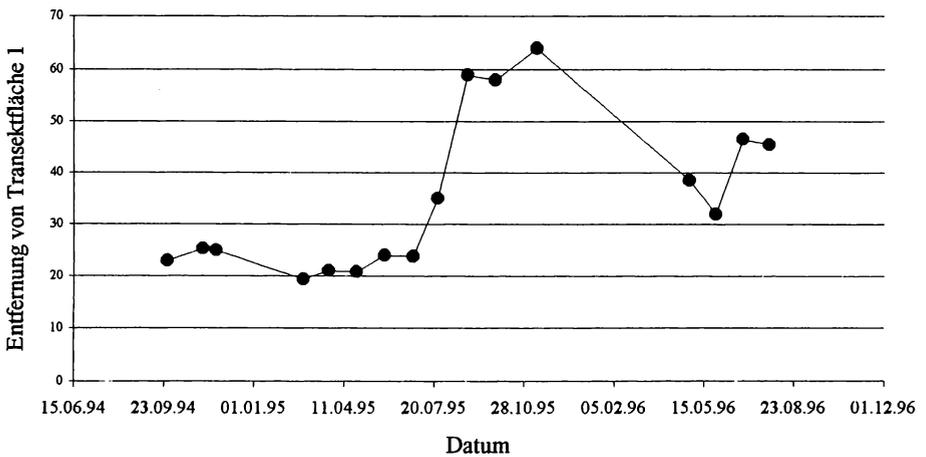


Abb. 4: Transekt „Aseleben“: zeitlicher Verlauf der Uferlinie - angegeben ist die Entfernung in Metern von Transektfläche 1.

Es entstanden also auf diese Weise mehrmals konkurrenzarme bis -freie Schlammabschnitte, die den "älteren" Bereichen entweder vor- oder teilweise überlagert waren. Es war dadurch möglich, verschieden alte, räumlich benachbarte Sukzessionsstadien zu untersuchen sowie Aussagen über die Abhängigkeit der Besiedlung der Schlammflächen vom Zeitpunkt des Trockenfallens zu treffen.

4.2. Vegetationsdynamik auf den Schlammflächen

4.2.1. Strukturanalyse - Auswertung der Transektaufnahmen

Zur Darstellung der monatlichen Transektaufnahmen dienen **Artenprofile**, deren Aufbau im folgenden kurz erläutert wird (vgl. Abb. 5): Die Zeilen geben die Deckungsverhältnisse der einzelnen Arten im Transektverlauf wieder. In der Senkrechten kommt die Artenzusammensetzung jeder Teilfläche zum Ausdruck. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden Arten, welche nur sporadisch und in geringer Individuenzahl im Transekt vorkamen, nicht in die Graphik einbezogen.

Die Artenprofile verdeutlichen die Vegetationszusammensetzung zu einem bestimmten Zeitpunkt. Eine genaue Beschreibung der Vegetation zu ausgewählten Zeitpunkten ist die Voraussetzung, um Veränderungen der Bestände, also ihre Dynamik, qualitativ und quantitativ erfassen zu können.

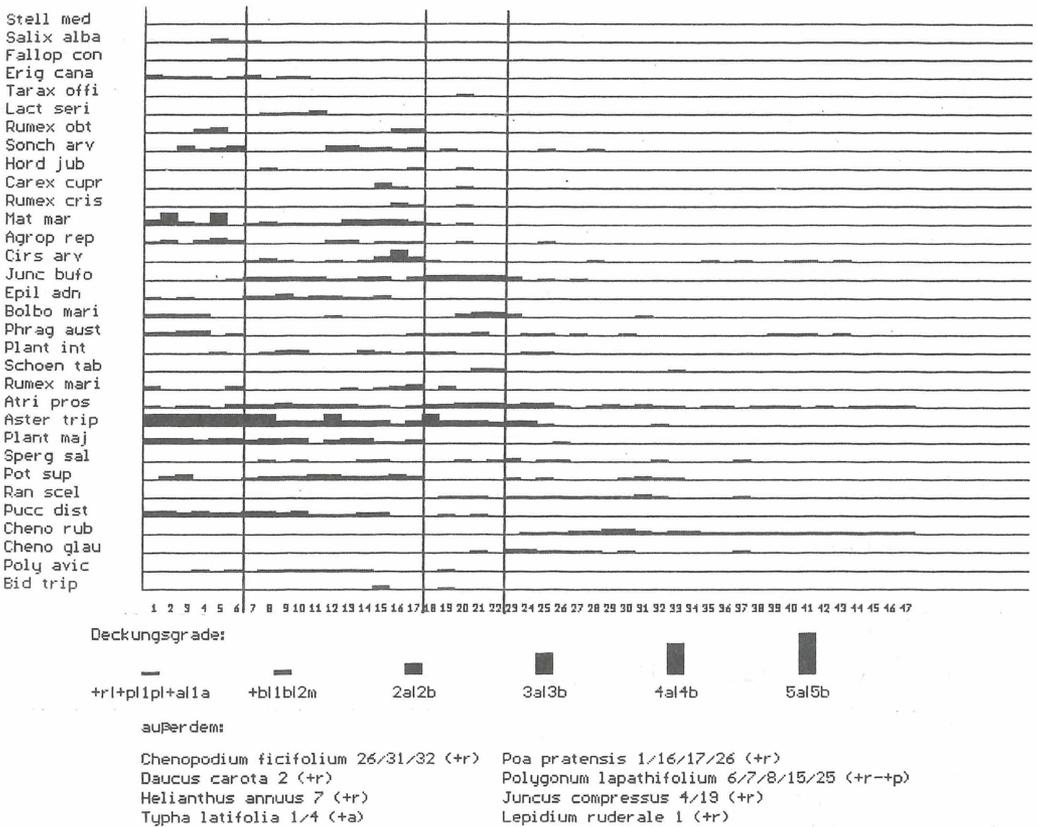


Abb. 5: Artenprofil des Transektes „Aseleben“ - August 1995.

Jede Transektaufnahme wurde in Teilabschnitte mit weitgehend einheitlicher Vegetation gegliedert. Neben Artenzahl und -zusammensetzung und der Dominanz einzelner Arten wurden auch die Wuchshöhe der Bestände und die Gesamtdeckung als Kriterium herangezogen.

Beispielhaft sei die Aufnahme des Transektes Aseleben vom August 1995 vorgestellt (Abb. 5). Im Hochsommer ist die Abfolge der Vegetation auf unterschiedlich alten ehemaligen Schlammereichen optimal zu erkennen.

Das Transekt besteht aus 47 Quadratmeterflächen. In den vorangegangenen Wochen ging die Uferlinie beträchtlich zurück (vgl. Abb.4); sie verläuft zum Aufnahmezeitpunkt bei 59 m. Es wurden insgesamt 40 Arten erfaßt. Die letzten 12 m des Transektes sind noch vegetationsfrei.

Teilabschnitt I - Flächen 1 - 6

Deckung (74,5 %) und mittlere Wuchshöhe (97,5 cm) haben hier ihre höchsten Werte innerhalb des Transektes. Die Gesamt-Artenzahl beträgt 25. Es ist ein *Aster tripolium*-*Puccinellia distans*-Bestand mit einer deutlichen ruderalen Prägung ausgebildet, welcher zusätzlich durch subdominantes Auftreten von Arten der Phragmitetea charakterisiert wird.

Teilabschnitt II - Flächen 7 - 17

Deckung und mittlere Wuchshöhe nehmen ab, sie betragen hier 50 % und 58,2 cm. Der Abschnitt ist mit 27 Arten der artenreichste des Transektes. Er ist vor allem durch das subdominante Auftreten von *Potentilla supina* und *Juncus bufonius* von Abschnitt I zu trennen; zudem hat hier *Agropyron repens* deutlich weniger Einfluß und die Arten der Phragmitetea fehlen.

Auch dieser Abschnitt kann als *Aster tripolium*-*Puccinellia distans*-Bestand mit ruderaler Prägung bezeichnet werden.

Teilabschnitt III - Flächen 18 - 22

Dieser kleine Abschnitt unterscheidet sich in Deckung (44,8 %), mittlerer Wuchshöhe (52 cm) und Artenzahl (23) kaum von Abschnitt II. Dominierende Arten sind hier *Aster tripolium*, *Atriplex prostrata* und *Juncus bufonius* und in einigen Teilabschnitten *Bolboschoenus maritimus*; alle anderen Arten treten deutlich in Deckung und Stetigkeit zurück.

Teilabschnitt IV - Flächen 23 - 47

Dieser Abschnitt beinhaltet die erst vor einigen Wochen und Tagen neu entstandenen Schlammbereiche. Die Artenzahl nimmt zur Uferlinie hin stark ab (Fläche 23 - 33 im Mittel 20 Arten; Fläche 34 - 47 im Mittel 7 Arten); ähnlich verhält sich die Deckung (Fläche 23 - 33 im Mittel 9,5 %; Fläche 34 - 47 im Mittel 0,36 %). Eine mittlere Wuchshöhe von 25 cm hebt die drei etwas älteren Transektflächen 23 bis 25 deutlich von den restlichen, noch jüngeren Schlammflächen mit einer mittleren Wuchshöhe von nur 1 cm ab.

Der Bestand wird aufgrund der Dominanz von *Chenopodium rubrum* und *Atriplex prostrata* zum *Chenopodietum glauco-rubri* gestellt.

Ein besonderes Anliegen der Untersuchungen war es, die zeitlichen Veränderungen der Vegetation zu erfassen. Die Darstellung erfolgt in einem **Veränderungsdiagramm**. Die Graustufe der Kästchen gibt die Veränderung der Präsenz der Arten (bezogen auf die oberirdische lebende Biomasse) zwischen zwei ausgewählten Zeitpunkten wieder. Die nachfolgenden Veränderungsdiagramme stellen in drei Etappen die Vegetationsveränderungen im Transekt Aseleben innerhalb eines Jahres (August 1995 bis Juli 1996) dar.

Abb. 6 zeigt die Entwicklung vom Hochsommer bis zum Spätherbst 1995. Die Flächen 23 bis 49 waren mindestens bis Ende Juni wasserbedeckt.

Zunächst fällt auf, daß einige Arten mit überwiegend dunkelgrauen bis schwarzen Signaturen vertreten sind. Es sind dies Arten, die in der Lage sind, im Herbst entstehende Lücken in der Vegetationsdecke rasch für sich zu nutzen. Sie waren bereits zuvor, jedoch nur untergeordnet, auf einzelnen Flächen vorhanden und haben auch fruktifiziert. Damit stehen im Spätsommer/Herbst Diasporen zur Verfügung, die auf den offenen Flächen keimen und eine neue Population aufbauen (*Erigeron canadensis*, *Epilobium adnatum*, *Ranunculus sceleratus*). Eine erfolgreiche Samenbildung dieser Herbstpopulationen wurde nicht beobachtet.

Eine Reihe von Arten sind in den seefernerer Transektflächen abgestorben (weiße Kästchen), während sie sich in den seenahen Flächen etablieren konnten (schwarze Kästchen). Beispiele sind: *Atriplex prostrata*, *Spergularia salina* und *Juncus bufonius*. Von *Atriplex prostrata* wurden auch fruchtende Exemplare gefunden.

Mit dem Ansteigen des Wasserspiegels im Frühjahr gingen diese unmittelbar am Ufer gelegenen Wuchsorte wieder verloren (Abb. 7). Ende April verlief die Uferlinie bei ca. 39 m.

Erigeron canadensis, *Epilobium adnatum* und *Ranunculus sceleratus* sind überall am Zurückgehen oder bereits abgestorben.

Auffällig ist eine starke Zunahme oder Neuetablierung von *Aster tripolium* auf allen Teilflächen des Transektes; auch *Atriplex prostrata* kann sich auf den meisten Flächen neu ansiedeln.

Bei *Puccinellia distans* handelt es sich zum überwiegenden Teil nicht um eine neue Besiedlung, sondern um einen Wiederaustrieb der vorjährigen Horste.

Matricaria maritima und *Agropyron repens* können ihre Deckung auf allen bzw. fast allen bereits im Herbst besiedelten Quadraten vergrößern; sie verhalten sich aber insofern sehr konservativ, als sie kaum neue Teilflächen erobern und sich auf die uferferneren Abschnitte beschränken.

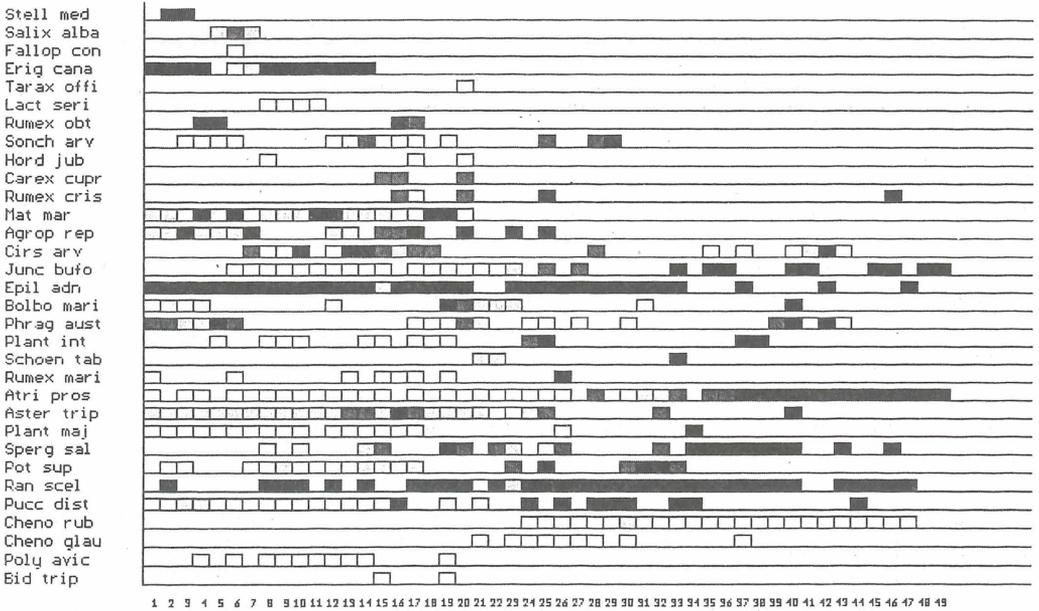


Abb. 6: Transekt „Aseleben“: Vergleich der Aufnahmen August 1995 und November 1995.
Die Graustufen geben folgende Information zum Verhältnis der Deckung (oberirdisch lebende Biomasse) zwischen den zwei Zeitpunkten:

- weiß: nicht mehr vorhanden
- hellgrau: Abnahme
- mittelgrau: keine Veränderung
- dunkelgrau: Zunahme
- schwarz: Neuzugang.

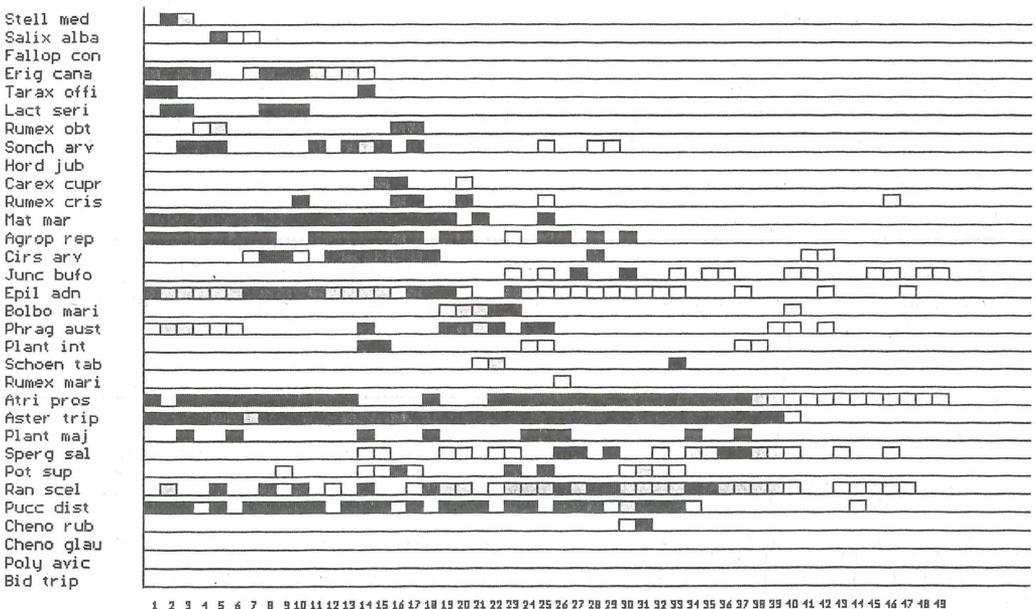


Abb. 7: Transekt „Aseleben“: Vergleich der Aufnahmen November 1995 und April 1996.
Erläuterung der Graustufen: s. Legende Abb. 6.

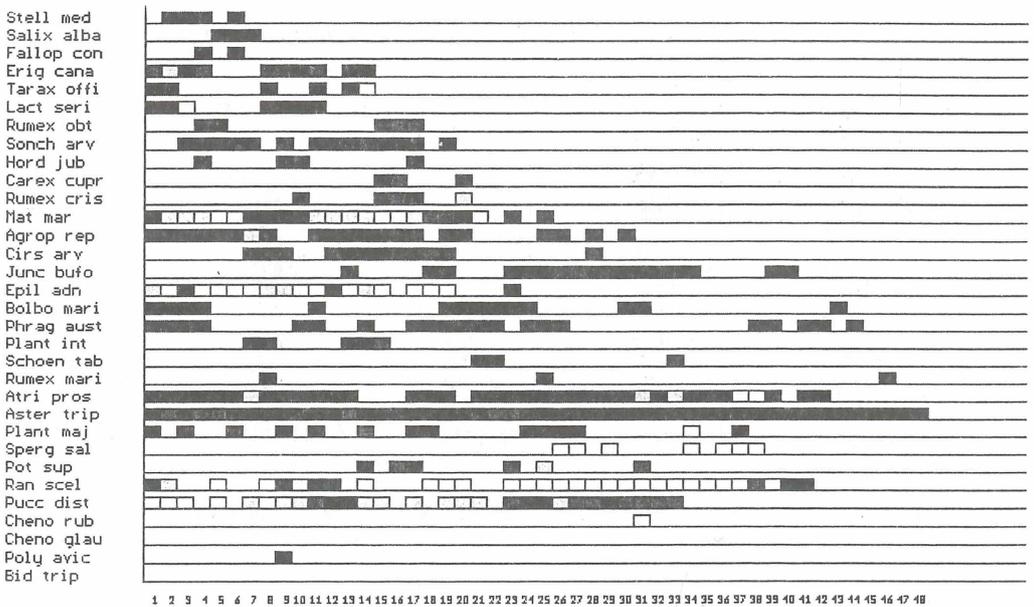


Abb. 8: Transekt „Aseleben“: Vergleich der Aufnahmen April 1996 und Juli 1996. Erläuterung der Graustufen: s. Legende Abb. 6.

In Abb. 8 sind die Veränderungen vom Frühjahr zum Hochsommer dargestellt.

Die meisten Arten konnten gegenüber April ihre Deckung vergrößern. *Aster tripolium* zeigt eine Zunahme der Deckung über das gesamte Transekt hinweg, *Atriplex prostrata* im größten Teil des Transektes.

Es sind aber auch einige Arten gegenüber April zurückgegangen. Dies gilt vor allem für *Ranunculus sceleratus*, *Puccinellia distans*, *Spergularia salina*, *Epilobium adnatum* und *Matricaria maritima*.

Bei *Bolboschoenus maritimus* stehen die schwarzen Kästchen zum überwiegenden Teil für neue Triebe vorjähriger Polykormone.

In entsprechender Form wurden andere Zeiträume und die weiteren Transekte ausgewertet. Übergreifende gemeinsame Entwicklungstendenzen und transektspezifische Unterschiede sind Schwerpunkt der Diskussion.

4.2.2. Keimungsbiologische Untersuchungen

Keimversuche wurden mit einer Reihe von Arten mit größerer Bedeutung für Aufbau und Entwicklung der Pioniervegetation durchgeführt.

Abhängigkeit vom Salzgehalt (Abb. 9)

Chenopodium rubrum, *Ranunculus sceleratus* und *Aster tripolium* zeigen bis 30 mS/cm keine Hemmung der Keimung. *Atriplex prostrata* keimt bei 30 mS/cm nur noch in geringem Maße und *Spergularia salina* zeigt bereits bei 5mS/cm eine starke Einschränkung der Keimrate. LARCHER (1994) gibt als übliche Grenze für die Keimung 15-20 mS/cm an, während ausgeprägte Halophyten auch noch bei 30-40 mS/cm keimen.

Auffällig ist außerdem, daß *Chenopodium rubrum* und *Ranunculus sceleratus* keinen Keimverzug aufweisen, so daß die Keimung rasch und synchron erfolgt.

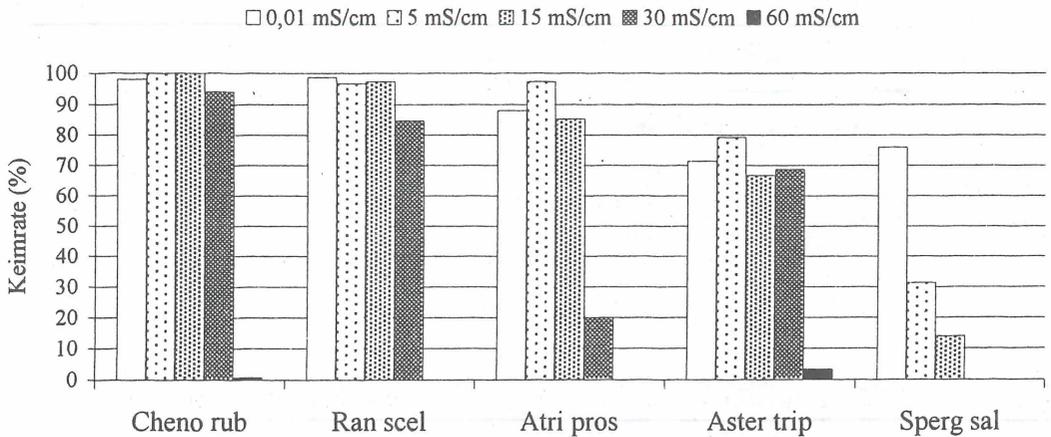


Abb. 9: Keimrate in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit (NaCl) - 29 Wochen Versuchsdauer.

Abhängigkeit von der Salzzusammensetzung

Parallel dazu wurde das Keimverhalten der Diasporen bei Verwendung von Bodensickerwasser aus dem Untersuchungsgebiet überprüft. Dabei zeigt eine Art - *Spergularia salina* - einen deutlich gesteigerten Keimerfolg im Vergleich zum Versuch mit Natriumchlorid-Lösungen als Gießwasser (Tab.1).

KREBB (1974) verweist darauf, daß Salzmischungen, v.a. aber "balancierte Lösungen" (z.B. Meerwasser) meist weniger toxisch auf empfindliche Arten wirken als - in der Natur nicht auftretende - Lösungen eines einzelnen Salzes. Die Keimerfolge von *Spergularia salina* steigen bei Verwendung des Bodensickerwassers jeweils um etwa 60 % im Vergleich zu den Ergebnissen bei Verwendung einer reinen NaCl-Lösung ähnlicher Leitfähigkeit.

Keimungshemmung durch Dunkelheit

Aster tripolium keimt als einzige der untersuchten Arten im Dunkeln (42,7 %). Die Keimrate steigt im anschließenden Hell/Dunkelregime langsam und stetig weiter, der Keimungsverlauf wird also durch die Dunkelheit nicht beeinflusst.

Bei *Chenopodium rubrum*, *Ranunculus sceleratus* und *Spergularia salina* ist 1 bis 3 Wochen nach Aufhebung der Abdunkelung eine fast 100%ige Keimung der Diasporen innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes zu beobachten.

Atriplex prostrata erzielt nach Lichtzutritt ebenfalls hohe Keimerfolge, keimt jedoch gleichmäßiger und über einen längeren Zeitraum.

Zusammenfassend soll daraus eine kurze **Keimungscharakteristik der wichtigsten Arten** abgeleitet werden:

Die Diasporen von *Aster tripolium* keimen sukzessive und über einen längeren Zeitraum hinweg. Dunkelheit wirkt sich nicht hemmend auf die Keimung aus. Höhere Salzkonzentrationen verzögern die Keimung, bedingen aber erst bei einer Leitfähigkeit von 60mS/cm eine starke Hemmung.

Atriplex prostrata zeigt bereits bei Salzkonzentrationen von 30 mS/cm eine deutliche Herabsetzung der Keimrate. Eine starke Förderung der Keimung wird durch eine größere Temperaturamplitude sowie durch eine vorangehende Dunkelphase bewirkt.

1a) Besiedlungsphasen

Frisch vom Wasser freigegebene Schlammflächen wurden jeweils sehr rasch besiedelt. In der ersten erkennbaren Besiedlungsphase dominieren Arten der Bidentetea, welche sich nahezu schlagartig einstellen. Die Bestände wurden soziologisch dem *Chenopodietum glauco-rubri* LOHM. apud OBERD. 1957 zugeordnet. Bereits LADWIG (1965) hat aus dem mittleren Werratal mit Halophyten angereicherte Ausbildungen als "Subass. von *Spergularia marina*" beschrieben. WISKIRCHEN (1995) bezeichnet den Standort der gesamten Assoziation als hypertroph und salzbeeinflusst. Auffällig ist, daß im Gebiet des Salzigen Sees gemeinsam mit den kennzeichnenden *Chenopodium*-Arten (*Chenopodium rubrum*, *C. glaucum*, *C. ficifolium*) auch die Bidention-Arten *Ranunculus sceleratus* und *Rumex maritimus* vorkommen, während sich diese beiden Artengruppen in den Stetigkeitstabellen bei HILBIG & JAGE (1972) weitgehend ausschließen und auch in den Stetigkeitsübersichten von WISKIRCHEN (1995) für das *Chenopodietum glauco-rubri* in der Bundesrepublik bzw. in Europa kaum vertreten sind. Es handelt sich im Untersuchungsgebiet also um einen Übergangsbestand zwischen *Chenopodium* und Bidention.

Die räumlich-zeitliche Entwicklung zweier dieser Schlammflächenerstbesiedler über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg ist für das Transekt Aseleben in Abb. 10 und Abb. 11 dargestellt. *Chenopodium rubrum* (Abb. 10) zieht sich bereits im Frühjahr 1995 aus dem höhergelegenen und schon 1994 trockengefallenen Teil des Transekts zurück und ist dort ab August vollständig verschwunden, baut aber stattdessen sofort nach deren Freiwerden auf den frischen Schlammflächen eine Spätsommer-Population auf. Auch diese beginnt ihren Rückzug aus den mittleren Transekt-Flächen schon wieder im September und ist bereits im November des selben Jahres fast abgestorben.

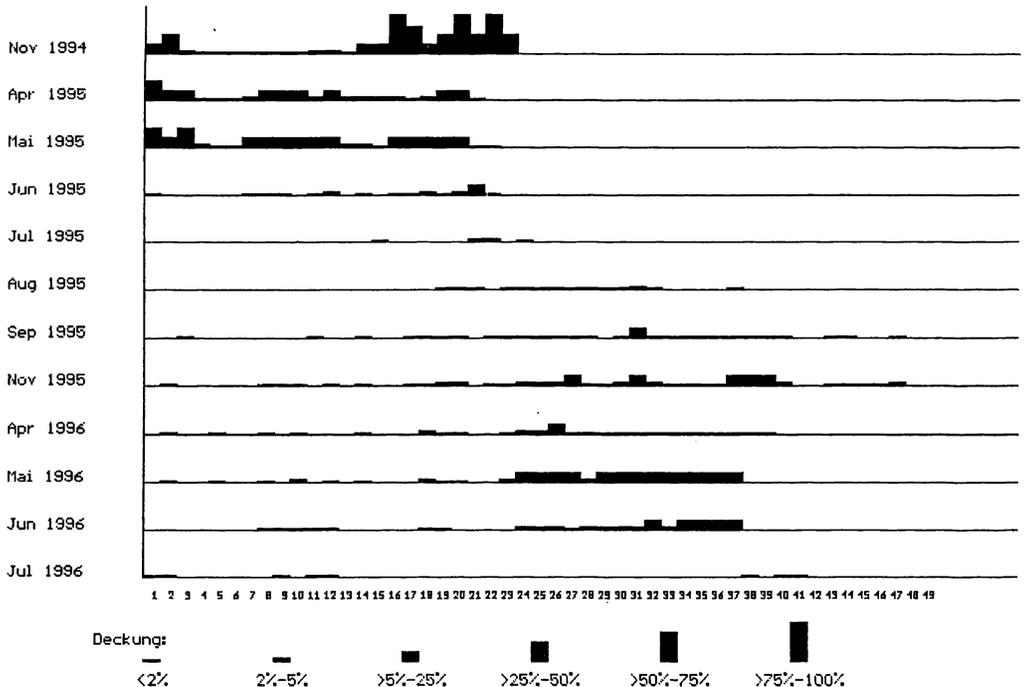


Abb. 11: Transekt „Aseleben“: räumlich-zeitliches Besiedlungsmuster von *Ranunculus sceleratus*.

Ranunculus sceleratus zeigt eine recht ähnliche räumlich-zeitliche Entwicklung (Abb. 11) - mit dem Unterschied, daß diese Art, nachdem die Population im Juni 1995 auf den Schlammflächen von 1994 abstarb, dort ab September nochmals mit geringerer Zahl und Deckung auftritt und auch im Sommer 1996 nicht völlig fehlt. Umgekehrt dauert der Populationsaufbau auf den frischen Schlammflächen in der zweiten Hälfte des Jahres 1995 länger (Optimum im November), und auf diesen Flächen ist *Ranunculus sceleratus* auch im Frühjahr 1996 reichlich vertreten. Diese Art weist also im Vergleich zu *Chenopodium rubrum* eine etwas verzögerte Besiedlungsgeschwindigkeit, aber ein größeres Beharrungsvermögen auf. Das Absterben des Gift-Hahnenfußes im Frühsommer 1995 ging ziemlich schlagartig vor sich. Zeitgleich starben im ganzen Gebiet kräftige und noch blühende Pflanzen plötzlich ab. Es zeigte sich, daß sie an der Basis abgefault waren. Die Ursache dafür konnte von uns nicht ermittelt werden.

Es stellt sich die Frage, welche Eigenschaften diese Arten zu so potenten Kolonisatoren machen und weshalb sie dann so rasch wieder verschwinden. Die in den Keimversuchen aufgezeigte Eigenschaft beider Arten, unter günstigen Verhältnissen schlagartig und zu fast hundert Prozent zu keimen, trägt zweifellos zu Ersterem bei. Es wurde auch eine recht hohe Salztoleranz der Keimung festgestellt. Eine der Ursachen für das rasche Verschwinden dürfte der Lichtbedarf bei der Keimung sein; eine Steuerung findet wahrscheinlich außerdem auch über das unter einer Vegetationsdecke verschobene Verhältnis von Hellrot- zu Dunkelrot-Licht statt (vgl. MAYER & POLYAKOFF-MAYBER 1989). Als weitere Ursache sind hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit zu vermuten.

Wie die Aufnahme vom August 1995 (Abb. 5) zeigt, sind unter den ersten Schlammflächenbesiedlern durchaus auch schon Asteretea-Arten: es treten *Spergularia salina*, *Aster tripolium* und auf einem der anderen Transekte auch *Puccinellia distans* vereinzelt auf. Aber erst im Folgejahr kommt es zu einer hohen Deckung dieser Arten, die die zweite Besiedlungsphase charakterisiert. Es entwickelt sich eine Asteretea tripolii-Gesellschaft, die dem Spergulario salinae-Puccinellietum distantis FEEKES 1943 zugeordnet werden kann. Diese Einheit wird von POTT (1995) als Salzboden-Pioniergesellschaft beschrieben, die vegetationsfreie Flächen besiedelt und u.a. an Binnensalzstellen vorkommt. Die zweite Besiedlungsphase ist wesentlich langlebiger und stabiler als die erste. In Abb. 12 ist das räum-

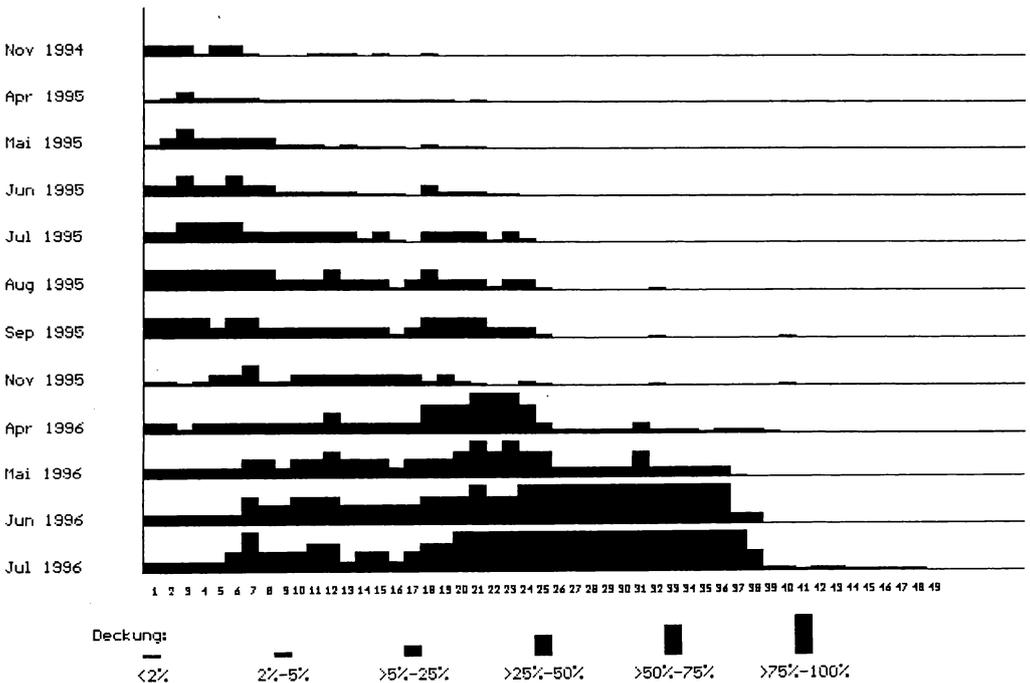


Abb. 12: Transekt „Aseleben“: räumlich-zeitliches Besiedlungsmuster von *Aster tripolium*.

lich-zeitliche Bestandsmuster der dominanten Art *Aster tripolium* für das Transekt Aseleben wiedergegeben. Im Gegensatz zu den oben dargestellten Bidentetea-Arten hält die Salz-Aster die einmal eroberten Flächen während des gesamten Untersuchungszeitraumes besetzt.

Wir können dennoch auch bei dieser Art einen gewissen Deckungsrückgang im dritten Besiedlungsjahr feststellen: Im Juli 1996 weist sie auf den Transektflächen 1 bis 5, auf denen sie schon Ende 1994 stärker präsent war, nur noch eine geringe Deckung auf. Dafür erreicht sie auf den jüngeren Schlammflächen im Jahr 1996 über einen größeren Transektbereich hinweg durchgängig die Deckung 5, das heißt absolute Dominanz. Ähnliche *Aster*-Dominanzbestände entwickelten sich in den beiden Vorjahren nicht. Dies und die Tatsache, daß *Aster tripolium* im Jahre 1996 im gesamten Untersuchungsgebiet auf allen geeigneten Standorten stark hervortrat, weist darauf hin, daß es sich um ein durch den Witterungsverlauf verursachtes Phänomen - eine Fluktuation - handeln muß. 1996 war der Boden bis in den April hinein gefroren. Daher konnten sich die *Aster tripolium*-Keimlinge ohne die Konkurrenz der normalerweise deutlich früher keimenden Bidentetea-Arten (*Chenopodium rubrum*, *Ranunculus sceleratus*) auf dem frisch aufgetauten Schlamm etablieren. In den *Aster tripolium*-Dominanzbeständen starben viele Individuen anderer Arten frühzeitig ab oder bildeten etiolierte und größtenteils sterile Sprosse. Neben der *Aster* konnten sich vor allem *Atriplex prostrata* und bereits im Vorjahr etablierte Bestände von Röhrichtarten behaupten.

Im Gegensatz zu den untersuchten Bidentetea-Arten keimt *Aster tripolium* auch bei fehlendem Lichtzutritt, eine Eigenschaft, die es ihr ermöglicht, sich trotz spätem Keimungszeitpunkt in einer weitgehend geschlossenen Vegetationsdecke zu etablieren.

Es fällt insgesamt auf, daß sich auch die Salzrasenarten rasch und effektiv auf den jungen Schlammflächen ansiedeln, so daß zwar die Bidentetea-Arten zunächst einen Aspekt bilden können, dann aber schnell zurückgedrängt werden. Schwerpunktmäßig im hochdynamischen Küstenbereich beheimatet, besitzen die Asteretea-Arten ausgeprägte Pioniereigenschaften.

In den uferfernen ersten Transektflächen nehmen im Laufe der 2 Untersuchungsjahre vor allem Ruderal- und Segetalarten an Deckung und Artenzahl deutlich zu. Es haben sich jedoch auch einige ausdauernde konkurrenzstarke Arten angesiedelt, die voraussichtlich bei ungestörter Entwicklung mittel- bis langfristig zur Dominanz gelangen würden. Es handelt sich dabei einerseits um *Agropyron repens*, die Kriechende Quecke, und andererseits um die Röhrichtarten *Phragmites australis* und *Bolboschoenus maritimus*. Dabei siedeln sich sowohl *Phragmites* als auch *Bolboschoenus* auf den frisch vom Wasser freigegebenen Schlammböden an. Während aber die bestimmenden Arten der ersten beiden beschriebenen Phasen jeweils dutzende bis hunderte oder sogar tausende von Keimlingen pro m² aufweisen (RAUCHHAUS 1997), etablierten sich die bezeichnenden Arten der dritten Phase, nämlich der Röhrichtphase, auf den Transekten nur mit jeweils einigen Exemplaren (für *Phragmites* konnte sowohl eine generative als auch eine vegetative Ansiedlung durch angelandete Sproßfragmente nachgewiesen werden - vgl. auch MARX 1997). Für viele clonale Arten mit ausgeprägter vegetativer Vermehrung ist es bezeichnend, daß die generative Vermehrung ein seltenes Ereignis darstellt (ERIKSSON 1992). Abb. 13 stellt die Entwicklung von *Bolboschoenus* auf dem Transekt Aseleben dar. Es haben insgesamt mindestens 8 Ansiedlungsereignisse stattgefunden. In 4 Fällen (Fläche 9, 12, 15 und 40) gelang keine dauerhafte Etablierung. Der von Anfang an vorhandene Bestand der ersten 4 Transektflächen ist im Sommer 1995 besser ausgebildet als im Sommer 1996. Vermutlich ist die Vitalitätsabnahme 1996 auf zunehmende Trockenheit zurückzuführen. Gut entwickelt sich der Bestand, der 1994 auf der Fläche 21 seinen Ausgangspunkt hatte. Mitte 1996 beträgt seine Ausdehnung in der Transektlängsachse 6 Meter. Der Hauptgrund für das Prosperieren von *Bolboschoenus* gerade in diesem Bereich dürfte in der anhaltenden Grundwassernähe zu suchen sein. Das Ende 1995 auf der Fläche 40 aufgetretene Individuum ist vermutlich der Überflutung im Frühjahr 1996 zum Opfer gefallen.

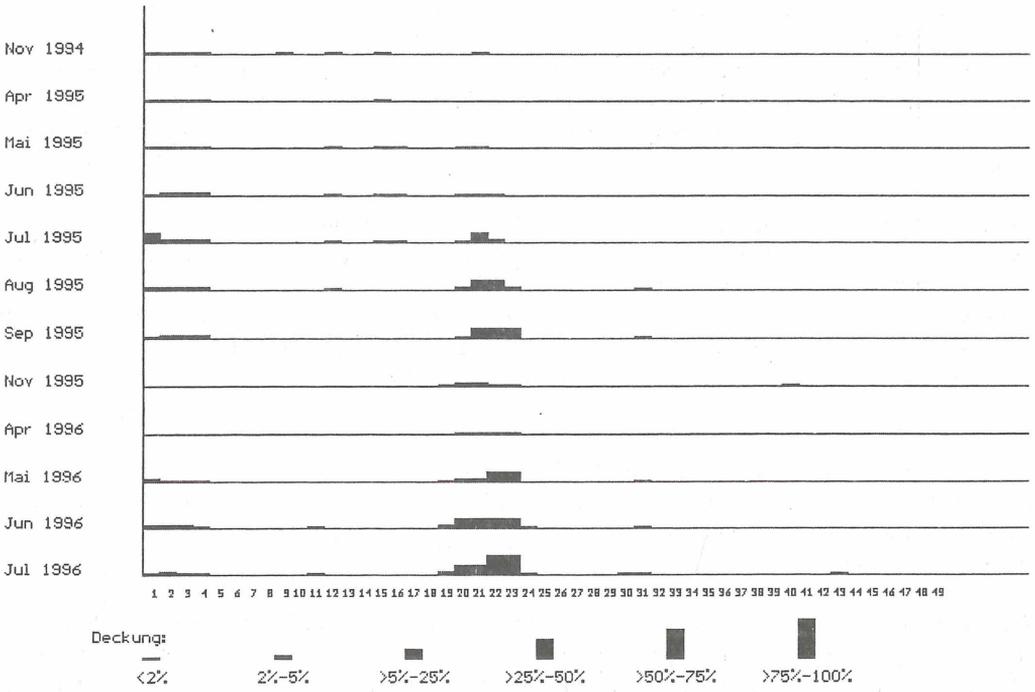


Abb. 13: Transekt „Aseleben“: räumlich-zeitliches Besiedlungsmuster von *Bolboschoenus maritimus*.

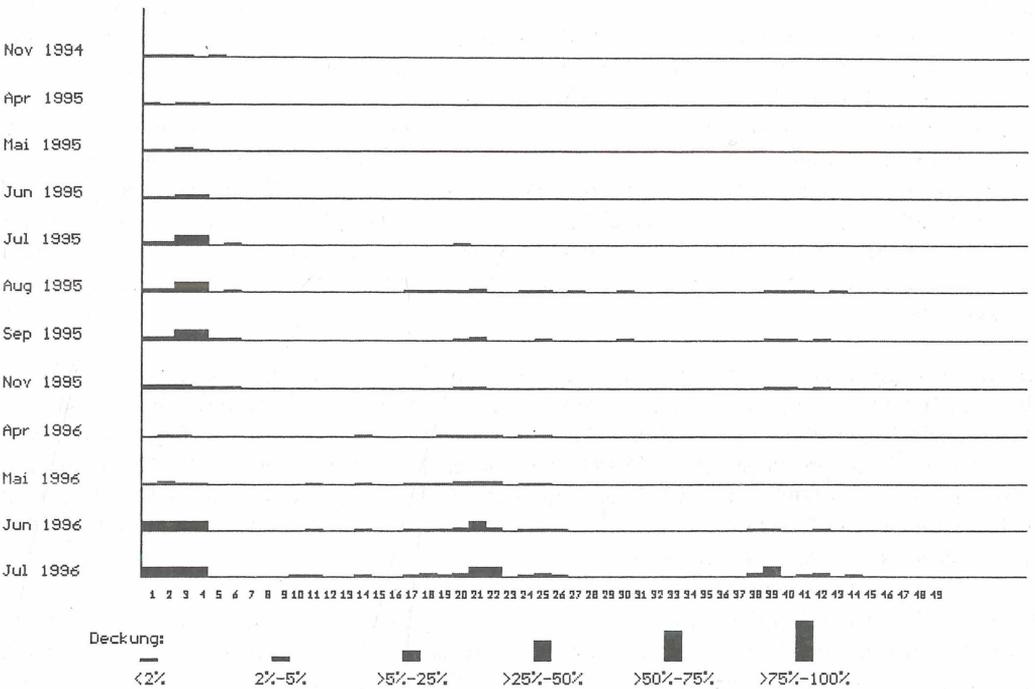


Abb. 14: Transekt „Aseleben“: räumlich-zeitliches Besiedlungsmuster von *Phragmites australis*.

Im Gegensatz dazu kann sich *Phragmites* (Abb. 14) fast überall, wo es sich angesiedelt hat (mindestens 17 Etablierungsereignisse auf dem Transekt), auch behaupten und hat im Sommer 1996 gegenüber dem Vorjahr Zuwächse sowohl auf den trockensten und seefernsten Flächen als auch auf den nassesten Schlammflächen zu verzeichnen. Die Art zeichnet sich also bereits in juvenilem Stadium durch gute Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Wasserstände aus. Die Ansiedlung gelang allerdings auf den weniger salzbeeinflussten Aselebener Flächen deutlich besser als im Gebiet des Kerner Erdfalls.

Agropyron repens zeigt ein gegensätzliches Besiedlungsmuster zu *Phragmites* und *Bolboschoenus*. Es ist von Anfang an in den Randflächen des Transekts vorhanden und rückt von dort aus langsam und stetig auf die jüngeren Schlammflächen vor, ohne jemals in größerer Entfernung von den bestehenden Beständen oder auf den ganz frischen Schlammflächen aufzutreten. Es besitzt die größten Deckungsgrade in den Randbereichen und gehört dort bei 2 Transekten gegen Ende des Untersuchungszeitraumes zu den bestimmenden Arten. Die Quecke fehlt ganz auf dem stärker salzbeeinflussten Transekt „Kerner Erdfall Südufer“.

Neben der Quecke gibt es weitere Arten, die die Schlammfläche ausgesprochen meiden. Dazu gehören die meisten Segetalarten. Als Ursache käme fehlende Mobilität dieser Arten in Frage; eher zu vermuten sind aber fehlende Salztoleranz sowie eine Hemmung der Keimung und Etablierung unter dauernassen Verhältnissen.

Die nähere Zukunft der Transektflächen dürfte bei weiterer Abtrocknung der Quecke gehören. Artenarme Quecken-Fazies bedecken derzeit große Flächen im Becken des Salzigen Sees. Vor allem in feuchten Bereichen ist dagegen ein langsames Überhandnehmen des Schilfs zu erwarten, z.T. nach einem *Bolboschoenus*-Stadium. Bei fehlender Störung (z.B. Tritt) ist Schilf schon aufgrund seiner Wuchshöhe sehr konkurrenzkräftig und kann auch in oberflächlich trockenen Böden gedeihen, solange nur das Grundwasser in erreichbarer Tiefe ansteht (WILMANN 1993).

1b) Rolle des Salzgehaltes

Die einmalige Bodenprobenserie aus dem Bereich der Transekte kann nur orientierenden Charakter hinsichtlich der Salzkonzentration haben, da diese in den oberen Bodenschichten stark vom vorangegangenen Witterungsverlauf abhängt. Der Chloridgehalt des Bodenwassers der Schlammflächen des Untersuchungsgebietes lag Mitte April 1996 zwischen 0,08 und 0,42 %. Das sind für Halophytenstandorte recht niedrige Werte. So haben z.B. ALTEHAGE & ROBMANN (1940) an den Salzstellen Mitteldeutschlands im *Salicornietum* bis zu 5,9 % Chlorid in der Bodenlösung ermittelt, in artenreichen Salzwiesen im Mittel etwa 1 % (0,2 bis 1,8 %), in einem *Aster tripolium*-Dominanzbestand und im *Phragmitetum* jeweils ca. 0,6 %. HÄRDTLE (1984) gibt für die ostholsteinische Ostseeküste 0,73 % für das *Bolboschoenetum maritimi* und 0,86 % für das *Puccinellietum maritimae* an. HÄRDTLE nahm seine Proben allerdings im Juni - zu einem Zeitpunkt, zu dem relativ hohe Werte zu erwarten sind, während zu unserem Probenahmezeitpunkt von im Jahresvergleich relativ niedrigen Werten auszugehen ist.

Der eher mäßige Salzeinfluß auf den untersuchten Transekten macht sich dadurch bemerkbar, daß neben den Halophyten auch viele Glykophyten zu finden sind. Letztere konzentrieren sich dabei aber auf den landwärtigen Rand der Transekte, der schon einen deutlich geringeren Salzgehalt aufweist (vgl. Abb. 3). Hingegen finden sich *Chenopodium rubrum* und *C. glaucum*, die beide nach der Einschätzung von ELLENBERG et al. (1992) nur eine leichte Tendenz zur Besiedlung schwach salzhaltiger Standorte zeigen (*C. rubrum*: Salzzahl 1, *C. glaucum* Salzzahl 3), durchgängig auf allen 3 Transekten, sofern es nur feucht und offen genug ist.

Abschließend soll ein Vergleich zwischen den 3 sich im Salzeinfluß unterscheidenden, nach den sonstigen Standortbedingungen aber sehr ähnlichen Transekten durchgeführt werden. Der Vergleich konzentriert sich dabei auf die beiden in dieser Hinsicht am stärksten differierenden Transekte „Aseleben“ und „Kerner Erdfall Südufer“ (vgl. Tab. 2). Ein erster Blick zeigt, daß die Gesamtartenzahl und die mittlere Artenzahl je Quadratmeter sehr unterschiedlich sind (Abb. 15 u. 16). Die

Ursache dafür könnte man zunächst darin suchen, daß es sich beim Kerner Erdfall um ein sehr kleines und relativ isoliertes Vorkommen von Feucht- und Salzvegetation handelt. Hinzu kommt aber das Phänomen, daß die Vegetation des Transektes „Kerner Erdfall Südufer“ in der Zusammensetzung und Dominanzstruktur wesentlich stabiler ist als die des Transektes „Aseleben“ - also eine geringere zeitliche Variabilität aufweist. Dies kommt auch zum Ausdruck, wenn man die drei Transekte hinsichtlich der Anzahl der bestandsprägenden Arten und ihres Wechsels im Verlauf eines Jahres vergleicht (Tab. 2). Als bestandsprägend werden dabei solche Arten bezeichnet, die zu dem jeweiligen Zeitpunkt auf mindestens 4 Teilflächen den höchsten oder zweithöchsten Deckungswert aller dort vorkommenden Arten aufweisen. Betrachtet man schließlich noch die Artenzusammensetzung im einzelnen (Abb. 15 u. 16), so fällt z.B. auf, daß sich *Salicornia* als Halophyt „par excellence“ nur auf dem Transekt „Kerner Erdfall Südufer“ findet, während dort andererseits auf den ufernahen, stärker salzbelasteten Flächen (vgl. Abb. 3) die Arten *Juncus bufonius* und *Ranunculus sceleratus* ausfallen, obwohl sie im uferfernen Transektbereich vorhanden sind und obwohl sie auf dem Transekt „Aseleben“ zu den Besiedlern der frischen Schlammflächen gehören. Zwar zeigte *Ranunculus sceleratus* im Keimversuch eine recht hohe Salztoleranz, möglich wäre aber eine stärkere Empfindlichkeit in der Juvenilphase.

Transekt	Leitfähigkeit der Bodensuspension (mS/cm)	bestandsprägende Arten Juli 1995	bestandsprägende Arten Juli 1996	Anteil der sich ändernden Arten an der Summe der bestandsprägenden Arten
Aseleben	2,21 - 3,27	<i>Aster tripolium</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Chenopodium rubrum</i> <i>Juncus bufonius</i> <i>Matricaria maritima</i> <i>Plantago major</i> <i>Potentilla supina</i> <i>Puccinellia distans</i>	<i>Aster tripolium</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Agropyron repens</i> <i>Bolboschoenus maritimus</i> <i>Cirsium arvense</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Sonchus arvensis</i>	84,6%
Kerner Erdfall Westufer	2,96 - 4,57	<i>Agropyron repens</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Chenopodium rubrum</i> <i>Ranunculus sceleratus</i>	<i>Agropyron repens</i> <i>Atriplex prostrata</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Aster tripolium</i> <i>Erigeron canadensis</i> <i>Puccinellia distans</i>	62,5%
Kerner Erdfall Südufer	4,15 - 5,44	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Puccinellia distans</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Chenopodium rubrum</i>	<i>Atriplex prostrata</i> <i>Puccinellia distans</i> <i>Spergularia salina</i> <i>Aster tripolium</i>	40,0%

Tab. 2: Wechsel der bestandsprägenden Arten von Juli 1995 zu Juli 1996; Vergleich der drei untersuchten Transekte.

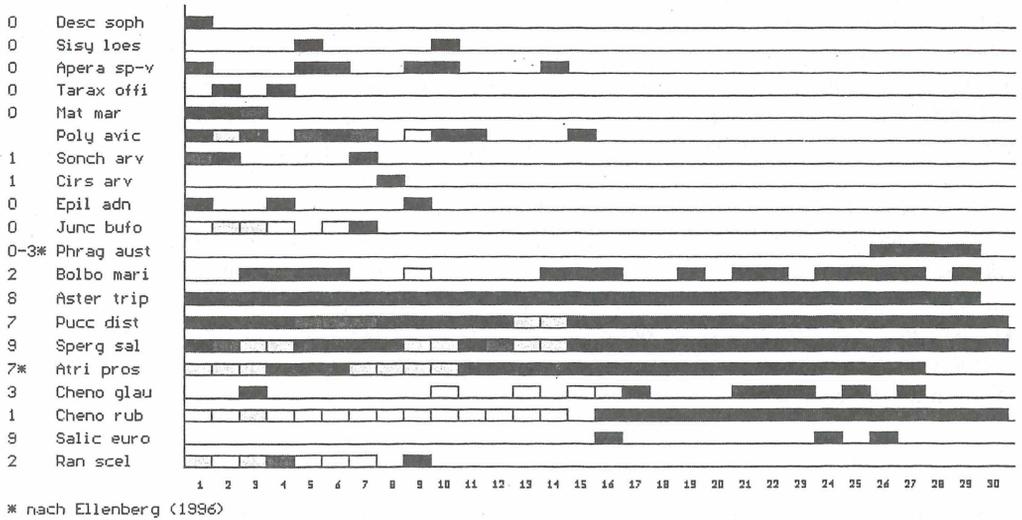


Abb. 15: Transekt „Kerner Erdfall Südufer“: Vergleich der Aufnahmen Juli 1995 und Juli 1996; links neben den Artnamen die Salzzahl nach ELLENBERG et al. 1992. Erläuterung der Graustufen: s. Legende Abb. 6.

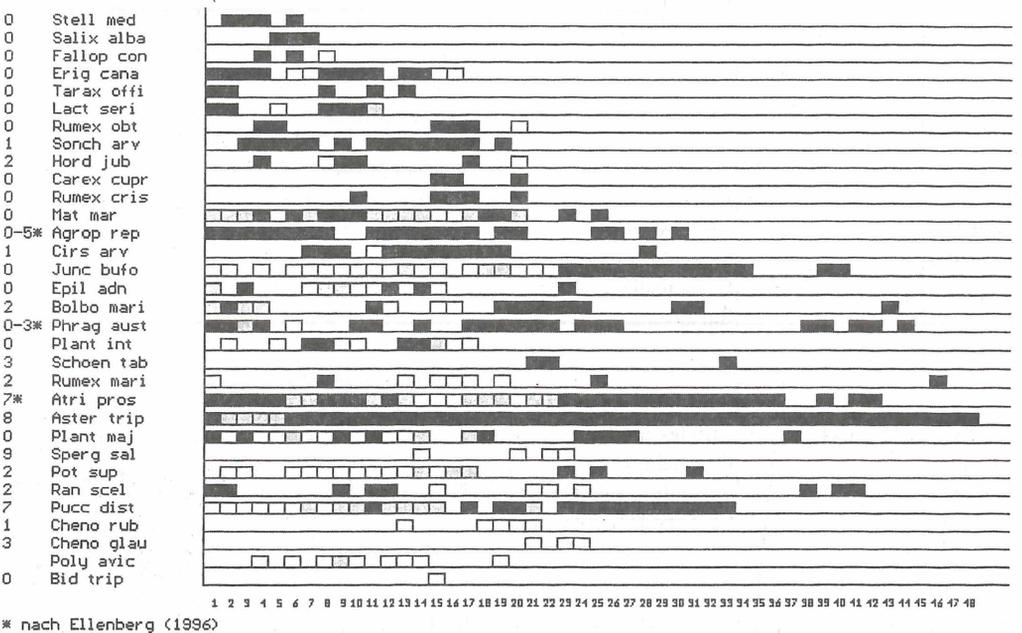


Abb. 16: Transekt „Aseleben“
Vergleich der Aufnahmen Juli 1995 und Juli 1996; links neben den Artnamen die Salzzahl nach ELLENBERG et al. 1992.
Erläuterung der Graustufen: s. Legende Abb. 6.

Bei einer genaueren Analyse der Abb. 15 fällt auf, daß im höhergelegenen trockeneren Teil des Transekts nur ein geringer Artenwechsel stattgefunden hat: So sind lediglich 4 Arten aus mehr als einem Teilquadrat verschwunden (weiße Kästchen). Beim Transekt „Aseleben“ (Abb. 16) hingegen sind es 17 Arten, die im Juli 1996 in mehr als einem Teilquadrat nicht mehr vorkommen.

Vergleicht man schließlich die Artenzusammensetzung der beiden Transekte anhand der Salzzahlen (Zeigerwert nach ELLENBERG et al. 1992), so erhält man Abb. 17: Relativ zum Transekt „Aseleben“ hat das Transekt „Kerner Erdfall Südufer“ einen geringeren Anteil Arten, die als „nicht salzertragend“ (= Salzzahl 0) geführt werden, während der Anteil der als poly- bis euhalin eingestuften Arten (Salzzahl 7 bis 9) deutlich größer ist als beim Transekt „Aseleben“.

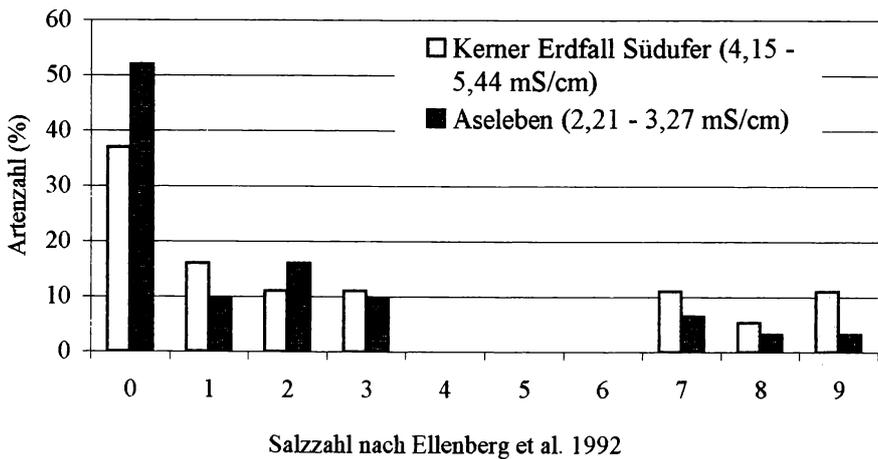


Abb. 17: Prozentuale Verteilung der Arten der beiden Transekte auf das Spektrum der Salzzahlen (Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. 1992).

Es zeigt sich also im Ergebnis, daß der nicht gerade beeindruckend große Unterschied im Chloridgehalt des Bodenwassers der beiden Transekte doch einen sehr deutlichen Einfluß auf die Artenzusammensetzung und vor allem auch die Vegetationsdynamik hat.

2.) Aus der Beobachtung der neu entstandenen Schlammflächen im Becken des ehemaligen Salzigen Sees können folgende **Schlußfolgerungen für die spontane Vegetationsentwicklung an den Ufern eines zukünftigen Salzigen Sees** gezogen werden:

In Flachuferbereichen werden sich kurzfristig Bidentetea-Fluren einstellen. Der Anteil an Asteretea-Arten wird je nach lokalem Salzeinfluß unterschiedlich hoch sein. Die offene Pionier- und Salzvegetation wird rasch von sich etablierenden Röhrichtarten verdrängt werden, falls dies nicht durch stärkere Wasserstandsschwankungen und langanhaltende Überschwemmungen verhindert wird bzw. falls keine anderen Störungen (z.B. Tritt) stattfinden. Vor allem bei einer langsamen Wasserstandserhöhung, die die im Becken bestehenden Röhrichte nicht schlagartig vernichtet, ist damit zu rechnen, daß sich Röhrichtarten vielerorts mit zahlreichen Individuen nicht nur vegetativ, sondern auch generativ etablieren werden. Dies ist äußerst wünschenswert, da nur auf diese Weise eine genetische Vielfalt zustande kommt, aus der an die speziellen Standortsverhältnisse des künftigen Salzigen Sees angepaßte Clone auf natürliche Weise selektiert werden können. Eine Pflanzung vegetativ vermehrter Schilfsteklinge könnte zwar zunächst die Ausbildung eines Röhrichtgürtels beschleunigen, würde aber zu genetischer Uniformität und damit geringer Belastbarkeit und hoher Anfälligkeit (Gefahr des Schilfsterbens) führen.

Um auch in Zukunft die Entstehung von Schlammflächen und Salzwiesenvegetation zu ermöglichen und damit den derzeitigen Naturschutzwert (auch die Bedeutung für die Vogelwelt!) wenigstens annähernd zu erhalten, sollten natürliche Wasserstandsschwankungen zugelassen werden.

Die hier im Detail beschriebenen Vegetationstypen wurden auch schon von HÖGEL (1991) in ganz ähnlicher Artenzusammensetzung aus dem Gebiet belegt. Damit zeigt sich also, daß eine gewisse Konstanz dieser Gesellschaften im Gebiet gegeben ist, obwohl es sich um Pionierv egetation handelt. Diese kann sich aufgrund wiederholter Störungen immer wieder neu etablieren (z.B. zwischenzeitliche Ackernutzung; starke Wasserstandsschwankungen). Bei der künftigen Ufergestaltung ist daher auch die Möglichkeit einer extensiven Nutzung von Teiluferbereichen gezielt in die Planung einzubeziehen.

Fazit: Aus einer Fülle von Beobachtungsdaten wurde versucht, einerseits die Vegetationsentwicklung an den zunächst vegetationsfreien Ufern hinsichtlich der Zonierung und der zeitlichen Veränderung darzustellen und andererseits die ablaufenden populationsbiologischen Prozesse anhand der Deckungsentwicklung bezeichnender Arten zu umreißen. Die Entwicklung der Vegetation auf den Transekten im Untersuchungszeitraum wird durch drei verschiedene Prozesse bestimmt: Zum einen durch witterungsbedingte Fluktuationen (offensichtliches Beispiel: *Aster tripolium*), zum zweiten durch Sukzessionsabläufe (Abfolge *Chenopodietum glauco-rubri* --> *Spergulario-Puccinellietum* (--> *Bolboschoenetum*) --> *Phragmitetum*) und zum dritten durch exogene Standortveränderungen (Absinken des Wasserstandes und dadurch bedingt verringerter Einfluß des Salzes).

6. Zusammenfassung

Im Becken des ehemaligen Salzigen Sees wird der Wasserspiegel seit rund 100 Jahren durch Abpumpen künstlich tief gehalten. Anfang 1994 trafen starke Regenfälle mit einer Reparatur der Pumpen zusammen und lösten so ein außergewöhnliches und mehrere Monate anhaltendes Hochwasserereignis aus.

Gegenstand der Untersuchungen war die Entwicklung der Ufervegetation beim allmählichen Rückgang des Wassers. Für ein Beispiel (Monat August des zweiten Jahres) wird die Vegetationszonierung des jungen Ufers im Detail beschrieben. Zusätzlich geben drei Vergleichsdiagramme die Vegetationsveränderung im Verlauf eines Jahres wieder. Die beobachteten Phänomene der Vegetationsdynamik können zum Teil durch die Keimungseigenschaften dominierender Arten erklärt werden.

Für drei Transekte, die sich im wesentlichen im Chloridgehalt unterscheiden, wird die Vegetationsdynamik verglichen. Dabei erweist sich bei höherer Chloridkonzentration nicht nur die mittlere Artenzahl pro Fläche als deutlich geringer, sondern zusätzlich der Dominanzwechsel als wesentlich langsamer.

Aufgrund unserer Beobachtungen geben wir folgende Empfehlungen für das Management bei der geplanten Reetablierung des Salzigen Sees:

1. Der Wasserspiegel sollte so langsam angehoben werden, daß die vorhandene Feuchtvegetation als auch die angepaßten Tierzönosen „mitwandern“ können.
2. Der künftige Wasserspiegel sollte nicht künstlich reguliert werden. Natürliche Wasserstandsschwankungen sollten zugelassen werden.
3. Unter den genannten Bedingungen ist das Anpflanzen von Röhrichtarten weder notwendig noch empfehlenswert. Es ist zu erwarten, daß sich Tausende von Individuen in kurzer Zeit spontan ansiedeln werden. Die daraus folgende natürliche genetische Vielfalt ist die beste Voraussetzung dafür, daß schließlich an die lokalen Umweltbedingungen angepaßte Individuen zur Vorherrschaft gelangen!

7. Literatur:

- Agrarmeteorologischer Rückblick (1994 - 1996). Deutscher Wetterdienst, agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Halle (Hrsg.).
- Agrarmeteorologischer Wochenbericht (1994 - 1996). Deutscher Wetterdienst, agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Halle (Hrsg.).
- ALTHEAGE, C. & B. ROßMANN (1940): Vegetationskundliche Untersuchungen der Halophytenflora binnenländischer Salzstellen im Trockengebiet Mitteldeutschlands. - Beih. Bot. Centralbl., 60 B: 135-180.
- BARKMANN, J. J., H. DOING & S. SEGAL (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. - Acta Bot. Neerlandica, 13: 394-419.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. - Stuttgart. 1096 S.
- ELLENBERG, H., E. H. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULIßEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl. - Göttingen. 258 S. (Scripta Geobotanica, 18.)
- ERIKSSON, O. (1992): Evolution of seed dispersal and recruitment in clonal plants. - Oikos, 63: 439-448.
- GESSNER, F. (1930): Ökologische Untersuchungen an Salzwiesen, 1. Salz- und Wasserhaushalt des Bodens als Standortfaktoren. - Mitteil. des Naturw. Vereins für Neupommern und Rügen, 57: 25 S.
- HÄRDTE, W. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen in Salzwiesen der ostholsteinischen Ostseeküste. - Mitt. Arb. Gem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hmb., 34: 142 S.
- HILBIG, W. & H. JAGE (1972): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teils der DDR. V. Die annuellen Uferfluren (*Bidentetea tripartitae*). - Hercynia, N.F. 9: 392-408.
- HÖGEL, C. (1991): Vegetationskundliche Analyse und Kartierung im Mansfelder Seengebiet. - Diss. Univ. Halle. 135 S.
- KÖRSCHENS, M. & E. G. MAHN (Hrsg.) (1995): Strategien zur Regeneration belasteter Agrarökosysteme des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. - Stuttgart. 568 S.
- KREEB, K. (1974): Ökophysiologie der Pflanzen. - Jena. 211 S.
- LADWIG, E. (1965): Die Uferruderalen an der mittleren Werra zwischen Frankenroda und Treffurt. - Wiss. Beitr. Pädag. Inst. Mühlhausen (Thüringen), 4: 41-48.
- LARCHER, W. (1994): Ökophysiologie der Pflanzen. 5. Aufl. - Stuttgart. 394 S.
- LAU - Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hrsg.) (1997): Die Naturschutzgebiete Sachsen-Anhalts. - Jena. 543 S.
- MAHN, E.G., R. SCHUBERT & E. WEINERT (1986): Exkursionsführer Mansfelder Hügelland. - Halle. 28 S.
- MARX, J. (1997): Struktur und Dynamik der Röhrichtzönosen im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees (Mansfelder Hügelland). Unveröff. Diplomarbeit Univ. Halle. 199 S.
- MAYER, A. M. & A. POLJAKOFF-MAYBER: The germination of seeds. 4. Aufl. - Oxford. 270 S.
- MÜCKE, S. (1985): Die Differenzierung der Vegetation im Gebiet nördlich des Süßen Sees in Abhängigkeit von anthropogenen Einflüssen und natürlichen Standortbedingungen, unter besonderer Berücksichtigung der Exposition. Diss. Univ. Halle. 136 S.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. - Stuttgart. 622 S.
- RAUCHHAUS, U. (1997): Struktur und Dynamik nässeanzeigender Pioniervegetation im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees (Mansfelder Hügelland). Unveröff. Diplomarbeit Univ. Halle. 168 S.
- ULE, W. (1895): Die Mansfelder Seen und die Vorgänge an denselben im Jahre 1892. Reprint 1994.- Querfurt. 76 S.
- WEINERT, E. (1989): Salztektonik, Solquellen und Salzpflanzenareale im Mansfelder Seen-Gebiet. - Hercynia, N. F.26: 216-226.
- WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. 5. Aufl. - Heidelberg. 479 S.
- WISSKIRCHEN, R. (1995): Verbreitung und Ökologie von Flußufer-Pioniergesellschaften (*Chenopodium rubri*) im mittleren und westlichen Europa. - Berlin. 375 S. (Dissertationes Botanicae, 236)
- WÖHLBIER, F. (1933): Aus dem Mansfelder Seengebiet. Ein Handbuch. - Eisleben.

Dipl.-Biol. Una Rauchhaus
Landwirtschaftl. Fakultät, Martin-Luther-Universität
Ludwig-Wucherer-Str. 2
06108 Halle

Dr. Astrid Grüttner
Prof. Dr. Ernst-Gerhard Mahn
Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Martin-Luther-Universität
Neuwerk 21
06108 Halle

Anhang: Abkürzungsverzeichnis der Artnamen

Agrop rep	<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B. = <i>Elytrigia repens</i> (L.) DESV.
Apera sp-v	<i>Apera spica-venti</i> (L.) P.B.
Aster trip	<i>Aster tripolium</i> L.
Atri pros	<i>Atriplex prostrata</i> BOUCHER ex DC. var. <i>salina</i> (WALLR.) GREN. et GODR.
Bid trip	<i>Bidens tripartita</i> L.
Bolbo mari	<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) PALLA
Carex cupr	<i>Carex cuprina</i> (SANDOR ex HEUFFEL) NENDTVICH ex KERNER
Cheno glauc	<i>Chenopodium glaucum</i> L.
Cheno rub	<i>Chenopodium rubrum</i> L.
Cirs arv	<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.
Desc soph	<i>Descurainia sophia</i> (L.) WEBB ex PRANTL
Epil adn	<i>Epilobium adnatum</i> GRISEB.
Erig cana	<i>Erigeron canadensis</i> L. = <i>Conyza canadensis</i> (L.) CRONQUIST
Fallop con	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. LÖVE
Hord jub	<i>Hordeum jubatum</i> L.
Junc bufo	<i>Juncus bufonius</i> L.
Lact seri	<i>Lactuca serriola</i> L.
Mat mar	<i>Matricaria maritima</i> (L.) KOCH
Phrag aust	<i>Phragmites australis</i> (CAV.) STEUD.
Plant maj	<i>Plantago major</i> L.
Poly avic	<i>Polygonum aviculare</i> L.
Pot sup	<i>Potentilla supina</i> L.
Pucc dist	<i>Puccinellia distans</i> (JACQ.) PARL.
Ran scel	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.
Rumex cris	<i>Rumex crispus</i> L.
Rumex mari	<i>Rumex maritimus</i> L.
Rumex obt	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
Salic euro	<i>Salicornia europaea</i> L.
Salix alba	<i>Salix alba</i> L.
Schoen tab	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. GMELIN) PALLA
Sisy loes	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.
Sonch arv	<i>Sonchus arvensis</i> L.
Sperg sal	<i>Spergularia salina</i> J. et C. PRESL
Stell med	<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.
Tarax offi	<i>Taraxacum officinale</i> WIGGERS

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Braunschweiger Geobotanische Arbeiten](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Rauchhaus Una, Grüttner Astrid, Mahn Ernst-Gerhard

Artikel/Article: [Feinanalyse der Dynamik der Pioniervegetation auf wechsellassen Standorten im Bereich des ehemaligen Salzigen Sees \(Mitteldeutsches Trockengebiet\) 29-52](#)