

Die Samenbank und ihre Anwendung im Naturschutz

Karl-Georg Bernhardt

Synopsis

The total number of viable seeds in soil, the soil seed bank, gives an impression of the vegetation dynamics. Differential shifts in the relative importance of processes such as seed production, predation, dispersal, and dormancy can account for much of the differences observed in seed banks. Variation commonly occurs in dispersal characteristics, but can also be seen in dormancy mechanisms, longevity, different types and intensities of predation.

Management of vegetation as part of nature conservation has several objectives. Seed banks play a critical role in maintenance, restoration, habitat creation and different species management. Examples are given. It is necessary to determine the total size and species composition of the seed bank before any treatment is considered. In addition, for the major species of the seed bank, seed longevity and germination cues must be known.

seed bank, vegetation processes, management, restoration, conservation, establishment

1. Einführung

Vegetationskundler und Populationsbiologen haben die Rolle des Samenspeichers im Boden lange nicht wahrgenommen oder ignoriert. In den letzten 10-20 Jahren haben jedoch intensive Untersuchungen zur Kenntnis der Dynamik der "soil seed bank" beigetragen. Dennoch wird die Bedeutung des Bodensamenspeichers oft übersehen, insbesondere für die Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen des Naturschutzes, d. h. sowohl für die Bewertung als auch Managementmaßnahmen. Erst in letzter Zeit gibt es in der BRD einige wenige Arbeiten, die die Dynamik des Diasporenreservoirs im Boden im Zusammenhang mit Managementmaßnahmen zum Biotopschutz oder zu Renaturierungsmaßnahmen untersuchen, z. B.: FISCHER 1987, PFADENHAUER & MAAS 1987, BERNHARDT 1989 a, b, POSCHLOD 1990. In den Niederlanden wird der Samenspeicher für Managementmaßnahmen schon stärker herangezogen (z. B. JOENJE 1978, BEEFTING & al. 1985). Eine Zusammenfassung der Arbeiten im angloamerikanischen Raum geben VAN DER VALK & PEDERSON (1989). Bevorzugte Untersuchungsobjekte sind dabei Feuchtgrünland, Moore, Salzwiesen, Ufervegetation und Ackerböden. Der Samenspeicher kann dabei für vier verschiedene Formen des Naturschutzes herangezogen werden: Erhalt, Wiederherstellung, Neuanlage und Artenschutz (vgl. VAN DER VALK & PEDERSON 1989). Im nachfolgenden werden hierzu Beispiele gegeben.

2. Der Samenspeicher

Die Gesamtheit an lebensfähigen Samen bzw. Früchten im Boden ("the soil seed bank") spiegelt nicht nur die Samenproduktion der aktuellen Vegetation wider, sondern kann auch Auskunft über die dynamischen Prozesse der Vegetationsentwicklung geben. Die Samenbank spielt eine Rolle in der Erhaltung der floristischen Diversität und beeinflusst entscheidend die Sekundärsukzession (GRIME 1981, ROBERTS 1981). Sie muß als Vegetationspotential ("potential vegetation") (KROPAC 1966) zu bezeichnender Teil einer Phytozönose angesehen werden, der die Gesamtpopulation einer vorkommenden Art enthält (WILLEMS 1982).

Häufig bestehen große Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung zwischen der aktuel-

len Vegetation und dem Samenspeicher (BERNHARDT & HURKA 1989). Die Größe und Zusammensetzung eines Samenspeichers variiert deutlich zwischen unterschiedlichen Vegetationstypen, z. B. zwischen 4.000 und 80.000 Samen/m² in Ackerböden, 0-3.000/m² in Wäldern und 20.000-40.000/m² in aquatischen Ökosystemen.

Die Lebensdauer von Samen ist im Boden generell wesentlich höher als in der Luft. So kann z. B. *Capsella bursa-pastoris* im Boden 20-30 Jahre lebensfähig bleiben, an der Luft nur ca. 5-7 Jahre. Dabei hängt die Lebensfähigkeit im Boden von den Dominanzmechanismen ab, die eine Keimung verhindern. Hierzu zählen Licht, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, O₂-Partialdruck, pH-Wert. Die Optima für jeden Faktor sind dabei von Art zu Art verschieden. Bei einer erhöhten Toleranz gegenüber einem oder mehreren Faktoren können Ökotypen entstehen. THOMPSON & GRIME (1979) unterscheiden bei Samenspeichern zwischen einem vorübergehenden ("transient seed bank") und einem ausdauernden ("persistent seed bank"). Eine "transient seed bank" enthält Arten, deren Samen eine kurze Lebensfähigkeit haben und kurzfristig nach Störungen Bodenblößen etc. besiedeln. Es sind dies Pionierarten, die BAKER (1974) als "kolonisierende Arten" (colonizing species) bezeichnet. Störungen können das natürlich oder anthropogen bedingte Entfernen der Vegetationsdecke sowie auch Umschichtungen des Bodens durch verschiedene Faktoren wie z. B. Pflügen sein.

Die "persistent seed bank" dagegen enthält Arten, die längere Zeit keimfähig und längere Zeit im Samenspeicher im Boden verbleiben, bis Umweltveränderungen ein Auflaufen der Samen initiieren. Dementsprechend ist die Dynamik im Samenspeicher gestörter Flächen intensiver als in ungestörten Flächen. Das beinhaltet häufig auch, daß die Unterschiede zwischen der Artenzusammensetzung im aktuellen Vegetationsbild und dem Samenspeicher in häufig oder regelmäßig gestörten Flächen größer ist als in lange Zeit ungestörten. Bei ständiger Störung verbleiben letztlich lebensfähige Samen angepaßter Arten, d. h. die Artenzahl verringert sich. Deutlich wird dies bei Ackerböden: je größer die mechanische Störung, desto niedriger ist die Artenzahl der im Boden lagernden Samen (vgl. BERNHARDT 1987). Es handelt sich dabei neben Arten aus der Umgebung, die i. d. R. nicht auflaufen, um Spezialisten: Pioniere.

3. Anwendung des Samenspeichers im Naturschutz

3.1 Erhalt und Bewertung

Die Samenspeicherdynamik der Ackerflächen ist in Europa bisher am besten erforscht. Ackerflächen werden von Arten besiedelt, die eine ständige Habitatstörung benötigen. Die Artenzahl sowie die Artenkombination ist abhängig vom Grad der Störung (Abb. 1). An den Beispielen aus dem Osnabrücker-/Tecklenburger Land wird deutlich, daß ein extensiv bearbeiteter Kalkacker (*Kickxietum spuriae*) etwa die doppelte Artenmenge wie ein "normal" bearbeitetes Getreidefeld (*Aphano-Matricarietum chamonillae*) enthält. Auf einem intensiv bearbeitetem Maisfeld sind dagegen, wenn überhaupt, nur noch ein bis zwei lebensfähige Arten (BERNHARDT & al., im Druck) vorhanden.

Dies soll konkret auf die Naturschutzarbeit angewendet, an einem Beispiel aus dem niedersächsischen Ackerstreifenprogramm verdeutlicht werden (Abb. 2) (lfd. Untersuchung).

Ein normal bewirtschaftetes Getreidefeld im Raum Osnabrück enthält im Vegetationsbild im Durchschnitt etwa acht Arten, im Ackerrandstreifen 15. Dagegen ist die Anzahl der Samen in der Diasporenbank in beiden Vergleichsflächen etwa gleich hoch (18 und 19 Arten). Das Arteninventar beider Flächentypen ist dabei zu durchschnittlich 90 % identisch, ebenso sind die im Randstreifen im Vegetationsbild auftretenden Pflanzen im Samenvorrat der intensiv bewirtschafteten Fläche vorhanden, so daß zu vermutende Randeffekte sich auf den untersuchten Äckern durch Erhöhung der Artenzahlen im Randstreifen kaum auswirken. Somit kommt die Extensivierung der Bearbeitungsmaßnahmen im aktuellen Vegetationsbild zum Ausdruck.

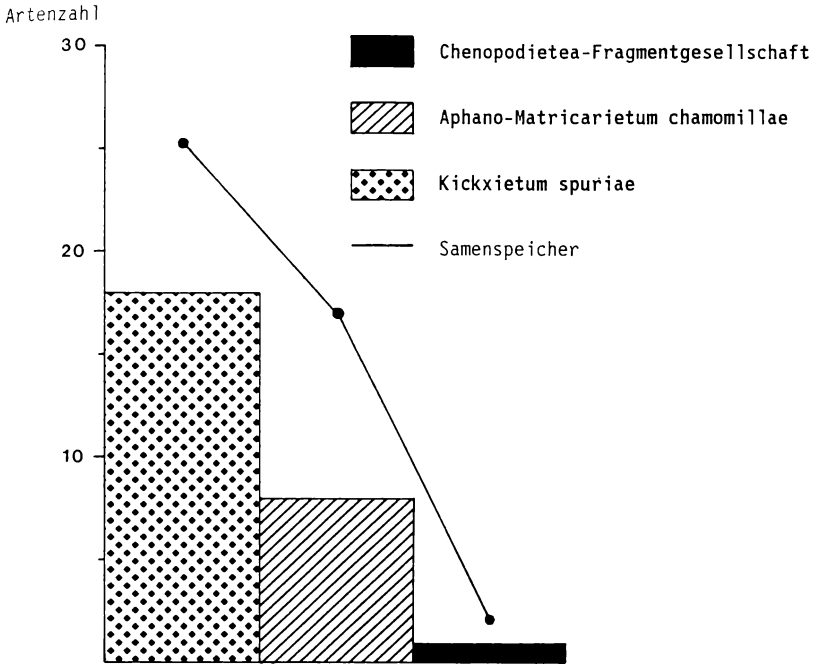


Abb. 1: Vergleich der Artenzahlen im aktuellen Vegetationsbild und im Samenspeicher dreier unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Kulturfelder (*Chenopodietea* n = 50, *Aphano-Matricarietum chamomillae* n = 25, *Kickxietum spuriae* n = 5)

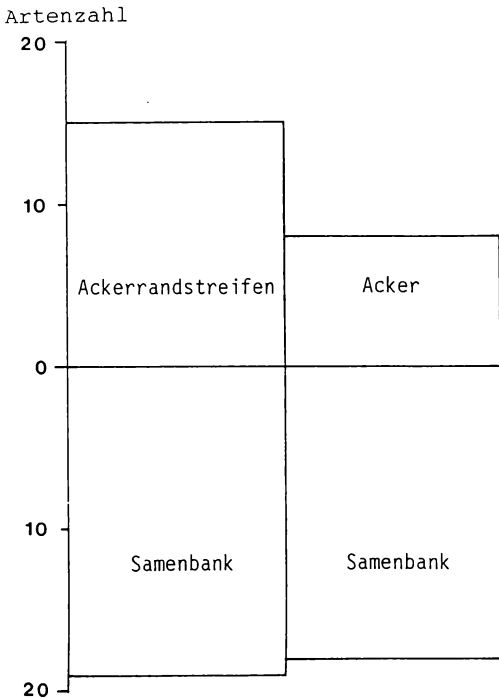


Abb. 2: Vergleich der Artenzahlen im aktuellen Vegetationsbild und im Samenspeicher zwischen Ackerrandstreifen und nebenliegendem intensiv bewirtschafteten Acker (jeweils 20 Stichproben)

Vergleicht man das mit einem lange Zeit intensiv mit Gülle überdüngten Maisacker, der drei Jahre lang brachlag, dann erhält man ein erstaunliches Ergebnis (Abb. 3). Die Artenzahl im Vegetationsbild bleibt nach dem Anstieg im ersten Jahr relativ konstant, im Samenspeicher steigt sie rapide an, sinkt zum zweiten Jahr etwas ab und bleibt dann relativ konstant hoch, wesentlich höher als im Vegetationsbild. Aufgrund der überhöhten Güllendüngung können die Arten lange Zeit nicht keimen (BRUNS 1989). Es laufen nur einige ubiquitäre Nitrophyten auf.

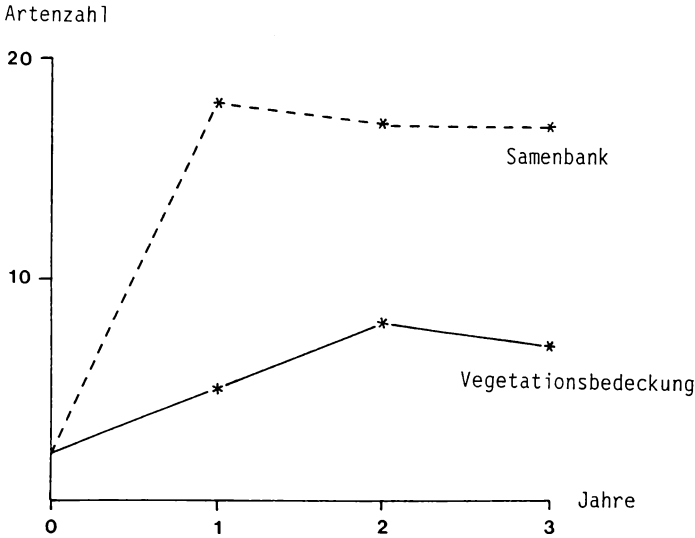


Abb. 3: Entwicklung der Artenzahlen im aktuellen Vegetationsbild und Samenspeicher eines stillgelegten Maisackers

Die offene Bodenfläche wird durch zahlreiche Pionierarten besiedelt, die die Artenzahl im Bodensamenspeicher ansteigen lassen. Arten, die auflaufen, erhöhen die Artenzahl im Vegetationsbild und führen zu einer kleinen Reduktion im Samenvorrat. Nachdem die Vegetationsdecke im zweiten Jahr aufgrund von mehrjährigen Pflanzen relativ dicht geschlossen ist, steigt die Artenzahl im Vegetationsbild nicht mehr an und der Samenvorrat bleibt relativ konstant. Darüber hinaus können aber viele der Pionierbesiedler im ersten Jahr nicht auflaufen, da eine Keimung verhindert wird. Hier spielt die hohe Güllendüngung während der Maisbewirtschaftung eine große Rolle, da viele Samen danach im Boden nicht keimen können (BRUNS 1989). So besteht der Großteil der Vegetation im ersten Jahr aus ubiquitären Nitrophyten, die dann als ausdauernde Arten das Vegetationsbild bestimmen.

In bezug auf das Ackerrandstreifen- sowie Flächenstilllegungsprogramm läßt das den Schluß zu, daß mit Hilfe eine Samenspeicheranalyse in Verbindung mit Keimfähigkeitstests eine Fläche im Hinblick auf die Tauglichkeit für eines dieser Programme vorab getestet werden kann. Anhand der Zusammensetzung des Samenspeichers läßt sich eine Entwicklung voraussagen. Es handelt sich bei dieser Methode um eine Wiederansiedlung durch Reliktvorkommen einzelner Arten im Samenspeicher, was einem Erhalt der "ursprünglichen Vegetation" (extensiv bewirtschafteter Äcker) gleichkommt. Im engeren Zusammenhang steht der Erfolg der Wiederansiedlung (Keimung und Etablierung) dabei zur Ertragsleistung der Fläche, die bei Extensivierungen parallel zur Bewirtschaftung auf ein früher übliches Niveau gesenkt werden muß.

3.2 Wiederherstellung und Neuanlage

Eine weitere wichtige Aufgabe im Naturschutz ist die Wiederherstellung von zerstörten, bzw. beeinträchtigten, Flächen oder ein Ausgleich derselben. Besonders in Norddeutschland werden durch Sandabbau, Aufschüttungen oder Aufspülungen große Flächen zerstört. Langjährige Untersuchungen an Sandentnahmestellen etc. in Nordwestdeutschland haben ge-

zeigt, daß Vegetationstypen, die natürlicherweise gestört werden und an diese Störungen angepaßt sind, sich nach anthropogenen Störungen bei gleichbleibenden abiotischen Bedingungen wiederherstellen lassen. Das gilt auch für Flußufer oder Salzwiesen.

So wurden zum Beispiel Schlickspülflächen an der Leybucht im Rahmen von Deichbaumaßnahmen untersucht (BERNHARDT & HANDKE, im Druck) und mit angrenzenden Salzwiesen (*Puccinellietum maritimae*) verglichen (Tab. 1). Dabei fiel auf, daß in beiden Vegetationstypen zwar die gleichen Arten im Samenspeicher vorhanden waren, die aktuelle Vegetation der beiden Vergleichsflächen jedoch unterschiedlich ausgebildet war. Es sind dies Arten weiterer ausgesüßter Sukzessionsstadien. Dagegen sind die Pionierarten der neubesiedelten Fläche hier nur im Vegetationsbild zu finden, im *Puccinellietum maritimae* nur im Samenspeicher. Das sind Arten, die bei Störungen sofort auflaufen können, aber bei geschlossener Vegetationsdecke im Samenspeicher verbleiben. Darüber hinaus legen aber einige Pionierarten während der Besiedlungsphase einen Samenspeicher an (z. B. *Spergularia marina*, *Spergularia media*), dessen Überdauerungsfähigkeit nur ca. ein bis zwei Jahre beträgt (nach Keimversuchen mit *Spergularia ssp.*).

Tab. 1: Die Anzahl der Samen im Boden (n = 10 Proben) während der Vegetationsperiode im Vergleich zur Vegetationsbedeckung (A Samenspeicher, B Vegetationsbedeckung)

	Pionierstadium		<i>Pucc. maritimae</i>	
	A	B	A	B
<u>Arten nur im Samenspeicher</u>				
<i>Coryza canadensis</i>	12	-	1	-
<i>Cirsium arvensis</i>	3	-	10	-
<i>Poa annua</i>	29	-	18	-
<i>Hordeum secalinum</i>	2	-	5	-
<i>Poa trivialis</i>	5	-	6	-
<i>Plantago intermedia</i>	2	-	-	-
<i>Alopecurus geniculatus</i>	24	-	5	-
<i>Spergularia rubra</i>	12	-	-	-
<u>Arten im Samenspeicher des Pionierstadiums und im Vegetationsbild des <i>Pucc. maritimae</i></u>				
<i>Salicornia spp.</i>	-	+	6	-
<i>Suaeda maritima</i>	-	+	3	-
<u>Arten nur in Pionierflächen</u>				
<i>Spergularia marina</i>	1	+	-	-
<i>Spergularia media</i>	3	+	-	-
<u>Arten nur im <i>Pucc. mar.</i></u>				
<i>Puccinellia distans</i>	-	-	16	+
<i>Leontodon autuminalis</i>	-	-	2	+
<u>Arten in allen Vegetationstypen</u>				
<i>Puccinellia maritima</i>	18	+	3	+
<i>Triglochin maritima</i>	1	+	2	+
<i>Potentilla anserina</i>	5	+	1	+
<i>Juncus gerardii</i>	27	-	3	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	4	+	-	+
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	14	+	7	+
<i>Atriplex hastata</i>	58	+	30	+

+ vorhanden, - nicht vorhanden

Das folgende Modell (Abb. 4) verdeutlicht die Vegetationsentwicklung aus dem Samenspeicher heraus. Nach eigenen Untersuchungen ist dieses Modell auch für die Entwicklung auf Dünenansanden (Untersuchungsraum Baltrum, in Vorber.) sowie für Sandflächen im Binnenland gültig (in Vorbereitung).

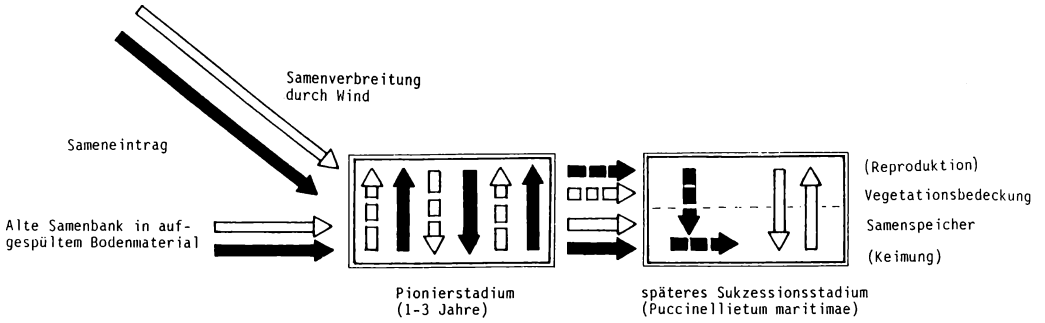


Abb. 4: Modell zur Vegetationsentwicklung aus dem Samenspeicher heraus am Beispiel von Schlickspüflächen an der Küste

Schwieriger dagegen ist die Wiederherstellung von störungsempfindlichen Flächen. Beispielhaft soll hier über den Ausgleich (Ausgleich im Sinne der Eingriffsregelung) von Grabenufern im Feuchtgrünland bei Bremen berichtet werden (BERNHARDT & KUNDEL, in Vorber.). Bei einer Neuanlage von Gräben müssen die Samenspeicher der neuen Grabenstandorte sowie diejenigen der auszugleichenden inventarisiert werden. Unter der Voraussetzung, daß gleiche abiotische Faktoren vorliegen, z. B. Tongehalt des Bodens, Wasserstand etc., kann nach ca. einer Vegetationsperiode durch Vergleiche des Samenbankinventars der neuangelegten Fläche sowie der Vegetationszusammensetzung mit den auszugleichenden Flächen, auf die weitere Entwicklung (Samenspeicher) geschlossen werden. Dabei wird es häufig nötig sein, einzugreifen und die Entwicklung zu lenken, wie z. B. Soden inklusive des Bodens (Samenspeicher) der auszugleichenden Gräben zu versetzen (Transplantate). Bei diesem Bodenabtrag und Bodenverpflanzungen werden i. d. R. aber nicht nur Samen, sondern auch ganze Pflanzen, regenerationsfähige Rhizome etc. versetzt, so daß die Wiederbesiedlung nicht nur von der Samenbank abhängig ist. Es kann aber auch der Bewuchs inklusive der unterirdischen Organe entfernt und nur der Boden mit dem Samenvorrat versetzt werden. Diese Methode wurde in den USA insbesondere bei semiterrestrischen Böden mit Erfolg angewandt (z. B. BROWN & ODUM 1985). Es genügt dabei, die ersten 5-10 cm Boden abzutragen (vgl. JOHNSON & BRADSHAW 1979, TACEY & GLOSSOP 1980). Aber auch in der Bundesrepublik wurden entsprechende Versuche durchgeführt (SCHWAAR 1980, 1985), wobei zumeist der Boden nicht vom Bewuchs befreit wurde. Entscheidend bei der Wahl der Methode muß immer das Managementziel sein.

3.3 Artenschutz

Bei Maßnahmen im Rahmen eines Ausgleiches von Biotopen kann es notwendig werden, Arten, zumeist gefährdete Pflanzen, auszusäen (vgl. BAKKER 1989). Hierbei ist es aber notwendig, die Keimverhältnisse der jeweiligen Populationen der Art zu testen, um festzustellen, ob die Population für den jeweiligen Standort geeignet ist. Der Bodensamenspeicher kann auch die genetische Variabilität von Arten oder Populationen beeinflussen. Dies kann für endemische Arten mit geringen Populationsgrößen interessant sein, aber auch für die phänotypische Plastizität einer Art. So konnte bei Keimversuchen (Labor- und Freilandlaborversuche) bisher festgestellt werden, daß Samen von *Juncus bufonius*, *Juncus articulatus* und *Rorippa palustris* primärer Standorte (Sandufer Hunte und Ems) andere Keimraten und Keimgeschwindigkeiten bei gleichen Temperaturen und Bodenfeuchten aufweisen als an sekundären Standorten wie Sandabgrabungen. Der Anteil von Individuen mit größerer ökologischer Amplitude beträgt hier etwa 60 % gegenüber 18 % an primären Standorten (laufende Untersuchungen). Das bedeutet in diesem Fall (nicht verallgemeinerbar), daß Individuen, die über

große Entfernungen neue Flächen besiedeln, wahrscheinlich eine höhere phänotypische Plastizität aufweisen als Individuen derselben Art, die nur in einem Flußabschnitt siedelt. Die Lebensdauer der Samen dieser Pionierstandorte scheint auch höher zu sein als an Sekundärstandorten. Nach drei Jahren waren von *Juncus articulatus* vom Flußufer noch 62 % keimfähig, am Sekundärstandort 28 %. So kann angenommen werden, daß Populationen einer Art eine "transient seed bank" sowie eine "persistent seed bank" aufbauen können (vgl. BAKKER 1989). Die Plastizität der jeweiligen Population bleibt im Samenspeicher erhalten.

3.4 Etablierung des Samenvorrates im Boden

Bisher wurde immer nur von einem Samenspeicher gesprochen. Nachfolgend soll aufgezeigt werden, wie kompliziert das Zusammenwirken von abiotischer und biotischer Umwelt und der Anlage eines Samenspeichers ist. Diasporen können sich mit Hilfe von Wind, Wasser, Tier und Mensch über größere Entfernungen ausbreiten. Dabei spielen an sandigen Pionierufeln von Flüssen der Wind und an Stillgewässern der Wind und Wasservögel eine große Rolle (vgl. BERNHARDT 1989 b). Untersuchungen an der Ems haben gezeigt, daß der Transport von Diasporen durch das Flußwasser wesentlich geringer ist als erwartet. Insbesondere bei trockener Witterung werden Samen mit Flugvorrichtungen sowie sehr leichte Samen mit dem Wind verbreitet. An der Ems wurden dazu im Rahmen einer Diplomarbeit (BRUGBAUER 1990, BRUGBAUER & BERNHARDT, im Druck) Versuche durchgeführt. Mit Hilfe von Samenfallen (eingegrabenene Plastikgefäße) (vgl. FISCHER 1987) wurden die Diasporen aufgefangen (Abb. 5). Dabei wurde sichtbar, daß alle Arten den Vegetationsklassen der Chenopodietea, Artemisietea und Bidentetatea angehören.

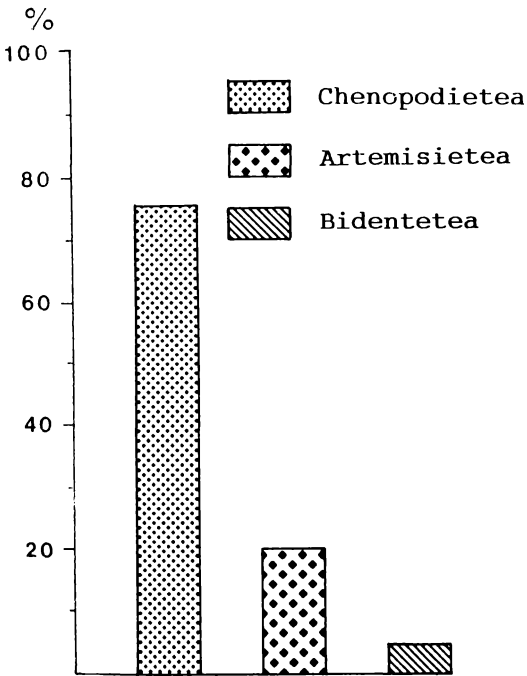


Abb. 5: Zugehörigkeit der in Diasporenfallen festgestellten Samen zu Vegetationsklassen am Beispiel offener Sandufer an der Ems

Es handelt sich dabei um Vegetationseinheiten, die hauptsächlich Pionierarten enthalten. So machen diese Vegetationseinheiten an den offenen Emsufern 76,5 % aus (Abb. 6). Diese Pionierarten benötigen offene "gestörte Flächen".

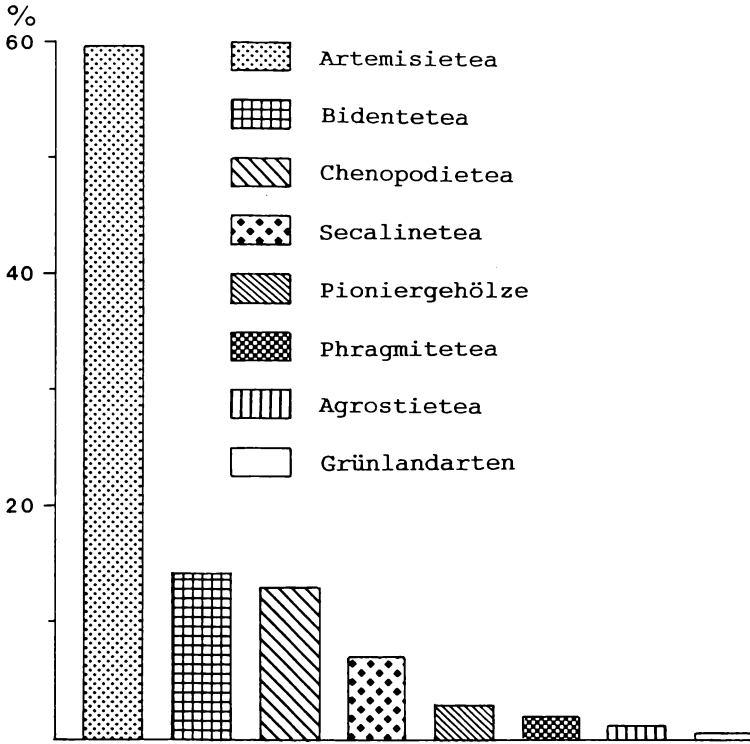


Abb. 6:
Anteil der einzelnen Vegetationsklassen am Vegetationsbild der Emsufer im Emsland

Die Samen der "persistent seed bank" sind insbesondere in tieferen Bodenschichten gelagert, wogegen die Pionierarten in den oberen zwei Zentimetern oder auf dem Boden lagern (Abb. 7). Ein kleiner Teil kann auch in tiefere Bodenschichten gelangen und dort eine "persistent seed bank" aufbauen.

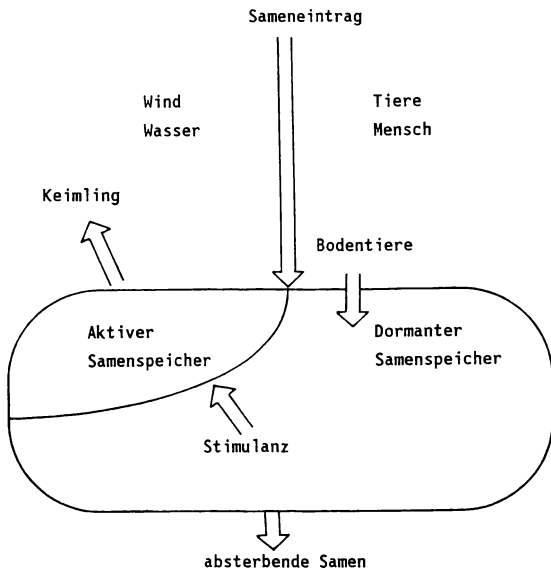


Abb. 7:
Schema zur Vegetationsentwicklung und Anlage eines Samenspeichers (n. HARPER 1977)

Die Einarbeitung erfolgt mit Hilfe von Bodentieren. Das geschieht sowohl durch Anhaften oder Aufkleben als auch durch das Ausscheiden nach Passieren des Darmtraktes. Hierzu lieferten HURKA & HAASE (1982) eindrucksvolle Untersuchungsergebnisse bei Regenwürmern. Anders ist es aber bei wechselfeuchten Sandflächen, denn hier sind es grabende Coleopteren, die die Samen in den Boden "einarbeiten". Dabei spielt das Verschleimen der Samenschale (Myxospermie) bei vielen Arten eine wichtige Rolle (vgl. GRUBERT 1974), weil die Samen dadurch am Organismus kleben bleiben und so entweder fernverbreitet oder in den Boden getragen werden (BERNHARDT, in Vorbereitung).

Aus der Sicht des Naturschutzes ist das Wissen um diese Mechanismen von großer Bedeutung, da insbesondere für den Schutz bestimmter Pflanzen, wie z. B. Pionierarten, der Lebensraum mit entsprechenden Organismen vorhanden sein muß. Diese oben geschilderten Mechanismen finden an stark durch Tritt belasteten Sandufern nicht statt, da sich hier aufgrund der Störungen keine grabenden Käfer halten können und keine Samenbank in tieferen Bodenschichten aufgebaut wird (BERNHARDT 1989 a).

4. Abschließende Betrachtung

Der Diasporenvorrat im Boden hat für die Arbeit im Naturschutz (Management) in vier Bereichen große Bedeutung:

- Erhalt der Vegetationseinheit
- Wiederherstellung
- Neuanlage
- Artenschutz

Dabei ist es immer wichtig, vor der Durchführung von Managementmaßnahmen Größe und Zusammensetzung des Samenspeichers zu ermitteln. Zusätzlich müssen dabei für die wichtigsten Arten des Samenspeichers Keimtests und Tests zur Bestimmung der Lebensdauer durchgeführt werden (vgl. CAVERS & BENOIT 1989, KEDDY & al. 1989). Erst dann können aufgrund dieser Ergebnisse und dem Vergleich mit der aktuellen Vegetation konkrete und erfolgreiche Maßnahmen durchgeführt werden wie z. B. kontrolliertes Brennen, Aussaaten, Mahd, Bodenstörungen etc. Auf diesem Gebiet ist aber noch sehr viel Grundlagenarbeit nötig.

Literatur

- BAKER, H. G., 1974: The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 1-24.
- BAKKER, J. P., 1989: Nature Management by Grazing and Cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. Chapter XI: Seed dispersal and seed bank: 317-335. Chapter XIII: Management: 357-371.
- BEEFTING, W. G., ROZEMA, J. & A. H. L. HUISKES, 1985: Ecology of coastal vegetation. Junk, Dordrecht: 598 S.
- BERNHARDT, K.-G., 1987: Untersuchungen zur Biologie der Begleitflora mediterraner Wein- und Getreidekulturen im westlichen Sizilien. *Diss. Botanicae* 103, Stuttgart.
- BERNHARDT, K.-G., 1989 a: Abgrabungsgewässer als Lebensraum für Pionierarten und deren Bestandsveränderungen durch Tritt. *Verh. Ges. Ökol.* 18: 43-51.
- BERNHARDT, K.-G., 1989 b: Pflanzliche Strategien der Pionierbesiedlung terrestrischer und limnischer Sandstandorte in Nordwestdeutschland. *Drosera* 89 (1/2): 113-124.
- BERNHARDT, K.-G., FORSTREUTER, V. & S. BRUNS, im Druck: Der Einfluß der Bearbeitungsmethoden und des Samenspeichers auf die Zusammensetzung der Begleitvegetation von Mais- und Rübenäckern am Beispiel des Osnabrücker Berglandes. *Bayr. Landw. Jahrbuch.*
- BERNHARDT, K.-G. & P. HANDKE, 1988: Zur Vegetationsdynamik von Schlickspülflächen in der Umgebung von Bremen. *Tuexenia* 8: 239-246.
- BERNHARDT, K.-G. & H. HURKA, 1989: Dynamik des Samenspeichers in einigen mediterranen Kulturböden. *Weed Research* 29: 247-254.
- BERNHARDT, K.-G. & W. KUNDEL, in Vorber.: Samenspeicherdynamik alter und neuangelegter Grünlandgräben im Niedervieland bei Bremen.
- BROWN, M. T. & H. T. ODUM, 1985: Studies of a Method of Wetland Reconstruction Following

- Phosphate Mining. Publ. No. 03-022-032. Florida Inst. Phosphate Res. Bartow.
- BRUGBAUER, R., 1990: Besiedlungsdynamik ufernaher Pioniervegetation an Ems und Hase (Emsland). Dipl.-Arb. Universität Osnabrück.
- BRUGBAUER, R. & K.-G. BERNHARDT, 1991: Versuche zum Sameneintrag an offenen Pionierufern der Ems. Verh. Ges. Ökol. 19: im Druck.
- BRUNS, S., 1989: Die Ackerbegleitflora auf Maisäckern in Abhängigkeit von Bearbeitungsmethoden. Diplomarbeit Universität Osnabrück.
- CAVERS, P. B. & D. L. BENOIT, 1989: Seed bank in Arable Land. In: LECK, M. A., PARKER, V. T. & R. L. SIMPSON (eds.): Ecology of Soil Seed banks. Academic Press, London.
- FISCHER, A., 1987: Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Diss. Botanicae 110, Stuttgart.
- GRIME, J. P., 1981: Plant strategies and vegetation processes. New York.
- GRUBERT, M., 1974: Studies on the distribution of myxospermy among seeds and fruits of Angiospermae and its ecological importance. Acta Biol. Venez. 8: 315-551.
- HURKA, H. & R. HAASE, 1982: Seed ecology of *Capsella bursa-pastoris* dispersal Mechanism and the soil bank. Flora 172: 35-46.
- JOENJE, W., 1978: Plant colonization and succession on embarked sandflats. Thesis, Groningen, 160 S.
- JOHNSON, M. S. & A. BRADSHAW, 1979: Ecological principles for the restoration of disturbed and degraded land. Appl. Biol. 4: 141-200.
- KEDDY, P. A., WISHEN, J. C., SHIPLEY, B., & C. GAUDET, 1989: Seed Bank and Vegetation Management for Conservation: Toward Predictive Community Ecology. In: LECK, M. A., PARKER, V. T. & R. L. SIMPSON (eds.): Ecology of Seed Banks. Academic Press, London.
- KROPAC, Z., 1966: Estimation of Weed Seeds in arable soil. Pedobiologia 6: 105-128.
- PFADENHAUER, J. & D. MAAS, 1987: Samenpotential im Niedermoorboden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Flora 179: 85-97.
- POSCHLOD, P., 1990: Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren des bayrischen Alpenvorlandes unter besonderer Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren. Diss. Bot. 152, Stuttgart.
- ROBERTS, H. A., 1981: Seed banks in Soil. Adv. Appl. Biol. 6: 1-55.
- SCHWAAR, J., 1980: Möglichkeiten der Artenerhaltung durch Neu- und Wiederansiedlung. Tagungsber. Bayer. Akad. Naturschutz u. Landschaftspflege 5/80: 30-40.
- TACEY, W. H. & B. L. GLOSSOP, 1980: Assessment of topsoil handling techniques for rehabilitation of sites mined for bauxite within the Jarrah forests of western Australia. J. Appl. Ecol. 17: 195-201.
- THOMPSON, K. & J. P. GRIME, 1979: Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in the contrasting habitats. J. Ecol. 67: 893-921.
- VAN DER VALK, G. & R. L. PEDERSON, 1989: Seed Banks and the Management and Restoration of Natural Vegetation. In: LECK, M. A., PARKER, V. T. & R. L. SIMPSON (eds.): Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press, London.
- VAN DER VALK, G. & J. T. A. VERHOEVEN, 1988: The restoration of quaking fens from floating forests. The role of the seed bank and understory species. Vegetation 76: 3-13.
- WILLEMS, J. H., 1982: Seed bank as a part of vegetation. Meeting of the section for vegetation research on september 30, 1982: Theme: Seed bank and vegetation: 243-244.

Adresse

Dr. Karl-Georg Bernhardt
Universität Osnabrück
FB Biologie/Chemie
Barbarastr. 11

W - 4500 Osnabrück

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_2_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Bernhardt Karl-Georg

Artikel/Article: [Die Samenbank und ihre Anwendung im Naturschutz
883-892](#)