

The electronic publication

Vergleich der Entwicklung der sichtbaren Vegetation sowie des Diasporenvorrates im Boden von Dauerquadratflächen mit Hilfe feinanalytischer Methoden

(Bernhardt et al. 1995)

has been archived at <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/> (repository of University Library Frankfurt, Germany).

Please include its persistent identifier <urn:nbn:de:hebis:30:3-425414> whenever you cite this electronic publication.

Vergleich der Entwicklung der sichtbaren Vegetation und des Diasporenvorrates im Boden von Dauerquadraten mit Hilfe feinanalytischer Methoden

– Karl-Georg Bernhardt, Ingrid Brockmann, Michael Spitzer –

Zusammenfassung

Im Botanischen Garten Osnabrück wurden 1986 Dauerflächen zur Beobachtung von Vegetationsveränderungen bei verschiedenen Bewirtschaftungsformen angelegt und bis 1992 erfaßt. Ein Schwerpunkt lag in der Untersuchung des Diasporenvorrates im Boden, seiner Zusammensetzung sowie vertikalen Schichtung. Über das Auffangen von Samen wurde der Sameneintrag bei verschiedenen Fallengrößen festgestellt. Der Diasporenvorrat im Boden zeigt die zeitlichen Veränderungen der Vegetation an. Alle untersuchten Bodenproben weisen hohe Arten- und Diasporenzahlen auf. In allen Bodenschichten sind Diasporen vorhanden. Der Haupteintrag der Samen erfolgt mit Hilfe des Windes.

Abstract: Comparison of vegetation succession and the soil seed bank in permanent plots

The vegetation dynamics of four permanent plots in the Botanical Garden Osnabrück were studied, including the vegetation cover and the soil seed bank, in particular the vertical zonation of seeds in soil. Seed propagation and the deposition of seeds of different size classes were also determined. The soil seed bank reflected temporal vegetation changes, as well as different habitat conditions, the different management measures of the permanent plots and the influence of the vegetation of neighbouring fields. All plots showed high species and diaspore richness, and diaspores were found in all soil layers. The succession was influenced by the seed bank and propagated seeds.

1. Einleitung

Kontinuierliche Beobachtungen zum Ablauf der Pionierphase von Sekundärsukzessionen liegen bisher zumeist nur als Beschreibung des Vegetationsbildes vor (vgl. BÖTTCHER 1974). Ausschlaggebende Faktoren für eine Vegetationsbesiedlung und Entwicklung wurden im deutschsprachigen Raum erst von wenigen Autoren untersucht (z. B. FISCHER 1987, BERNHARDT 1987, 1993a). Hier spielen Aspekte der Populationsbiologie eine wichtige Rolle. Neben den Ausbreitungs- und Stabilisierungsprozessen sind der Bodensamenspeicher sowie die Keimfähigkeit der Pflanzenarten von Bedeutung. Nur die Kenntnis dieser populationsbiologischen Merkmale läßt eine konkrete Aussage zu Besiedlungsprozessen zu. Deshalb wurden innerhalb dieser Arbeit, ausgehend von einer Beschreibung der Veränderungen im Vegetationsbild (aktuelle Vegetation) die Dynamik und der Aufbau des Diasporenvorrates im Boden detailliert untersucht.

Zur Beobachtung der aktuellen Vegetationsbedeckung reicht bei einer feinanalytischen Untersuchung (FISCHER 1985) die Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) nicht mehr aus. Die wiederholte Untersuchung und Aufnahme einer oder mehrerer Dauerprobeflächen über einen längeren Zeitraum hinweg gilt als genaueste Form der Sukzessionsforschung (ELLENBERG 1956, SCHMIDT 1981, 1986).

Die vorliegende Untersuchung soll zeigen, welche Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung der Phytozönose auf kleinem Raum auftreten können, bedingt einmal durch unterschiedliche Bearbeitungs- und Pflegemaßnahmen, zum anderen aber auch aufgrund des Vorkommens von Arten im aktuellen Vegetationsbild oder als „gespeicherte Vegetation“ im Boden. Insbesondere für Untersuchungen großflächiger Vegetationstypen ist die Kenntnis der Unterschiede im Diasporenvorrat und im aktuellen Vegetationsbild von grundlegender Bedeutung, ebenso wie für vegetationslenkende Maßnahmen innerhalb der Naturschutzarbeit.

2. Das Untersuchungsgebiet

Osnabrück liegt im Hügelland zwischen den Ausläufern des Wiehengebirges und des Teutoburger Waldes. Der Untergrund setzt sich aus überwiegend Sand-, Kalk- und Tonsteinen zusammen, die aus dem Mesozoikum stammen und 225 Millionen Jahre alt sind.

Der Botanische Garten der Universität Osnabrück liegt auf dem Westerberg und wurde auf dem Gelände einer ehemaligen Steinbrucharanlage angelegt. Hier wurden bis zum 2. Weltkrieg Kalksteine für Bauzwecke abgebaut. Dieser Kalkstein ist ein Aufschluß des unteren Muschelkalks.

Osnabrück liegt im atlantisch geprägten Bereich Nordwestdeutschlands. Das Klima zeichnet sich durch niederschlagsreiche Sommer sowie durch milde Winter aus.

3. Versuchsflächen im Botanischen Garten

Die Abbildung 1 zeigt die Lage der Untersuchungsflächen sowie die unterschiedlichen Bearbeitungsweisen. Die Probestellen wurden 1986 angelegt. Auf den vorhandenen Rohböden wurde eine Schicht aus sandiger Braunerde aufgebracht.

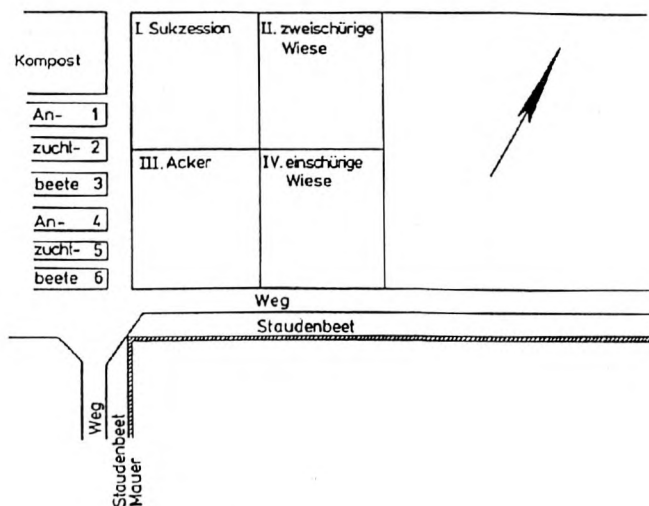


Abb. 1: Die Anordnung der Dauerbeobachtungsflächen im Botanischen Garten.

Auf dem Versuchsacker wurden vier Dauerquadrate von je 10 x 10 m abgesteckt und in den Folgejahren folgendermaßen bearbeitet:

- I. Sukzession: diese Fläche wird seit der Anlage 1986 nicht bearbeitet.
- II. zweischürige Wiese: diese Fläche wird jährlich Ende Juni und Ende August gemäht.
- III. Ackerfläche: diese Fläche wird jährlich im Herbst gepflügt.
- IV. einschürige Wiese: diese Fläche wird jährlich Ende Juli gemäht.

Auf Fläche IV wurde 1986 zusätzlich eine „Wildwiesenmischung“ ausgesät, die in Tab. 1 dargestellt ist.

Tab. 1: „Wildwiesenmischung“, die im Frühjahr 1987 auf Fläche IV, einschürige Wiese, eingesät wurde

Einsaatmischung Fläche IV, einschürige Wiese			
	[g]	[%]	akt. Vegetation
<i>Plantago lanceolata</i>	3,747	15,60	+
<i>Pimpinella major</i>	3,392	14,10	-
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2,812	11,70	+
<i>Ranunculus acris</i>	2,676	11,10	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	2,050	8,50	-
<i>Trifolium repens</i>	1,814	7,50	+
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	1,450	6,00	+
<i>Holcus lanatus</i>	1,444	6,00	+
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,253	5,20	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1,119	4,70	+
<i>Rumex acetosa</i>	1,029	4,30	+
<i>Achillea millefolium</i>	0,664	2,80	+
<i>Poa pratensis</i>	0,606	2,52	+

+ = Art in aktueller Vegetation aufgetreten bzw. vorhanden

4. Methoden

4.1 Erfassung der aktuellen Vegetation

Zur vegetationskundlichen Einordnung der Untersuchungsflächen erfolgten pflanzensoziologische Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964). Die Systematik richtet sich weitestgehend nach OBERDORFER (1980) und HÜPPE & HOFMEISTER (1990). Es sind dabei nur die Klassenzugehörigkeit sowie der Gesellschaftsname berücksichtigt. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach EHRENDORFER (1973).

Jeweils an drei Terminen pro Jahr (Mai, Juni/Juli, August) zwischen 1986 und 1992 erfolgte die Inventarisierung der Dauerquadratflächen. Durch die zwei- bis dreimalige Aufnahme pro Vegetationsperiode ist gewährleistet, daß auch kurzlebige Therophyten und unauffällige seltene Pflanzen mit erfaßt wurden.

Die wiederholte Untersuchung und Aufnahme einer oder mehrerer Dauerprobenflächen über einen längeren Zeitraum hinweg gilt als genaueste Form der Sukzessionsforschung (ELLENBERG 1956, SCHMIDT 1986). Bei derartigen Untersuchungen können für eine vergleichende Betrachtung nur weitgehend homogene Probenflächen berücksichtigt werden.

Für die Schätzung der Vegetationsbedeckung reicht bei Dauerquadratuntersuchungen die Skala nach BRAUN-BLANQUET (1964) nicht aus. Die hier verwendete Methode nach SCHMIDT (1974) stellt eine Verfeinerung der Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964) dar (vgl. LONDO 1975, SCHIEFER 1981).

4.2. Erfassung des Diasporenvorrates im Boden

4.2.1 Probenahme

Die gängigste Methode, die in der Literatur beschrieben wird, ist die Entnahme von Bodenproben mit dem Bohrstock (CHAMPNESS 1949, JENSEN 1969, BERNHARDT & HURKA 1989). Für diese Arbeit wurde die Probenahme wie folgt durchgeführt:

Nach dem Zufallsprinzip (1 aus 100) wurden pro Fläche zwei Probequadrate (je 1 m²) ausgewählt und mit dem Püreckhauer-Bohrer Bodenproben bis zu einer Tiefe von 30 cm entnommen. Die Entnahmetiefe von 30 cm wurde gewählt, da die Ackerfläche bis zu einer Tiefe von ca. 30 cm gepflügt bzw. geäst wurde. Je kleiner der Durchmesser des Bohrstocks ist, desto geringer werden die Schwankungen, die durch eine geklumpte Samenverteilung auftreten können (vgl. HATT 1990). Ein zusätzlicher Faktor für die Wahl eines geringen Bohrstockdurchmessers ist der Skelettreichtum des Bodens.

4.2.2 Das Ausspülverfahren

Von jeder Mischprobe (Einzelquadrat s. Probenahme) wurde ca. 250 cm³ Bodensubstrat durch Siebe verschiedener Maschenweite (2; 1; 0,75; 0,5; 0,2 mm) gespült (STANDIFER 1980; BERNHARDT & HURKA 1989). Die jeweils verbliebene Fraktion wurde auf Filterpapier dekantiert und unter dem Binokular nach Samen untersucht. Die Samenbestimmung richtet sich nach BERTSCH (1941), BEIJER-NICK (1947) und BERGGREN (1981). Ebenso wurde die Samensammlung des Institutes benutzt.

4.2.3 Keimfähigkeitstests

Da beim Ausspülverfahren die Anzahl der Diasporen wesentlich höher liegt als Keimlinge beim Ausstreichverfahren auflaufen, wurde beim Ausspülverfahren zusätzlich ein Keimfähigkeitstest durchgeführt, bei dem die Keimrate gemessen wurde. Die Durchführung von Keimversuchen auf Filterpapier ist eine übliche Methode, die von vielen Autoren angewandt wird (LAUER 1953, BERNHARDT 1993a). Versuche von LAUER (1953) und BERNHARDT (1987) zeigten, daß bei einigen Arten das Keimungsoptimum auf Filterpapier sogar höher liegt als im Bodensubstrat, wie z. B. neutralem Lehm oder saurem Sand. Aus sämtlichen Proben: Mischprobe, Bodenprofil, allen 4 Flächen und allen 4 Probetermenen wurden die Samen gemischt und in entsprechender Anzahl auf Filterpapier in Petrischalen ausgelegt. Die Schalen wurden in Klimakammern bei einem Temperaturregime von 25/10° C bei Langtagbedingungen für eine Versuchsdauer von maximal 3 Monaten aufgestellt. Das Filterpapier mit den Samen wurde mit destilliertem Wasser konstant feucht gehalten und alle 3 Tage kontrolliert. Als gekeimt wurden solche Samen angesprochen, bei denen die Radicula durchbrochen war (BERNHARDT 1993a).

4.2.4 Das Ausstreichverfahren (Keimversuch)

Von jeder Mischprobe wurde jeweils ca. 1000 cm³ Boden in Ansaatschalen (30 x 40 x 6 cm) dünn ausgestrichen (ca. 1 cm dick). Eine dünne Probeschicht ist erforderlich, da die häufigsten Arten ein Keimungsoptimum bei einer Bodentiefe von 1–3 cm haben (WEHSARG 1912). Die Ansaatschalen wurden zuvor mit TKS II (Torf-Kultur-Substrat II, sterilisiert, aufgedüngt) unterschichtet, um den heranwachsenden Keimlingen optimale Wachstumsbedingungen zu ermöglichen. Die Proben wurden in einer unbeheizten Vegetationshalle des Botanischen Gartens Osnabrück aufgestellt, wobei die Temperatur im Gewächshaus meist etwas über der Außentemperatur lag (1–5° C). Die Ansaatschalen wurden regelmäßig (jede Woche während der Vegetationsperiode, alle 2 Wochen im Winter) auf stattgefundene Keimung kontrolliert.

4.2.5 Die Untersuchung des Samenregens („seed rain“)

Bei Sukzessionsuntersuchungen sowie bei der Besiedlung von Pionierstandorten ist nicht nur die „soil seed bank“, sondern auch der Einfluß benachbarter Vegetationsstrukturen wichtig für die Neubesiedlung von Standorten (BRAUN-BLANQUET 1964). Dieser Einfluß kann über das Auffangen von Samen festgestellt werden. Die Anzahl der Samen, die aufgefangen werden, ist im hohen Maße von der angewandten Methode abhängig (FISCHER 1987, BERNHARDT 1993a). ARCHIBOLD & HUME (1982) verwenden Samenfallen, die auf Bodenniveau eingegraben und mit sterilisiertem Bodensubstrat gefüllt sind. Die Fallen werden regelmäßig auf Keimlinge kontrolliert und nach einer Expositionszeit von einem Jahr im Gelände anschließend nach dem Ausstreichverfahren in Gewächshäusern kultiviert. Bei dieser METHODE werden nur geringe Diasporenzahlen ermittelt. FISCHER (1987) und POSCHLOD (1991) benutzen trichterförmige Trockenfallen unterschiedlichen Durchmessers, bei denen die Samen in einem Fangbehälter aufgefangen und direkt ausgezählt werden. Hier können, durch den Fallenaufbau bedingt, auch wieder Samen ausgetragen werden. HARPER (1977) beschreibt dies als „postdispersal movement“.

Für die vorliegende Untersuchung wurden Samenfallen auf Bodenniveau eingegraben und mit Wasser gefüllt. Um die Oberflächenspannung herabzusetzen, wurde zusätzlich etwas Seifenlösung hinzugefügt, damit Ausbreitungs-Strukturen, wie z. B. Pappushaare, eintauchen können. Die Anwendung von Naßfallen macht es allerdings erforderlich, die Fallen in sehr kurzen Abständen zu leeren, da die eingefangenen Samen quellen und keimen (BERNHARDT 1993a). Auf jeder Probefläche wurden 3 Fallenstandorte eingerichtet.

5. Die Vegetation der Untersuchungsflächen

Tabelle 2 (s. S. 6f.) zeigt die Vegetationsentwicklung von 1987 bis 1992 auf den vier unterschiedlich bearbeiteten Untersuchungsflächen im Botanischen Garten Osnabrück.

Auf allen 4 Untersuchungsflächen stellen sich 1987 zunächst, dem Pioniercharakter der Flächen entsprechend, die Arten der *Stellarietea mediae* ein. Auf der Sukzessionsfläche dominieren *Artemisietea*-Arten, die in kleinen Bereichen bereits eine Verbuschung mit *Salix caprea*, *Acer campestre* und *Cornus sanguinea* anzeigen.

Auf der Fläche III, die jährlich im Herbst gemäht wird, geht die Entwicklung über wechselnde Anteile von *Stellarietea*-Arten zu einem Stadium über, in dem mehrjährige Ruderal- und *Stellarietea*-Arten vorherrschen. Im vorderen Bereich der Fläche zum Weg hin bildet sich ein Dominanzstadium von *Tussilago farfara* aus, das durchsetzt ist mit *Thlaspi arvense* und *Sinapis arvensis*. In Richtung Fläche I nehmen ab 1991 die Ruderalarten wie *Cirsium arvense* und *Artemisia vulgaris* zu.

Auf der einschürigen Wiese (Fläche IV) findet eine Entwicklung über annuelle *Stellarietea*-Arten mit einem Übergang zu *Artemisietea* und *Arrhenatheretalia* statt. So ist die Charakterart *Arrhenatherum elatius* im Verlauf der Jahre mit zunehmenden Deckungsgraden vertreten.

Auch Arten wie *Briza media*, *Trisetum flavescens* und *Anthoxanthum odoratum* zeigen zunehmende Deckungsgrade. Auf Fläche IV wurde bei der Einrichtung 1987 eine Einsaat vorgenommen (Tab. 1). Von diesen Arten sind außer *Pimpinella major* und *Heracleum sphondylium* alle Arten aufgetreten. *Plantago lanceolata*, *Arrhenatherum elatius*, *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium repens*, *Holcus lanatus* und *Poa pratensis* zeigen 1992 hohe Anteile in der aktuellen Vegetation. *Ranunculus acris*, *Alopecurus pratensis* und *Taraxacum officinale* sind in geringen Anteilen in der aktuellen Vegetation vertreten.

Auf der zweischürigen Wiese (Fläche II) sind im Ablauf der Jahre die Arten der *Molinio-Arrhenatheretea* wie *Holcus lanatus* und *Poa pratensis* mit steigenden Deckungsgraden vertreten. Auffällig ist zudem das starke Auftreten von *Rumex obtusifolius*.

Auf allen 4 Dauerprobeflächen ist ein gegenseitiger Einfluß der Flächen zueinander feststellbar. Es handelt sich durchweg um Mischbestände. So sind auf allen Flächen 1992 Arten der *Stellarietea*, der *Artemisietea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Plantaginetea* und *Arrhenatheretalia* vorhanden. Auch Arten der angrenzenden Staudenbeete und Anpflanzungen können sich auf den Dauerflächen etablieren, z. B. *Rudbeckia laciniata*, *Aster noviangliae*, *Potentilla recta*, *Aquilegia vulgaris* agg. und *Hieracium aurantiacum*.

6. Lebensformspektren

Fläche I: Sukzession

Diese Fläche der ungestörten Sukzession (Abb. 2) zeichnet sich 1987 durch einen hohen Therophytenanteil aus, der 1988 bereits auf 10% zurückgeht und 1989 ein Minimum von 2% erreicht. Bis 1992 wird ein Wert von 5% erreicht. Hierbei handelt es sich um *Vicia*-, *Sonchus*- und *Polygonum*-Arten.

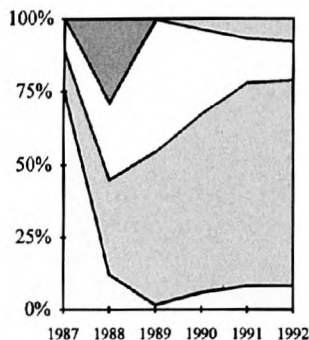
Die Hemikryptophyten der Fläche I sind bereits 1987 mit 10% vorhanden und etablieren sich bereits 1989 mit einem Anteil von 60%. Sie erreichen 1992 einen Wert von 80% und stellen somit den Hauptteil der Pflanzen. Dies ist bedingt durch Arten wie *Tanacetum vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Artemisia vulgaris*, *Hypericum perforatum* und *Holcus lanatus*, die einen kontinuierlichen Anstieg in der Vegetationsbedeckung zeigen.

Die Geophyten werden durch *Cirsium arvense*, *Petasites hybridus* und *Tussilago farfara* repräsentiert. Sie haben ihr Deckungsgradmaximum 1989 mit fast 50% und sind 1992 noch mit 10% vorhanden.

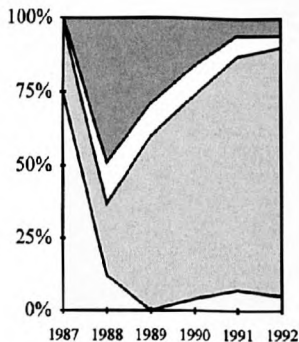
Die Chamaephyten sind auf der Sukzessionsfläche I nur durch zwei Arten, *Trifolium repens* und *Cerastium holosteoides* vertreten. Das häufige Auftreten von *Trifolium repens* 1988 erklärt den hohen Anteil der Chamaephyten insgesamt in diesem Jahr. 1989 ist diese Art auf der Fläche nicht mehr nachzuweisen.

<i>Linaria vulgaris</i>	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Picris hieracioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lamium album</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Epidobium hirsutum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Epidobium montanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex spicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Epidobium tetragonum</i>	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Arabis glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Molinio- Arrhenatheretea																				
<i>Holcus lanatus</i>	-	-	3	-	1	-	35	70	5	8	-	20	50	15	10	1	20	15	40	40
<i>Poa trivialis</i>	-	3	-	1	1	-	3	40	8	5	-	2	-	10	8	-	3	10	8	8
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	4	4	-	3	-	15	10	1	3	-	1	3
<i>Poa trivialis</i>	-	5	3	3	-	-	-	5	5	5	-	-	5	3	1	-	-	10	5	5
<i>Cerastium holosteoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3
<i>Festuca pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Alopecurus pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Vicia cracca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus acris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achillea ptarmica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunella vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arrhenatheretalia																				
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	1	3	-	5	-	5	5	-	-	-	3	3	-	3	8	3	3
<i>Trifolium repens</i>	2	60	-	-	1	-	50	-	-	-	2	70	8	20	20	-	70	50	5	5
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1
<i>Leucanthemum scutellarium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	1
<i>Agrostis tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	8
<i>Trisetum flavescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	1
<i>Campanula rapunculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Senecio jacobaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	4
<i>Geranium molle</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Lolium perenne</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	4
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	-	-	-	4
<i>Stellaria graminea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Hieracium aurantiacum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Pimpinella saxifraga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Centaurea jacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Lolium multiflorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Trifolium dubium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Luzula campestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Bromus hordeaceus</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Briza media</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	4
<i>Phleum pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Campanula patula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Hieracium pilosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	4
<i>Sanguisorba minor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Campanula persicifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Eryngium planum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Aquilegia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Potentilla recta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Geum urbanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Hypochoeris radicata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Leontodon autumnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Plantagineae																				
<i>Ranunculus repens</i>	-	10	8	3	5	-	20	20	1	1	-	5	5	3	3	-	10	15	3	3
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	-	-	5	3	-	-	3	5	5	-	-	20	8	5	3	-	30	10	8
<i>Rumex crispus</i>	-	1	1	1	-	-	-	1	4	4	-	-	-	-	4	2	3	-	-	3
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	3	5	2	3	-	3	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Poa annua</i>	2	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4	4	25	1	1	-	-	1
<i>Polygonum aviculare</i>	1	-	-	10	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Trifolium hybridum</i>	-	15	-	-	-	-	10	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plantago major</i>	-	5	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Carex hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Juncus inflexus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Liquisetum arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Glyceria fluitans agg.</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plantago intermedia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Matricaria discoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plantago media</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Trifolio-Geranietea																				
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	1	1	-	1	-	-	1
<i>Trifolium medium</i>	-	-	-	5	-	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	1
Gehölze																				
<i>Salix caprea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer campestre</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus sanguinea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

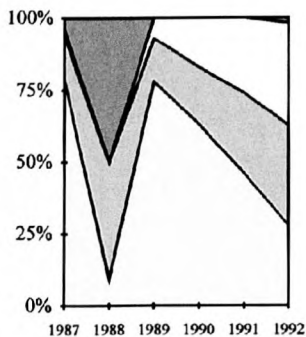
I. Sukzession



II. zweischtrige Wiese



III. Acker



IV. einschtrige Wiese

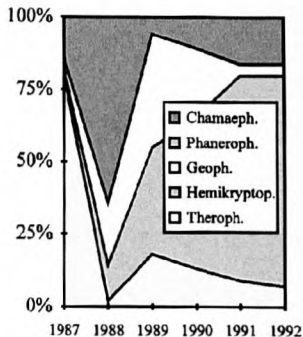


Abb. 2: Zeitliche Entwicklung der Lebensformenspektren (1987–1992).

Ab 1989 treten die ersten Phanerophyten auf. Der Anteil steigt kontinuierlich bis 1992 an und wird hauptsächlich durch *Salix caprea* und in geringeren Anteilen von *Acer campestre* und *Cornus sanguinea* gestellt. Gehölze treten ausschließlich im Randbereich der Parzelle auf (nicht im Kernbereich). Die angrenzenden Flächen des Botanischen Gartens zu den Untersuchungsflächen I und II wurden regelmäßig gemäht. Nur in diesem Randbereich konnten Phanerophyten festgestellt werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von SCHIEFER (1981).

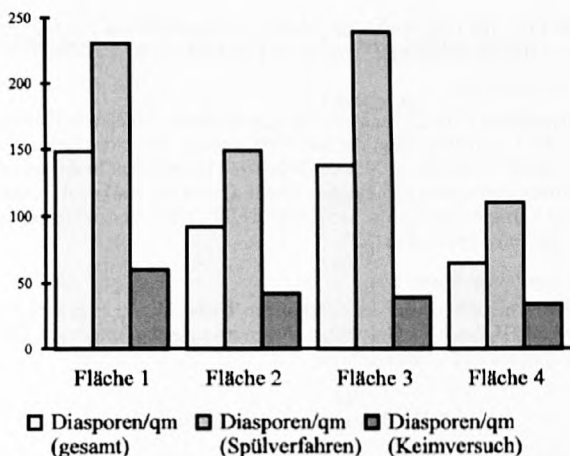


Abb. 3: Vergleich der Diasporenzahl pro m² auf den einzelnen Untersuchungsflächen als Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Methoden und der Summe aus beiden Methoden (gesamt).

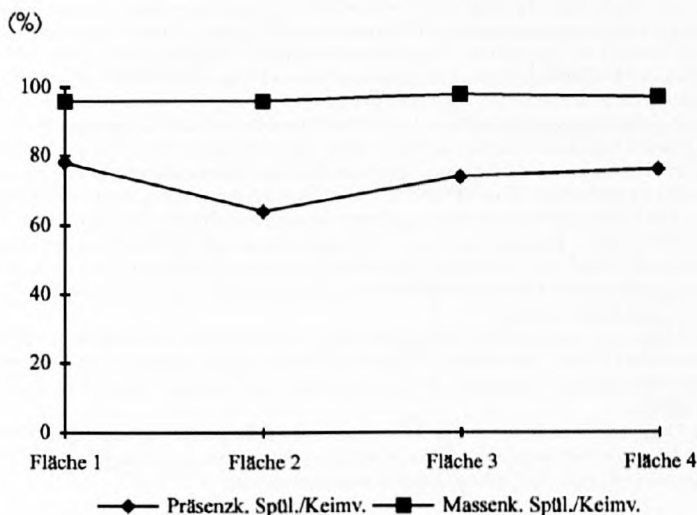


Abb. 4: Präsenz- und Massengemeinschaftskoeffizienten nach ELLENBERG (1956) Vergleich des Ausspülverfahrens mit dem Keimversuch.

Fläche II: zweischürige Wiese

Das Auftreten der Therophyten auf der zweischürigen Wiese (Abb. 2) ist im Verlauf von 1987 bis 1992 ähnlich wie auf der Sukzessionsfläche. Dagegen sind die Hemikryptophyten 1992 mit ca. 90% stärker vertreten. Hier macht sich der hohe Anteil der Gräser bemerkbar. Die Häufigkeit der Geophyten ist in allen Jahren geringer als auf Fläche I. Sie erreichen 1988 ein

Maximum von 15%. Bis 1992 konnte ein Abfall der Anteile bis auf 5% festgestellt werden. Chamaephyten zeigen ebenfalls ein Maximum im Jahr 1988 (ca. 50% durch *Trifolium repens*).

Fläche III: Ackerfläche

Auf der Ackerfläche (Abb. 2) kann durchgängig ein hoher Anteil von Therophyten beobachtet werden. Eine Ausnahme zeigt das Jahr 1988, bedingt durch den hohen Deckungsgrad von *Trifolium repens*. 1992 sind ca. 30% der Pflanzen Therophyten. In diesem Jahr haben die Hemikryptophyten einen etwa gleich hohen Anteil. Durch das häufige Auftreten von *Tussilago farfara* und *Cirsium arvense*, die nach SCHIEFER (1981) zu den Geophyten gerechnet werden, steigt ihr Anteil 1992 auf ca. 30%.

Fläche IV: einschürige Wiese

Der Anteil der Therophyten auf der einschürigen Wiese (Abb. 2) zeigt ähnliche Tendenzen wie auf Fläche I und II. Auch die Geophyten weisen etwa gleiche Anteile auf. Dies ist bedingt durch *Tussilago farfara* und *Cirsium arvense*.

7. Die Diasporenbank im Boden

Der Diasporenvorrat des Bodens setzt sich nicht nur aus Samen zusammen, die in der aktuellen Vegetation vorhanden sind, sondern kann auch Auskünfte über vorherige Vegetationsverhältnisse geben. Tabellen 3–6 verdeutlichen dies sehr anschaulich. In diesen Tabellen sind die Ergebnisse aller Probeterminale von 1991 pro Fläche zusammengefaßt. Die Tabellen sind jeweils nach Stetigkeit und Häufigkeit der auftretenden Diasporen geordnet. Auf der Sukzessionsfläche (Tab. 3) konnten insgesamt 73 Pflanzenarten im Diasporenvorrat nachgewiesen werden. Ein Großteil der gefundenen Arten ist in der aktuellen Vegetation bzw. in der aktuellen Vegetation der Vorjahre vertreten. Die dominante Art im Diasporenvorrat des Bodens ist *Juncus bufonius*, die in der aktuellen Vegetation der Jahre 1987 bis 1992 nicht vertreten ist und den Hauptanteil des Samenspeichers bildet. In den Bodenproben sind viele Diasporen der ehemaligen Vegetation wie *Matricaria chamomilla*, *Tripleurospermum inodorum*, *Thlaspi arvense* u. a. vorhanden. Dominierende Gräser sind *Agrostis stolonifera*, *Holcus lanatus* und *Poa annua*.

Auf der zweischürigen Wiese (Fläche II, Tab. 4) konnten insgesamt 67 Arten nachgewiesen werden. Die Verhältnisse in der Artenzusammensetzung sind ähnlich wie auf Fläche I. Auch hier dominiert *Juncus bufonius*, gefolgt von *Spergula arvensis*, die beide nicht in der aktuellen Vegetation im Ablauf der Jahre nachgewiesen werden konnten. Ein Großteil der nachgewiesenen Arten gehört zu den Pionierbesiedlern. Der Anteil der Gräser am Diasporenvorrat des Bodens ist wie auf Fläche I gering.

Der Diasporenvorrat auf der Ackerfläche (Tab. 5) unterscheidet sich nicht wesentlich von den vorherigen Flächen. Hier konnten insgesamt 70 Arten nachgewiesen werden. Der Großteil der Arten setzt sich aus *Stellarietea*-Arten zusammen. Auch auf der Ackerfläche dominiert *Juncus bufonius*.

Die Dominanz von *Juncus bufonius* zeigt sich ebenfalls auf der einschürigen Wiese IV (Tab. 6). Hier konnten insgesamt 67 Arten nachgewiesen werden, bei denen ein Großteil der Arten in den vorherigen Vegetationsaufnahmen aufgetreten ist.

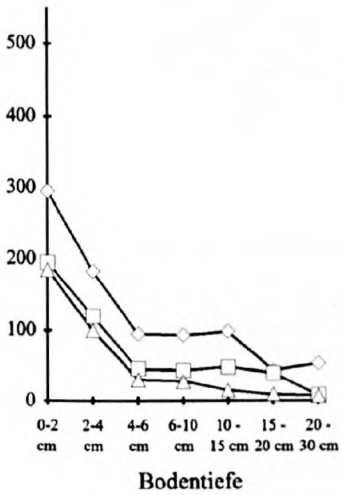
8. Diasporen/m² im Flächenvergleich

Die Sukzessionsfläche (I) zeigt insgesamt die höchsten Diasporenzahlen im Boden (Abb. 3). Auf Fläche II sind geringere Diasporenwerte anzutreffen; dies ist typisch für Grünland. Beim Vergleich mit der Literatur liegen die Werte aber dennoch relativ hoch. Dies kann damit begründet werden, daß die Wiesenflächen noch sehr jung sind und im Samenspeicher noch sehr viele *Stellarietea*- und *Artemisietea*-Arten auftreten.

Die Ackerfläche (III) zeigt ebenso wie die Sukzessionsfläche insgesamt hohe Diasporenzahlen im Boden. Da auf dieser Versuchsfläche ein Acker simuliert wurde und keine Kulturart angezogen wurde, konnten sich dementsprechend viele Pionierarten ansammeln. Besonders

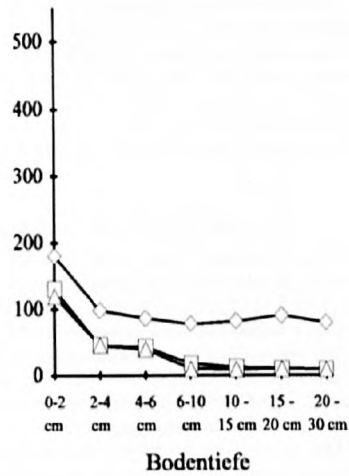
I. Sukzession

Diasporen



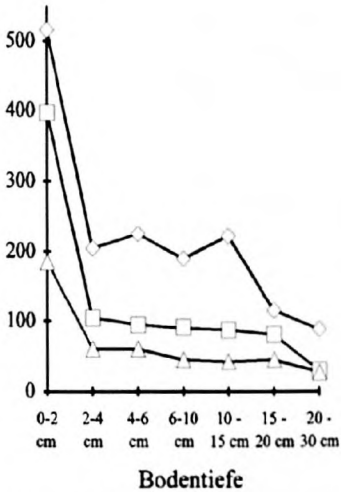
II. zweischürige Wiese

Diasporen



III. Acker

Diasporen



IV. einschürige Wiese

Diasporen

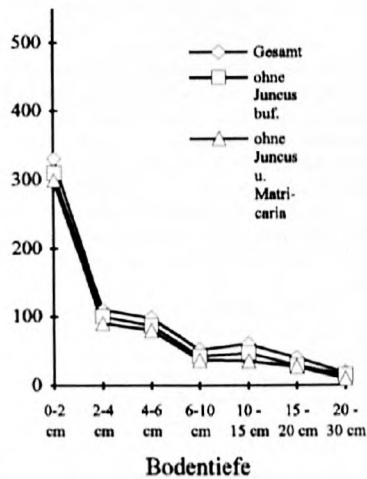


Abb. 5: Die absolute Anzahl der Diasporen in den verschiedenen Bodentiefen.

hohe Samenzahlen treten zusätzlich auf, da kein Herbizideinsatz oder eine mechanische Unkrautbekämpfung erfolgte.

Fläche IV zeigt die geringsten Diasporenzahlen. Dies ist auf den hohen Skelettanteil des Bodens zurückzuführen; zudem sind auf Grünlandflächen geringere Diasporenzahlen zu finden als auf Acker- oder Ruderalflächen.

Die berechneten Präsenz- und Massenkoeffizienten für den Gesamtvergleich des Ausspülverfahrens mit dem Keimverfahren, die als Zusammenfassung aller Probeterminale errechnet wurden, zeigen wesentlich höhere Übereinstimmungen als beim Vergleich der einzelnen Probeterminale (Abb. 4). Hier liegen die Massengemeinschaftskoeffizienten zwischen 95 und 98%. Die errechneten Präsenzwerte bewegen sich zwischen 60 und 88%. Hieraus wird deutlich, daß bei mehreren Proben pro Jahr, die dann gemittelt werden, in beiden Verfahren hohe Ähnlichkeiten bestehen, bezogen auf die Anzahl der Arten und ihre jeweiligen Diasporenzahlen.

9. Die Verteilung der Samen in verschiedene Bodentiefen

Samen können durch verschiedene Mechanismen in tiefere Bodenschichten eingebracht werden. Diasporen können durch grabende Tiere, Insekten und Regenwürmer, verlagert werden (BERNHARDT 1993a). Eine weitere Möglichkeit besteht durch das Einwaschen von Samen über Bodenrisse oder abgestorbene Wurzelröhren (POSCHLOD 1991).

Bei der graphischen Darstellung der Verteilung der Diasporen im Profil (Abb. 5) wurden sie daher gesondert dargestellt. Auf allen 4 Flächen ist ein Abfall zu verzeichnen. Auf der Ackerfläche ist der Abfall nicht so steil wie auf den übrigen Flächen. Dies ist auf das regelmäßige Pflügen im Herbst zurückzuführen.

Der prozentuale Anteil verschiedener Samengrößen (Abb. 6) zeigt tendenziell auf allen 4 Flächen ein ähnliches Bild. Bei Fläche I und II fällt auf, daß der Anteil kleiner Samen mit zunehmender Bodentiefe zunimmt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß kleine Samen besser verlagert werden können als große Samen.

Auf der einschürigen Wiese könnte das Vorkommen von relativ großen Samen in tieferen Bodenschichten auf die Bodenaufschüttung zurückzuführen sein. Auch in allen anderen Bodenprofilen werden solche Samen auch in tieferen Bodenschichten gefunden.

10. Samenregen

Bei der Darstellung der Ergebnisse sind alle Einzellerungen an einem Fallenstandort zusammengefaßt. Auf der Sukzessionsfläche dominieren typische Ruderalarten wie *Tanacetum vulgare*, *Artemisia vulgaris* und *Cirsium arvense*. Die Artenzahlen schwanken je nach Fallenstandort und Fallengröße zwischen 11 und 25 Arten. Hiervon konnten 14 Arten in nur jeweils einer Samenfalle und 2 Arten an nur einem Fallenstandort nachgewiesen werden. Auffällig ist die hohe Anzahl von 1181 Samen für *Tanacetum vulgare* in Falle 11.

Auf der zweischürigen Wiese ist die geringe Arten- und Diasporenzahl auffällig. Die Artenzahlen bewegen sich zwischen 9 und 19 Arten, wobei 14 Arten jeweils nur mit einem Samen pro Samenfalle vertreten sind. Hier wird der Einfluß der zweimaligen Mahd besonders deutlich.

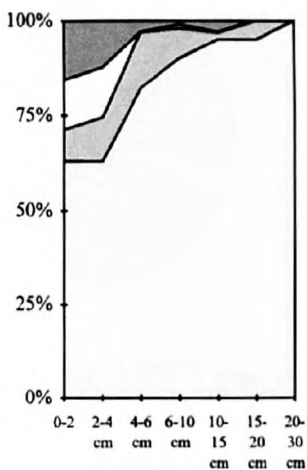
Auf der Ackerfläche dominieren, wie auf der Sukzessionsfläche, Ruderalarten wie *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare* und *Cirsium arvense*. Als *Stellarietea*-Art kommt hier noch *Tripleurospermum inodorum* hinzu. Die Artenzahlen schwanken zwischen 14 und 32 Arten. Auf der Ackerfläche sind 19 Arten nur mit einem Samen in den Samenfallen vertreten.

Auf einschürigen Wiese schwanken die Artenzahlen zwischen 10 und 29 Arten, wobei 19 Arten als Einzelfunde in jeweils einer Falle aufgetreten sind.

Abb. 7 veranschaulicht die Heterogenität der Samenfänge. Der Eintrag von Diasporen/m² in die einzelnen Samenfallen zeigt die Unterschiede innerhalb einer Flächen an den Fallenstandorten. So sind auf der Sukzessionsfläche Werte von 18.000 bis 85.000 Diasporen/m² aufgetreten. Auf der einschürigen Wiese gibt es große Unterschiede beim Vergleich der Fallen-

I. Sukzession

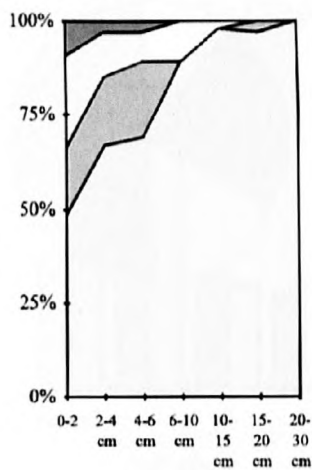
Diasporen



Bodentiefe

II. zweischürige Wiese

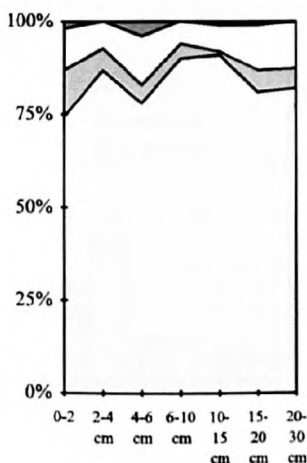
Diasporen



Bodentiefe

III. Acker

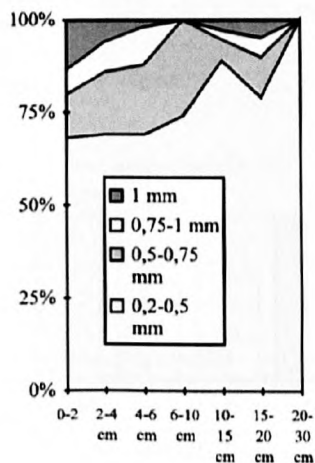
Diasporen



Bodentiefe

IV. einschürige Wiese

Diasporen

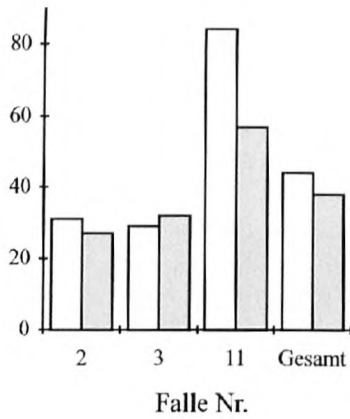


Bodentiefe

Abb. 6: Die prozentuale Verteilung der verschiedenen Samengrößen im Bodenprofil.

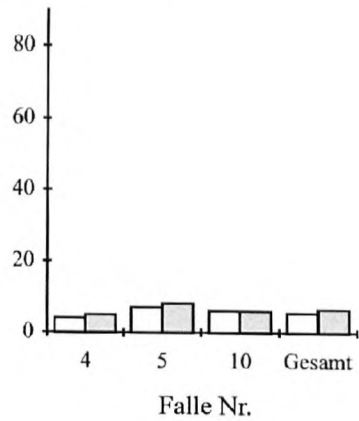
I. Sukzession

Diasporen/m² * 10³



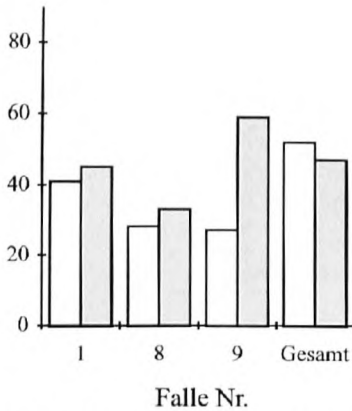
II. zweischürige Wiese

Diasporen/m² * 10³



III. Acker

Diasporen/m² * 10³



IV. einschürige Wiese

Diasporen/m² * 10³

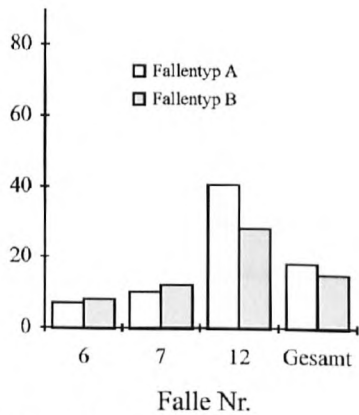
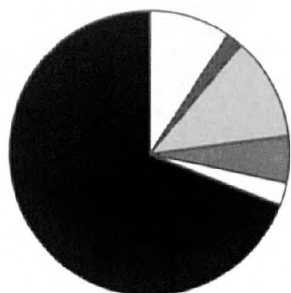
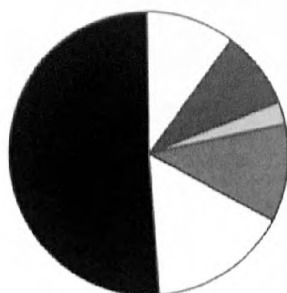


Abb. 7: Der Diasporeneintrag pro m² auf den Untersuchungsflächen.

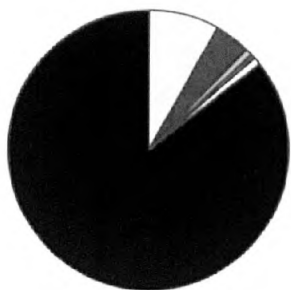
I. Sukzession



II. zweischürige Wiese



III. Acker



IV. einschürige Wiese

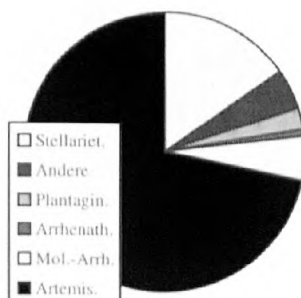


Abb. 8: Pflanzensoziologische Zuordnung der Samenfälle auf den 4 Untersuchungsflächen.

standorte. Ein Vergleich der Flächen untereinander zeigt zudem die sehr geringen Diasporenfänge auf den Wiesenflächen. Ein hoher Sameneintrag ist auf der Sukzessionsfläche und der Ackerfläche vorhanden. Fläche II zeigt den insgesamt geringsten Sameneintrag, der auf die bereits erfolgte 2. Mahd zurückzuführen ist.

Abb. 8 zeigt die pflanzensoziologische Zugehörigkeit der einzelnen Arten. Unter „Andere“ sind dabei solche Arten gemeint, die aus den benachbarten Anlagen des Botanischen Gartens stammen. Die soziologische Zuordnung darf nicht überbewertet werden, da die Expositionszeit der Fallen nicht während des gesamten Jahres, sondern nur von August bis November vorgenommen wurde. Dies ist entscheidend für die Interpretation der Samenfälle von Fläche II und IV, da diese Flächen bereits gemäht wurden. Der Sameneintrag dieser Flächen stammt z.T. aus den benachbarten Ruderalfängen. *Artemisietae*-Arten überwiegen auf allen 4 Standorten und nehmen auf der Ackerfläche sogar einen Anteil von 85% ein. Auf der Sukzessionsfläche entspricht der Anteil der Samenfälle der Soziologie der Fläche. Viele *Artemisietae*-Arten fruchten im Spätsommer oder Herbst, bei ihnen handelt es sich zum Teil um Wintersteher (*Ta-*

nacetum vulgare). Trotz der geringen Samenfänge ist auf der Fläche II sogar ein recht hoher Anteil von *Molinio-Arrhenatheretea* vertreten.

Der Hauptanteil der eingefangenen Diasporen wird anemochor ausgebreitet. Die Anemochoren wurden nochmals in Windflieger und Windstreuer aufgeteilt. Zusammengefaßt nehmen sie auf allen 4 Untersuchungsflächen einen Anteil von über 90% ein. Bei den Windstreuern ist dieser hohe Anteil bedingt durch Arten wie *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Achillea millefolium*, *Matricaria*-Arten und viele Gramineen. Bei den Windfliegern sind es Arten wie *Cirsium arvense*, *Betula pendula* und *Solidago canadensis*. Der Anteil übriger Ausbreitungseinrichtungen ist verschwindend klein und kommt bei den Samenfängen auf allen 4 Flächen kaum vor.

11. Diskussion

Die vorliegende Arbeit versucht, die Vegetationsentwicklung auf kleinem Raum zu beschreiben. Es wird deutlich, daß der Einfluß aus der Kontaktvegetation ebenso groß ist wie die Wirkung der Bearbeitungsmaßnahmen. Die kleinen Probestellen werden von der Kontaktvegetation schnell durchdrungen (vgl. BORNKAMM 1962). Dementsprechend sind die Artenzahlen der Flächen hoch, das Vegetationsbild erscheint heterogen. Dies wird auch im Diasporenvorrat der Bodens deutlich: neben den Arten aus der aktuellen Vegetation sind viele Diasporen von Pflanzen aus benachbarten Vegetationstypen eingedrungen (ROBERTS & FEAST 1973, BERNHARDT 1991, FISCHER & BERNHARDT 1993). So erklärten sich auch die Unterschiede zwischen der Zusammensetzung im aktuellen Vegetationsbild und dem Diasporenvorrat. Während in der aktuellen Vegetation nur Arten auftreten, die durch die Standortbedingungen und Bearbeitungsmaßnahmen gefördert werden, enthält die Diasporenbank auch Arten der vorherigen Nutzung sowie Arten der Umgebung und aus weiter entfernten Flächen, die eine starke Ausbreitungskraft besitzen (vgl. ROBERTS 1981).

Besonders interessant ist dabei das Auftreten von *Juncus bufonius*. Die Samen der Froschbinse werden einmal anemochor bei Trockenheit aber auch zoochor bei feuchten Witterungen ausgebreitet. Dabei verschleimt die äußere Samenschale und die Samen können an Vögeln etc. haften und über größere Entfernungen ausgebreitet werden. Ebenso unterstützt dieser Mechanismus die Prozesse der Tiefenverlagerung. An Bodenorganismen etc. bleiben die Samen kleben und werden in tiefere Bodenschichten verfrachtet (vgl. BERNHARDT 1993b). Diese Arten können in einer langlebigen Diasporenbank überdauern und auf die optimalen Keimbedingungen warten (vgl. GRIME 1981).

Interessant ist unter diesem Aspekt, daß die Arten der benachbarten Dauerflächen in allen anderen Flächen im Diasporenvorrat vorhanden sind. Bei einer Änderung der Bedingungen, z. B. Umwandlung der „Ackerfläche“ oder Umwandlung der „Sukzessionsfläche“ in eine „Ackerfläche“ laufen diese Pflanzen auf und bestimmen das Vegetationsbild. Die Untersuchung hat gezeigt, daß insbesondere die ruderalen Pionierarten ständig in die Flächen (anemochore Ausbreitung) eingebracht werden. Die Vegetationsentwicklung läßt sich nur abschätzen, wenn neben den Habitatbedingungen auch das Diasporenpotential sowie sein ständiger Zuwachs bekannt sind. Daneben ist aber auch wichtig zu wissen, wie lange die Diasporen im Boden keimfähig bleiben.

Interessant ist diese Kenntnis auch für den speziellen Artenschutz (vgl. BERNHARDT 1991, CORNELIUS 1991, WITTIG 1991). Mit der Kenntnis der potentiellen Vegetationsentwicklung sowie Populationsbiologie der Arten ist es möglich, gefährdete Arten zu fördern. Um diese Kenntnisse zu gewinnen, sind insbesondere Dauerflächen geeignet. Häufig sind Revitalisierungspotentiale gefährdeter Arten als „gespeicherte Vegetation“ im Boden noch lebensfähig vorhanden (BERNHARDT & POSCHLOD 1993). Mit technischen Maßnahmen kann eine Aktivierung dieser Potentiale erfolgen (in Vorbereitung).

Danksagung

Den Beschäftigten des Botanischen Gartens Osnabrück danken wir für ihre technische Unterstützung.

Literatur

- ARCHIBOLD, O.W., HUME, L. (1983): A preliminary survey of seed input into fallow fields in Saskatchewan. – *Canad. Journ. Bot.*, 61(4): 1216–1221.
- BORNKAMM, R. (1962): Über die Rolle der Durchdringungsgeschwindigkeit bei Klein-Sukzessionen. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich*: 16–26.
- BEIJERNICK, W. (1947): *Zadenatlas*. – *Weemann & Zonen*: 316 S.
- BERGGREN, G. (1981): Atlas of seeds and fruits of Northwest European plant species with morphological descriptions. Part III: Salicaceae – Cruciferae. – *Swedish Nat. Science Research Council, Stockholm*.
- BERNHARDT, K.-G. (1987): Untersuchungen zur Biologie der Begleitflora mediterraner Wein- und Getreidekulturen im westlichen Sizilien. – *Diss. Bot.* 103: 116 Seiten.
- (1991): Die Samenbank und ihre Anwendung im Naturschutz. – *Verh. Ges. Ökol. (Freising-Weihenstephan 1990)*, 20: 883–892.
- (1993a): Vegetationskundliche und populationsbiologische Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation von Sand- und Schlickpionierstandorten in Nordwestdeutschland. – *Habilitationschrift. Diss. Bot.* 202: 220 Seiten.
- (1993b): Populationsökologische Untersuchungen an *Juncus bufonius* an sekundären Abgrabungsstandorten. – *Z. Ökologie u. Natursch.* 2 (1993): 157–162.
- , HURKA, H. (1989): Dynamik des Samenspeichers in einigen mediterranen Kulturböden. – *Weed Research* 29: 247–254.
- , POSCHLOD, P. (1993): Zur Biologie semiaquatischer Lebensräume aus botanischer Sicht. – In: *Biologie semiaquatischer Lebensräume* (Hrsg. BERNHARDT, K.-G., POSCHLOD, P., HURKA, H.): 5–18. Solingen.
- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen. – *Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung. Bd. I*: Stuttgart: 320 S.
- BÖTTCHER, H. (1974): Bibliographie zum Problem der Sukzessionsforschung mit Hilfe von Dauerquadraten und der Vegetationskartierung. – *Exerpta Bot. B* 14: 35–36.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*, 3. Aufl. – *Wien*, 365 Seiten.
- CHAMPNESS, S.S. (1949): Notes on the techniques of sampling soil to determine the content of buried viable seeds. – *Journ. British Grassland Soc.*, 4: 115–118.
- CORNELIUS, R. (1991): Populationsbiologische Grundlagen des speziellen Artenschutzes. – *Verh. Ges. f. Ökologie* 20/2: 905–915.
- EHRENDORFER, F. (1973): *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. 2. Aufl. – *Stuttgart*: 318 S.
- ELLENBERG, H. (1956): *Grundlagen der Vegetationsgliederung*. 1. Teil: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. – *Ulmer, Stuttgart*: 136 Seiten.
- FISCHER, A. (1985): Feinanalytische Sukzessionsuntersuchungen in Grünlandbrachen – Methode und Methodenvergleich. – In: SCHREIBER, K.-F. (Hrsg.): *Sukzession auf Grünlandbrachen*. Münster. *Geogr. Arbeiten* 29: 213–223.
- (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. – *Diss. Bot.* 110. *Stuttgart*: 230 S.
- FISCHER, A., BERNHARDT, K.-G. (1993): Untersuchungen zur Vegetation und zum Diasporenvorrat von Ackerrandstreifen und konventionell genutztem Ackerinneren. – In: *Biologie semiaquatischer Lebensräume* (Hrsg. BERNHARDT, K.-G., HURKA, H., POSCHLOD, P.): 75–85. Solingen.
- GRIME, J.P. (1981): The role of seed dormancy in vegetation dynamics. – *Ann. appl. Biology* 98: 555–558.
- HARPER, J.L. (1977): *Population Biology of Plants*. – *Academic Press, London*: 892 S.
- HATT, U. (1991): Samenvorrat von zwei alpinen Böden. – *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 57: 41–71.
- HÜPPE, J., HOFMEISTER, H. (1990): Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. – *Ber. Reinhold-Tüxen-Ges.* 2: 61–83.
- JENSEN, H. A. (1969): Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. – *Dansk Bot. Arkiv* 27: 1–56.
- LAUER, E. (1953): Über die Keimtemperatur von Ackerunkräutern und deren Einfluß auf die Zusammensetzung von Unkrautgesellschaften. – *Flora* 140: 551–595.
- LONDO, G. (1975): Information über Struktur, Dynamik und ihr Zusammenhang durch Dauerquadratuntersuchungen. – In: SCHMIDT, W. (Hrsg.): *Sukzessionsforschung*. *Ber. Internat. Sympos. JVV Rinteln 1973*: 89–105. Vaduz.
- OBERDORFER, E. (1990): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. 6. Aufl.: 1050 S.

- POSCHLOD, P. (1991): Diasporenbanken im Boden – Grundlagen und Bedeutung. – In: SCHMID, B., STÖCKLIN, J. (Hrsg.): Populationsbiologie der Pflanzen: 15–35. Birkhäuser, Basel.
- ROBERTS, H. A. (1981): Seed Banks in Soil. – *Advances in applied Biology*, 6: 1–55. London.
- , FEAST, P. M. (1973): Changes in numbers of viable weed seeds in soil under different regimes. – *Weed Research* 13: 298–303.
- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg. – *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ* 22: 325 S.
- SCHMIDT, W. (1974): Die vegetationskundliche Untersuchung von Dauerprobeflächen. – *Mitt. Flor. soz. Arbeitsgem. N. F.* 17: 103–106.
- (1981): Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. – *Scripta Geobot.* 15: 199 S. Göttingen.
- (1986): Über die Dynamik der Vegetation auf bodenbearbeiteten Flächen. – *Tuexenia* 6: 53–74.
- STANDIFER, L. C. (1980): A technique for estimating weed seed populations in cultivated soils. – *Weed research* 28: 134–138.
- WEHSARG, O. (1912): Das Unkraut im Ackerboden. – *Arbeiten Dt. Landwirtschaft. Ges.* 294.
- WITTIG, R. (1991): Arten- und Biotopschutz. – In: KLAUBT, D., KREISKOTT, H., STREIT, B. (eds.). *Angewandte Biologie*: 269–289. Basel.

PD Dr. K.-G. Bernhardt
 Dipl. Biol. Michael Spitzer
 Universität Osnabrück
 Fachbereich Biologie/Chemie
 Spezielle Botanik
 49069 Osnabrück

Dipl.-Biol. Ingrid Brockmann
 Ziegelstraße 21
 49076 Osnabrück