Zeitschrift: Botanica Helvetica

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 103 (1993)

Heft: 2

Artikel: Samenbank als Grundlage für die Rückführung von Fettwiesen zu extensiv genutzten, artenreichen Wiesen?

Autor: Gugerli, Felix

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-71336

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bot Helv 103:177–191

0253-1453/93/020177-15 $ 1.50 + 0.20/0
© 1993 Birkhäuser Verlag, Basel

Samenbank als Grundlage für die Rückführung von Fettwiesen zu extensiv genutzten, artenreichen Wiesen?

Felix Gugerli

Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich, Zollikerstr. 107, 8008 Zürich, Schweiz

Manuskript angenommen am 22. Sept. 1993

Abstract

Gugerli F. 1993. Seed bank as resource for restoring of extensively managed, species-rich grassland? Bot. Helv. 103: 177–191.

In various parts of Switzerland efforts are aimed at reducing the intensity of grassland management in order to re-establish high floristic diversity. The aim of the present investigation was to study the soil seed bank of three meadows in Northern Switzerland as a potential resource for restoration of species-rich calcareous grassland.

A large number of viable seeds was found in the soil samples (from 3544 to 8675 seeds/m^2). There was no indication of a seed bank of species typical for limestone grassland other than those already growing in the vegetation. The ratio of species with persistent seed bank to those with transient seed bank as well as the total species number correspond to the diversity of the present vegetation. However, species with a seed bank of the permanent type, with the exception of seeds of arable weeds, appeared to be lacking. This suggests that for only a few years there is a chance of finding species typical for limestone grassland as viable seeds after the plants have disappeared from the vegetation. Therefore, the desired increase in floristic diversity needs to be achieved e.g. by sowing or by other active means of management.

Key words: Restoration, species-rich limestone grassland, seed bank, Northern Switzerland.

Einleitung

Die fortschreitende Intensivierung landwirtschaftlich genutzter Wiesen vermindert die Vielfalt unserer Kulturlandschaft und wirkt sich direkt auf deren floristische Diversität aus (Dietl 1986). Dieser Tendenz stehen Bestrebungen gegenüber, den Artenreichtum extensiv bewirtschafteter Gebiete durch Schutz und geeignete Pflege zu erhalten. Trotzdem besteht noch ein erhebliches Defizit an naturnahen Flächen. Broggi und Schlegel (1989) errechneten für das Schweizer Mittelland einen Bedarf von 9800 ha neu zu schaffender Halbtrocken- und Trockenrasen.

Die Rückführung intensiv genutzter Naturwiesen bedingt in erster Linie eine erfolgreiche Ausmagerung (Klötzli 1991). Unklar bleibt jedoch die Herkunft derjenigen Arten, die infolge des erhöhten Nährstoffeintrags und der häufigen Schnitte verschwunden sind

und deren Aufkommen man sich durch Extensivnutzung erhofft. Da auf Grund der Ausbreitungsdistanzen von Arten magerer Standorte mittelfristig keine natürliche Einwanderung erwartet werden kann (Verkaar et al. 1983, Fischer 1987), stellt sich die Frage nach dem Vorhandensein einer permanenten Samenbank, die durch geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen reaktiviert werden kann (Bakker 1989). Daß diesem Vorgehen unter günstigen Voraussetzungen Erfolg beschieden ist, zeigen van der Valk und Pederson (1989) am Beispiel von Feuchtstandorten. Bakker (1989) hingegen äußert sich skeptisch in bezug auf das Gelingen einer derartigen Rückführung an trockenen Standorten in den Niederlanden.

In Ermangelung vergleichbarer Untersuchungen in der Schweiz wurden die Samenbanken von drei landwirtschaftlich genutzten Naturwiesen bestimmt. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob auf Grund der keimfähigen Samen Aussicht auf eine erfolgreiche Renaturierung besteht, die zur angestrebten Erhöhung des Artenbestandes durch typische Magerwiesenpflanzen führen könnte.

Untersuchungsgebiet

Das landschaftlich vielfältige, reich strukturierte Untersuchungsgebiet befindet sich am Südhang des Irchels, einem flachen Hügelzug in der Nordschweiz (Gemeinde Freienstein-Teufen, Kanton Zürich; Abb. 1). Der geologische Untergrund besteht aus kalkhaltiger Oberer Süßwassermolasse (Hantke 1967), auf der sich Braunerden entwickelt haben (pH in 5 cm Tiefe: 6,5–7). Der für schweizerische Verhältnisse geringe jährliche Niederschlag beträgt ca. 900 mm (Niederschläge der nächstgelegenen Klimastationen: Kaiserstuhl 965 mm; Rheinau 802 mm).

Innerhalb des 9 ha Naturwiese umfassenden Hanges, welcher bis 1989 einheitlich bewirtschaftet wurde (drei möglichst frühe Schnitte pro Jahr, nach jedem Schnitt eine Düngung mit Jauche oder Kunstdünger, die jeweils 30 kg Rein-N/ha entsprach), wurden drei repräsentative Flächen von 4 × 12 m ausgewählt. Auf Grund ihrer unterschiedlichen

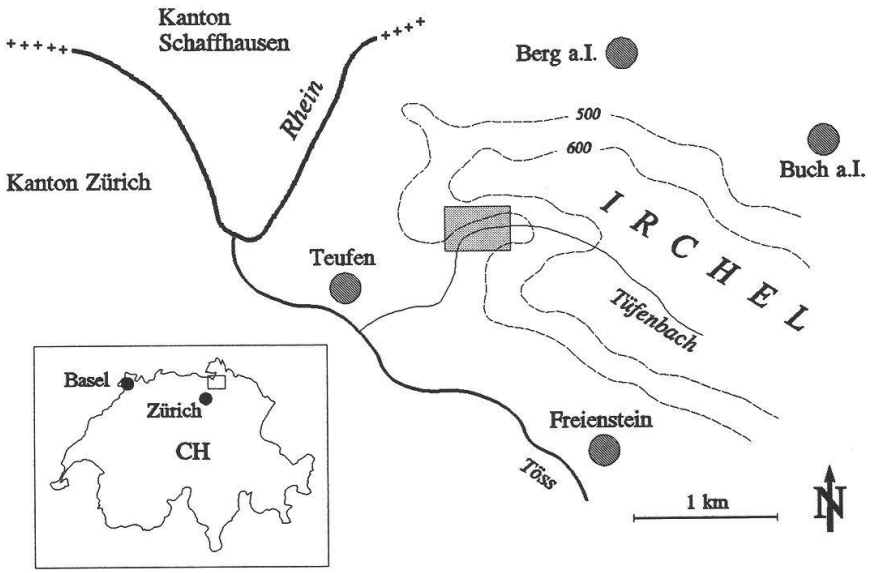


Abb. 1. Geographische Lage des Untersuchungsgebietes (gerastert).

Tab. 1. Angaben zu den drei Untersuchungsflächen

	Fläche 1 („Magerwiese")	Fläche 2 („Extensivwiese")	Fläche 3 („Fettwiese")
Höhe über Meer	505 m	510 m	495 m
Exposition	S	S	S
Neigung	40–80%	~45%	~15%
Fläche	4 × 12 m (48 m^2)	4 × 12 m (48 m^2)	4 × 12 m (48 m^2)
Koordinaten [a]	685'900/267'375	685'840/267'380	685'900/267'340
Artenzahl	70	49	25

[a] Schweizerisches Koordinatennetz

Hangneigung entwickelten sich trotz der flächendeckenden Bewirtschaftung deutlich verschiedene Bestände (vgl. Tab. 1, zudem Abb. 4 bis Abb. 6). Auf Fläche 1 (im folgenden als „Magerwiese" bezeichnet), einem von *Bromus erectus* dominierten Bord, fand sich mit 70 Arten die höchste Vielfalt, während Fläche 2 (=„Extensivwiese", 49 Arten) und Fläche 3 (=„Fettwiese", 25 Arten) ihrem Neigungswinkel entsprechend weniger Arten aufwiesen. Seit 1990 werden die Wiesen gemäß dem Konzept der differenzierten Nutzung (Dietl 1986) ihrem Bestand angepaßt bewirtschaftet und die zu erwartenden Ertragseinbußen durch vertraglich festgelegte Beiträge von Bund und Kanton abgegolten. Flächen 1 und 2 erhalten demzufolge keinen Dünger mehr, erstere darf nicht vor dem 1. Juli und letztere erst ab dem 15. Juni gemäht werden. Insbesondere der Hang, in dem die „Extensivwiese" liegt, soll durch die reduzierte Nutzung zu einem artenreicheren Bestand rückgeführt werden. Die „Fettwiese" wird weiterhin intensiv genutzt.

Methoden

Die Samenbank wurde mittels Auflaufverfahren bestimmt (Poschlod 1991). Im Mai (Frühlingsprobe) und Oktober 1991 (Herbstprobe) wurden auf den drei Flächen jeweils 15 zufällig verteilte Bodenproben entnommen. Diese hatten einen Durchmesser von 8 cm und reichten bis maximal 14,5 cm Tiefe (Eijkelkamp Wurzelbohrer). Die Samendichte wurde bei allen Proben auf 15 cm Tiefe hochgerechnet. Pro Probenahme und Fläche entspricht dies je 11 310 cm^3. Um die Samenbank nach Schichttiefe getrennt untersuchen zu können, wurden die Bohrkerne in drei Teile zerschnitten, die je 5 cm Bodentiefe entsprachen.

Die Proben wurden fein zerkrümelt und von gröberen Pflanzenteilen und Steinen gesäubert. Jeweils fünf Teilproben gleicher Schichttiefe wurden zu einer Mischprobe vereinigt und 0,5–1,5 cm dick in Schalen ausgebreitet. Als Unterlage diente sterilisierte Erde (4 cm tief), die durch ein Gartenvlies von der Probe getrennt blieb. Dies erlaubte, die Proben periodisch umzuwenden, ohne sie mit der Unterlage zu vermischen.

Angesetzt wurden die Proben im Versuchsgarten des Botanischen Gartens Zürich. Zur Vermeidung von Fremdsameneintrag wurden die Schalen in ein Gehäuse aus feinem Vorhangstoff gestellt. Als Kontrolle dienten einige zufällig verteilte Töpfe mit sterilisierter Erde. Alle Schalen wurden bei Bedarf bewässert, noch nicht bestimmte Keimlinge z.T. in separate Töpfe pikiert. Die Expositionsdauer betrug 13 Monate (Frühlingsprobe; die Schalen wurden nach 5 Monaten ins Treibhaus gestellt) bzw. 8 Monate (Herbstprobe). Dadurch erfuhren die zweiten Proben während des Winters eine Stratifikation, was die getrennte Erfassung von Herbst- und Frühlingskeimern ermöglichte.

Tab. 2. Samenbank der „Magerwiese" (Fläche 1): Samendichte (berechnet auf Grund der erfaßten keimfähigen Samen) der drei untersuchten Bodenschichten, Summe bis 15 cm Tiefe und Artenzahl.

Art	Frühlingsprobe [gekeimte Samen/m²]				Herbstprobe [gekeimte Samen/m²]			
	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe
Achillea millefolium	27	27	-	53	93	27	22	142
Aegopodium podagraria	-	-	16	16				
Agrostis tenuis	13	-	-	13				
Ajuga reptans	-	13	-	13				
Anagallis arvensis	13	-	16	29				
Bellis perennis	27	80	-	106	159	53	45	258
Brachypodium pinnatum					66	13	-	80
Bromus erectus					186	13	-	199
Campanula patula	-	-	15	15	66	13	125	205
Campanula rotundifolia	66	27	13	106	93	66	99	259
Capsella bursa-pastoris	13	-	-	13	13	-	-	13
Cardamine hirsuta	438	398	243	1'080	797	571	363	1'730
Carex caryophyllea	27	-	-	27	53	53	28	134
Carex pendula	-	27	13	40				
Cerastium holosteoides	40	27	40	106	252	173	104	529
Chenopodium polyspermum	-	-	29	29				
Crepis capillaris					13	-	-	13
Dactylis glomerata					27	-	-	27
Daucus carota	40	-	27	66	40	66	22	128
Epilobium montanum	-	-	13	13	-	27	14	41
Epilobium parviflorum	13	13	-	27	-	-	14	14
Festuca amethystina	13	-	-	13				
Festuca pratensis					27	-	16	42
Festuca rubra	66	27	-	93	13	-	-	13
Fragaria vesca	-	27	-	27				
Galium album	-	13	-	13	93	53	94	240
Glechoma hederacea	-	27	28	55				
Holcus lanatus					13	-	22	35
Hypericum perforatum					305	106	-	412
Iris cf. pseudacorus	-	13	-	13				
Juncus inflexus	-	-	16	16				
Leucanthemum vulgare	40	13	-	53	40	226	22	288
Lotus corniculatus	13	-	-	13	53	13	-	66
Luzula campestris					13	-	-	13
Lychnis flos-cuculi	-	-	13	13				
Lythrum salicaria	-	-	15	15	27	27	44	97
Medicago lupulina	-	13	27	40	598	-	28	626
Melilotus altissima					27	-	-	27
Picris hieracioides					40	13	-	53
Plantago media	53	40	16	109	66	40	-	106
Poa pratensis	40	80	131	251	186	66	89	341
Poa trivialis	133	226	139	498	173	66	117	356
Polygonum aviculare	13	-	-	13				
Polygonum persicaria	13	-	15	28				
Prunella vulgaris	13	-	-	13	13	27	30	69
Ranunculus bulbosus	27	-	-	27	27	13	-	40
Rumex acetosa					27	-	-	27
Salix caprea	13	-	13	27				
Salix x rubens	-	13	-	13				
Salvia pratensis					13	-	-	13
Scrophularia nodosa	-	27	-	27				
Sedum acre					13	-	16	29
Sonchus asper	13	-	-	13				
Stellaria media	-	13	-	13				
Thlaspi perfoliatum	-	66	15	81	425	319	199	943
Thymus pulegioides	-	-	15	15				

(Fortsetzung Tab. 2)

Art	Frühlingsprobe [gekeimte Samen/m²]				Herbstprobe [gekeimte Samen/m²]			
	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe
Trifolium campestre	13	-	-	13	53	13	-	66
Trifolium pratense					80	13	22	115
Trifolium repens					13	13	-	27
Trisetum flavescens	40	-	-	40	66	-	-	66
Urtica dioica					27	13	-	40
Veronica arvensis					-	-	22	22
Veronica chamaedrys	-	13	-	13	0	53	-	53
Veronica hederifolia	13	-	16	29	133	-	-	133
Veronica persica	40	53	56	149	93	53	16	162
Vicia sepium	27	-	-	27				
Viola hirta					27	13	-	40
unbestimmt	-	13	15	28	53	53	103	209
gestorben					13	27	99	139
total	**1'300**	**1'287**	**956**	**3'544**	**4'605**	**2'296**	**1'775**	**8'675**
Anzahl Arten	**29**	**24**	**24**	**49**	**42**	**30**	**24**	**46**

Auf Grund der aufgelaufenen Keimlinge ließ sich die Samendichte (=Anzahl Samen/m^2) errechnen. Daraus wurde die relative Samendichte berechnet (=Anzahl Samen einer Art/Summe der Samen aller Arten der gesamten Fläche), die in Anlehnung an die Methode zur Vegetationserhebung (s. unten) eine sinnvolle Referenzgröße darstellt. Einige Arten wurden von der Auswertung ausgeschlossen, da sie entweder auf Sameneintrag von Pflanzen aus dem Versuchsgarten zurückzuführen waren oder zusätzlich in den Kontrolltöpfen erfaßt wurden (*Poa annua, Papaver atlanticum*).

Zum Vergleich der Samenbank mit der zugehörigen Vegetation wurden auf den drei Untersuchungsflächen im November 1991 und Mai 1992 die Frequenzen der Arten nach Kreeb (1983) aufgenommen. Es wurden je 96 regelmäßig verteilte Quadrate mit 20 cm Kantenlänge ausgezählt, wodurch alle in den Flächen vorkommenden Arten erfaßt wurden. In der Auswertung fand jeweils der höhere Frequenzwert der beiden Aufnahmedaten Berücksichtigung. Die Nomenklatur richtet sich nach Binz und Heitz (1990).

Resultate

Auf Grund der erfaßten Keimlinge wurden die in den Tabellen 2 bis 4 aufgelisteten Samendichten errechnet.

Während in der Frühlingsprobe *Cardamine hirsuta* und *Poa trivialis* auf allen drei Wiesen dominierten, kamen in der Herbstprobe *Capsella bursa-pastoris, Cerastium holosteoides, Thlaspi perfoliatum* und *Veronica persica* als häufigste Arten hinzu. Insgesamt waren es diese wenigen Arten, die den Großteil der Samenbank ausmachten. Daneben traten sehr viele Spezies in geringer Dichte auf.

Fast ausnahmslos konnten in den Herbstproben mehr Keimlinge gezählt werden (Abb. 2), obwohl die Frühlingsproben länger exponiert waren. Insbesondere in den Proben der „Magerwiese" lief mehr als die doppelte Anzahl Keimlinge auf. Bezogen auf die Artenzahlen unterschieden sich die beiden Proben jedoch kaum (Abb. 3).

Nur gerade in den Herbstproben der Flächen 1 und 2 konnte eine mit zunehmender Bodentiefe deutlich abnehmende Anzahl gekeimter Samen festgestellt werden (Abb. 2). Die übrigen Proben zeigten eine ausgeglichene Tiefenverteilung.

Tab. 3. Samenbank der „Extensivwiese" (Fläche 2). Erklärungen s. Tab. 2.

Art	Frühlingsprobe [gekeimte Samen/m²]				Herbstprobe [gekeimte Samen/m²]			
	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe
Achillea millefolium					-	13	-	13
Ajuga reptans	133	-	-	133				
Arrhenatherum elatius	27	-	-	27				
Bellis perennis	27	80	120	226	120	93	59	272
Betula pubescens	-	13	-	13				
Campanula patula	-	13	40	53	40	66	30	136
Campanula rotundifolia					13	-	-	13
Capsella bursa-pastoris	13	13	120	146	27	13	-	40
Cardamine hirsuta	305	186	120	611	1'049	398	148	1'595
Carex flacca					-	-	30	30
Carex pendula	-	13	-	13				
Centaurea jacea	13	-	-	13	13	-	-	13
Cerastium holosteoides	13	13	-	27	518	120	89	726
Chenopodium album	-	13	-	13	-	40	-	40
Chenopodium polyspermum	-	27	60	86	13	13	-	27
Conyza canadensis	13	-	-	13				
Dactylis glomerata	-	-	20	20	13	-	30	43
Epilobium montanum					40	-	30	69
Epilobium parviflorum	13	-	60	73				
Festuca pratensis					27	-	-	27
Galium album	27	13	20	60				
Glechoma hederacea	-	-	20	20				
Holcus lanatus	13	-	-	13	-	13	-	13
Hypericum hirsutum					-	-	30	30
Hypericum perforatum	13	-	-	13	13	-	-	13
Juncus articulatus	13	-	-	13	-	-	30	30
Juncus effusus	-	13	40	53				
Knautia arvensis	13	-	-	13	13	13	30	56
Leucanthemum vulgare	-	13	100	113	27	27	-	53
Lolium perenne	27	13	-	40	27	-	-	27
Lotus corniculatus	40	-	-	40	27	13	-	40
Lythrum salicaria					13	13	30	56
Medicago lupulina					133	27	-	159
Plantago media	27	-	20	46	27	13	-	40
Poa pratensis	93	-	100	193	332	80	148	559
Poa trivialis	398	412	398	1'208	452	359	148	958
Polygonum aviculare					13	-	-	13
Polygonum persicaria	13	-	-	13				
Ranunculus frieseanus					27	13	-	40
Ranunculus bulbosus					120	13	-	133
Salix caprea					-	13	-	13
Salix x rubens	13	27	-	40				
Salvia pratensis					13	-	-	13
Sonchus asper					13	-	-	13
Taraxacum officinale	332	93	60	485	13	-	30	43
Trifolium pratense	13	-	20	33	266	13	-	279
Trifolium repens	27	13	20	60	106	27	59	192
Trisetum flavescens	13	-	-	13				
Typha sp.	0	13	-	13				
Veronica chamaedrys	-	27	-	27	-	13	-	13
Veronica persica	-	-	20	20	345	159	59	564
Vicia sepium	13	-	20	33				
unbestimmt	-	13	40	53	80	27	89	195
gestorben					80	13	30	122
total	**1'645**	**1'022**	**1'413**	**4'080**	**4'007**	**1'606**	**1'091**	**6'704**
Anzahl Arten	**26**	**19**	**19**	**38**	**30**	**24**	**16**	**38**

Tab. 4. Samenbank der „Fettwiese" (Fläche 3). Erklärungen s. Tab. 2.

Art	Frühlingsprobe [gekeimte Samen/m²]				Herbstprobe [gekeimte Samen/m²]			
	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe	0-5cm	5-10cm	10-15cm	Summe
Anagallis arvensis	-	13	-	13				
Bellis perennis	13	-	-	13	-	-	33	33
Campanula patula					-	13	-	13
Capsella bursa-pastoris	345	159	100	604	385	305	337	1'027
Cardamine hirsuta	27	305	279	611	66	106	109	282
Carex pendula	0	-	27	27				
Cerastium holosteoides	13	13	-	27	27	40	38	104
Chenopodium album	-	13	-	13	-	40	-	40
Chenopodium polyspermum	13	40	-	53				
Circaea lutetiana					-	-	33	33
Conyza canadensis	27	13	-	40				
Epilobium montanum	40	-	40	80	40	66	38	144
Epilobium parviflorum	40	-	-	40	13	13	-	27
Epilobium tetragonum	27	-	-	27				
Festuca pratensis	-	13	-	13	13	-	-	13
Hypericum hirsutum					-	13	-	13
Lolium multiflorum	27	-	-	27	13	-	-	13
Lolium perenne	-	13	-	13	13	-	-	13
Lythrum salicaria	-	-	27	27	80	80	38	197
Medicago lupulina					13	-	-	13
Plantago major	13	13	-	27				
Poa pratensis					-	13	38	51
Poa trivialis	730	425	382	1'537	385	385	180	950
Ranunculus frieseanus	-	27	27	53	13	53	38	104
Salix caprea	27	-	-	27				
Sonchus asper	13	-	-	13				
Stachys recta	13	-	-	13				
Taraxacum officinale	478	93	-	571	186	40	38	264
Trifolium pratense					-	-	38	38
Trifolium repens	13	27	20	60	106	80	33	219
Trisetum flavescens	-	13	-	13				
Veronica chamaedrys	13	-	-	13				
Veronica hederifolia					13	13	-	27
Veronica persica	212	106	80	398	120	598	266	983
total	**2'083**	**1'287**	**979**	**4'349**	**1'619**	**1'964**	**1'294**	**4'877**
Anzahl Arten	**19**	**16**	**9**	**27**	**16**	**16**	**14**	**23**

Beim Vergleich von Samenbank und Vegetation lassen sich 3 Gruppen unterscheiden (Abb. 4 bis Abb. 6): Gruppe A umfaßt Arten, die nur in der Vegetation auftreten, Gruppe B setzt sich aus Arten mit Vorkommen in Vegetation und Samenbank zusammen, während sich die Arten in Gruppe C nur in der Samenbank finden. Es zeigt sich zudem deutlich, daß die Arten der beiden Teilgesellschaften Vegetation und Samenbank bezüglich ihrer Häufigkeitsverteilungen große Differenzen aufweisen.

Diskussion

Mit umgerechnet zwischen 3544 und 8675 Samen/m^2 entsprechen die Samendichten der drei untersuchten Wiesen den Werten aus anderen Arbeiten an vergleichbaren Stand-

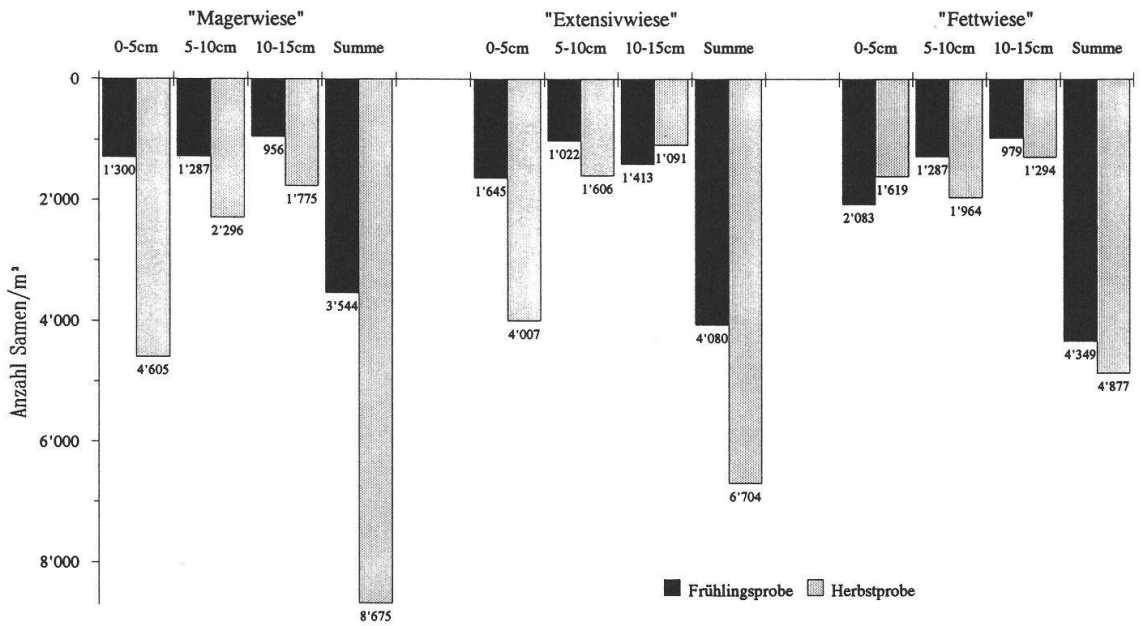


Abb. 2. Samenbankdichten unter den drei Untersuchungsflächen, nach Schichttiefe getrennt und als Summe aufgetragen.

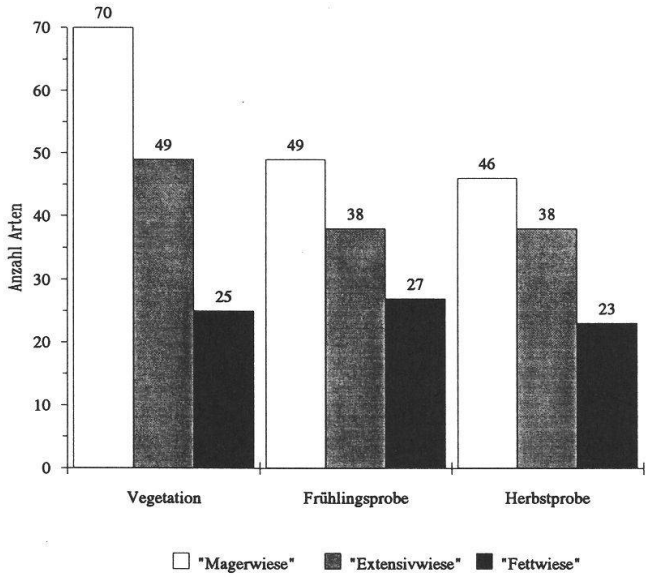


Abb. 3. Vergleich der Artenzahlen in Vegetation und Samenbank (Proben 1 und 2).

orten (van Altena und Minderhoud 1972: 9954 Samen/m^2; Willems 1983: 5000 bis 16 000 Samen/m^2; Ryser und Gigon 1985: ca. 3000 bis 5000 Samen/m^2; Poschlod et al. 1991: 4008 bis 8360 Samen/m^2; Poschlod und Jackel 1993: 6000 bis 7000 Samen/m^2).

Wie Abb. 3 zeigt, spiegeln die Artenzahlen der Samenbank die Vielfalt des zugehörigen Bestandes wider. Trotzdem unterscheiden sich die beiden „Teilgesellschaften" sehr

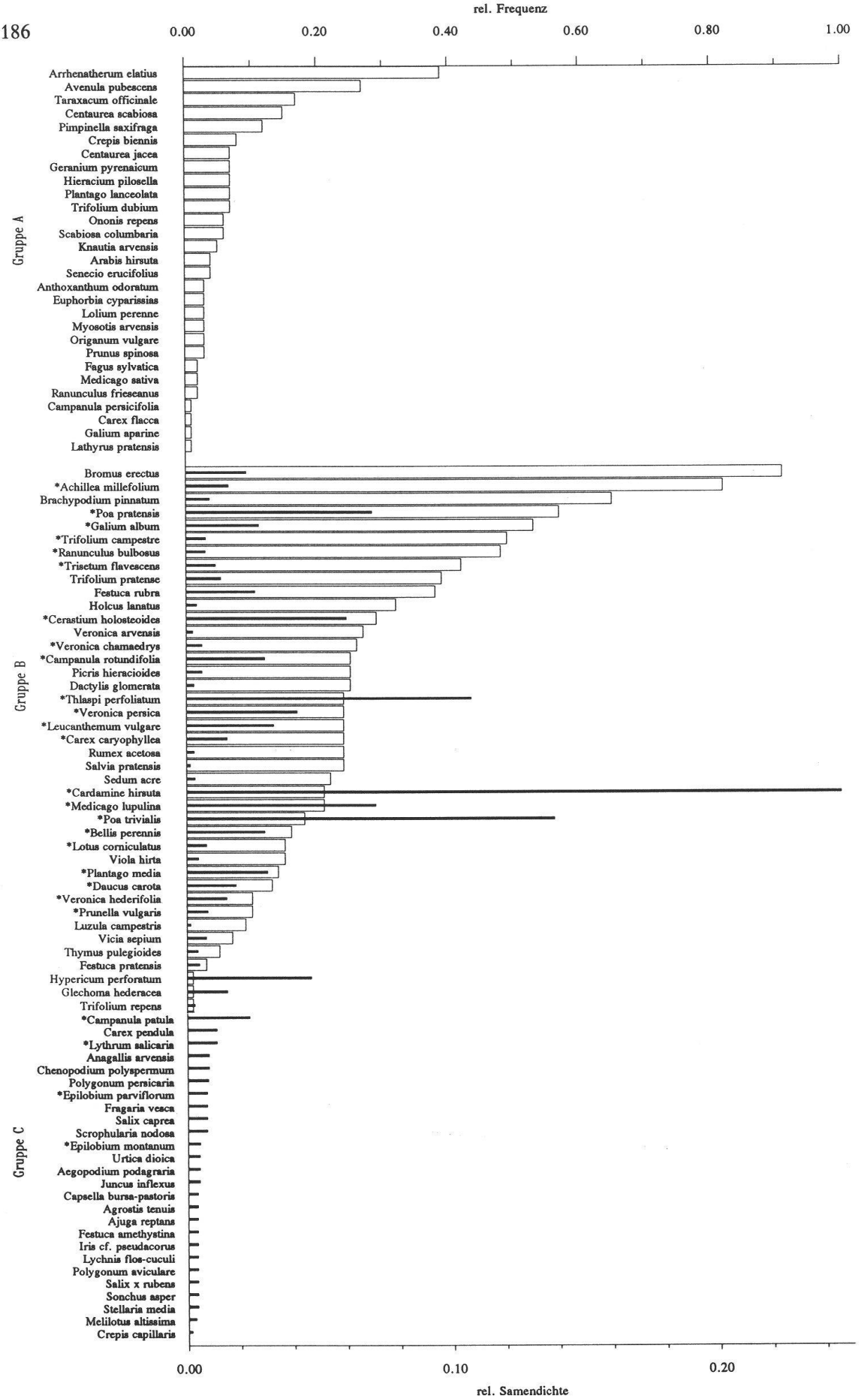
stark: Die Gegenüberstellung von Samenbank und darüberliegender Vegetation machen diese Abweichungen augenscheinlich (Abb. 4 bis Abb. 6; wie bei den Frequenzaufnahmen findet jeweils die höhere der beiden relativen Samendichten Verwendung).

Die drei Untersuchungsflächen zeigen ein ähnliches Bild. Ein Teil der Arten jedes Bestandes war in der zugehörigen Samenbank nicht vorhanden (Gruppe A), während die übrigen (Gruppe B) sowohl im Bestand als auch in der Samenbank anzutreffen waren. In der „Magerwiese" gehörten 29 Arten zur Gruppe A, 41 Arten zur Gruppe B, in der „Extensivwiese" lag das Verhältnis bei 19 Arten (Gruppe A) zu 30 Arten (Gruppe B), während die „Fettwiese" 11 Arten der Gruppe A und 14 Arten der Gruppe B zeigte. Daneben traten in der Samenbank Arten auf (Gruppe C), die in der zugehörigen Vegetation fehlten: unter der „Magerwiese" 26 Arten, unter der „Extensivwiese" 22 Arten, im Boden der „Fettwiese" 20 Arten. Gemessen an der gesamten Samendichte machte die letztgenannte Gruppe einen kleinen Teil aus, nicht aber in bezug auf die Artenzahl (s.u.).

Es gibt verschiedene Gründe, welche das Fehlen der Arten aus Gruppe A in der Samenbank erklären können. Zum einen liegt es wohl an der heterogenen Verbreitung der Samen und Früchte, so daß die Erfassung des Artenspektrums unvollständig war (Thompson 1986; Hatt 1991). Dies wirkt sich vor allem bei weniger häufigen Arten aus: In der „Magerwiese" waren es 83% der 29 Arten der Gruppe A, die eine relative Frequenz $\leq 0{,}1$ aufwiesen, in der „Extensivwiese" 68% der 19 Arten und in der „Fettwiese" 73% der 11 Arten. Ihre Samenproduktion kann deshalb als vergleichsweise klein angesehen werden. Anderseits handelte es sich bei den Arten der Gruppe A, soweit sie in Grime et al. (1988) aufgeführt sind, mehrheitlich um solche mit vorübergehender Samenbank („transient seed bank" nach Thompson und Grime 1979, s. unten), insbesondere Gramineen („Magerwiese": 60%; „Extensivwiese": 58%; „Fettwiese": 66%). Daß *Poaceae*-Arten bei Samenbank-Untersuchungen schlecht vertreten sind, wurde schon oft konstatiert (z.B. Foerster 1956, Thompson und Grime 1979, Donelan und Thompson 1980). Die Karyopsen der meisten Wiesengräser sind in der Natur nur während kurzer Zeit keimfähig (Grime et al. 1988). Um diese repräsentativ erfassen zu können, müßten während der Ausbreitungsphase häufige Probenahmen in dichten zeitlichen Abständen durchgeführt werden. Doch auch Poschlod und Jackel (1993) fanden nicht alle im Bestand vorhandenen Poaceen-Arten in der Samenbank, obwohl sie in vierwöchigem Abstand Proben sammelten.

In Gruppe C sind Arten verschiedenen Ursprungs zusammengefaßt. Die Herkunft ihrer Samen kann größtenteils durch das Vorkommen an nahegelegenen Fundorten erklärt werden, oder es handelt sich um Pionierarten mit großem Ausbreitungsradius. Ihr Eintrag kann auf die flächendeckende Bewirtschaftung (→ Agochorie) oder die Beweidung (→ Zoochorie) zurückgeführt werden (Bakker 1989), oder aber die entsprechenden Diasporen gelten als anemochor (Müller-Schneider 1986). Daneben kommen in allen Flächen einige Vertreter der Segetalflora vor, die teilweise auch in der umliegenden Vegetation zu finden waren. Das Auftreten von *Juncus articulatus, J. effusus* und *J. inflexus* ist insofern nicht verwunderlich, als schon verschiedentlich *Juncus*-Samen an Standorten nachgewiesen wurden, an denen die zugehörige Art im Bestand fehlte (z. B. Thompson und Grime 1979; Donelan und Thompson 1980; Pfadenhauer und Maas 1987). Einerseits sind *Juncus*-Arten befähigt, ausdauernde Samenbanken anzulegen (Thompson und Grime 1979, Bakker 1989). Anderseits wachsen *J. articulatus* und *J. inflexus* innerhalb des untersuchten Tales, können also auch agochor oder zoochor eingetragen worden sein.

Als einziger Keimling, welcher auf ein mögliches früheres Vorkommen im Bestand hindeutet, lief *Lychnis flos-cuculi* in einer „Magerwiesen"-Probe auf. Da es sich aber um


rel. Frequenz
0.00
0.20
0.40
0.60
0.80
1.00
Gruppe A
Arrhenatherum elatius
Avenula pubescens
Taraxacum officinale
Centaurea scabiosa
Pimpinella saxifraga
Crepis biennis
Centaurea jacea
Geranium pyrenaicum
Hieracium pilosella
Plantago lanceolata
Trifolium dubium
Ononis repens
Scabiosa columbaria
Knautia arvensis
Arabis hirsuta
Senecio erucifolius
Anthoxanthum odoratum
Euphorbia cyparissias
Lolium perenne
Myosotis arvensis
Origanum vulgare
Prunus spinosa
Fagus sylvatica
Medicago sativa
Ranunculus friesianus
Campanula persicifolia
Carex flacca
Galium aparine
Lathyrus pratensis
Gruppe B
Bromus erectus
*Achillea millefolium
Brachypodium pinnatum
*Poa pratensis
*Galium album
*Trifolium campestre
*Ranunculus bulbosus
*Trisetum flavescens
Trifolium pratense
Festuca rubra
Holcus lanatus
*Cerastium holosteoides
Veronica arvensis
*Veronica chamaedrys
*Campanula rotundifolia
Picris hieracioides
Dactylis glomerata
*Thlaspi perfoliatum
*Veronica persica
*Leucanthemum vulgare
*Carex caryophyllea
Rumex acetosa
Salvia pratensis
Sedum acre
*Cardamine hirsuta
*Medicago lupulina
*Poa trivialis
*Bellis perennis
*Lotus corniculatus
Viola hirta
*Plantago media
*Daucus carota
*Veronica hederifolia
*Prunella vulgaris
Luzula campestris
Vicia sepium
Thymus pulegioides
Festuca pratensis
Hypericum perforatum
Glechoma hederacea
Trifolium repens
Gruppe C
*Campanula patula
Carex pendula
*Lythrum salicaria
Anagallis arvensis
Chenopodium polyspermum
Polygonum persicaria
*Epilobium parviflorum
Fragaria vesca
Salix caprea
Scrophularia nodosa
*Epilobium montanum
Urtica dioica
Aegopodium podagraria
Juncus inflexus
Capsella bursa-pastoris
Agrostis tenuis
Ajuga reptans
Festuca amethystina
Iris cf. pseudacorus
Lychnis flos-cuculi
Polygonum aviculare
Salix x rubens
Sonchus asper
Stellaria media
Melilotus altissima
Crepis capillaris
0.00
0.10
0.20
rel. Samendichte

Tab. 5. Samenbank-Typen und Keimungsmaxima der als Keimlinge erfaßten Arten, soweit in Grime et al. (1988) und Muller (1978) aufgeführt. „transient/persistent" bezieht sich auf die Anzahl Arten mit entsprechendem Samenbank-Typ; Herbst/Frühling gibt die Anzahl Arten mit Keimungsmaximum in der entsprechenden Jahreszeit an.

	Frühlingsprobe		Herbstprobe	
	„transient"/ „persistent"	Herbst/ Frühling	„transient"/ „persistent"	Herbst/ Frühling
„Magerwiese"	9/26	15/11	12/20	22/11
„Extensivwiese"	10/17	14/12	9/21	17/12
„Fettwiese"	7/11	10/ 8	6/13	12/ 7

einen Einzelfall handelte, müssen die Chancen für eine erfolgreiche Reaktivierung als äußerst gering betrachtet werden.

Nach Thompson und Grime (1979) lassen sich auf Grund der Dauer ihrer Keimfähigkeit zwei Samenbank-Haupttypen unterscheiden (*„transient"* = vorübergehend, *„persistent"* = ausdauernd). Bakker (1989) unterteilte die Gruppe der ausdauernden Samenbank-Typen weiter in *„persistent"* und *„permanent"*, wobei sich letzterer durch die Langlebigkeit (> 5 Jahre) der Diasporen auszeichnet.

Tab. 5 zeigt, in welchem Verhältnis die beiden Haupttypen (nach Thompson und Grime 1979) in den verschiedenen Proben und Flächen aufgetreten sind; es wurden nur diejenigen Arten berücksichtigt, die von Grime et al. (1988) eindeutig einem Samenbanktyp zugeordnet wurden. Gleichermaßen wurden für die Auswertung der Keimungsmaxima nur die Angaben solcher Arten berücksichtigt, die in Grime et al. (1988) und Muller (1978) übereinstimmen und gemäß diesen Autoren einen deutlichen Keimungshöhepunkt aufweisen. Die Tabelle unterstreicht die Dominanz von Arten mit ausdauernder Samenbank und/oder Herbstkeimern in allen Proben. Die gegenüber der Frühlingsprobe größere Anzahl Herbstkeimer in der Herbstprobe resultiert aus Keimlingen von Arten mit vorübergehender Samenbank (Grime et al. 1988), welche bei einer Probenahme im Frühling nicht mehr in Erscheinung treten. Dies erklärt auch die in den Herbstproben (Fläche 1 und 2) feststellbare, deutliche Abnahme der Samenzahl mit zunehmender Bodentiefe. Anderseits führt die höhere floristische Diversität zu mehr Arten mit persistenter Samenbank. Es ist deshalb anzunehmen, daß unter artenreicheren Wiesen zumindest für einige Jahre eine Samenbank von Arten vorhanden ist, welche bereits aus dem Bestand verschwunden sind.

Die Artenspektren der Gruppen C (Abb. 4 bis Abb. 6) geben aber, mit Ausnahme von Arten der Ruderal- oder Segetalflora, keine Hinweise auf die Anwesenheit von Arten

Abb. 4. Vegetation (rel. Frequenz) und Samenbank (rel. Samendichte) der „Magerwiese", nach rel. Frequenz (Gruppen A und B) bzw. rel. Samendichte (Gruppe C) geordnet. Gruppe A: nur in der Vegetation vorhanden; Gruppe B: Vorkommen in Vegetation und Samenbank; Gruppe C: nur in Samenbank vorkommende Arten; * in Frühlings- und Herbstprobe aufgelaufen.
□ Vegetation, ■ Samenbank

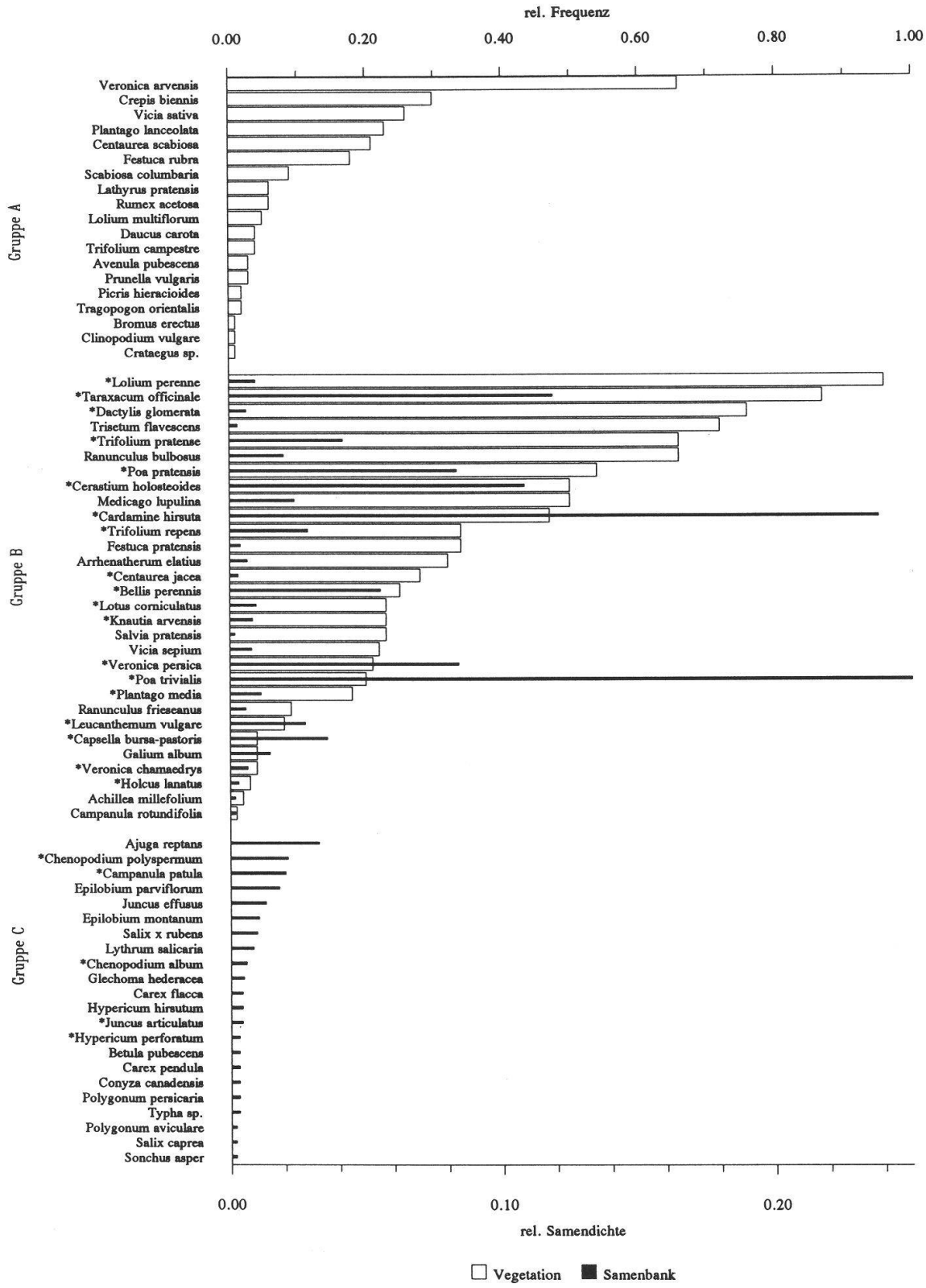


Abb. 5. Vegetation und Samenbank der „Extensivwiese". Erklärungen s. Abb. 4.

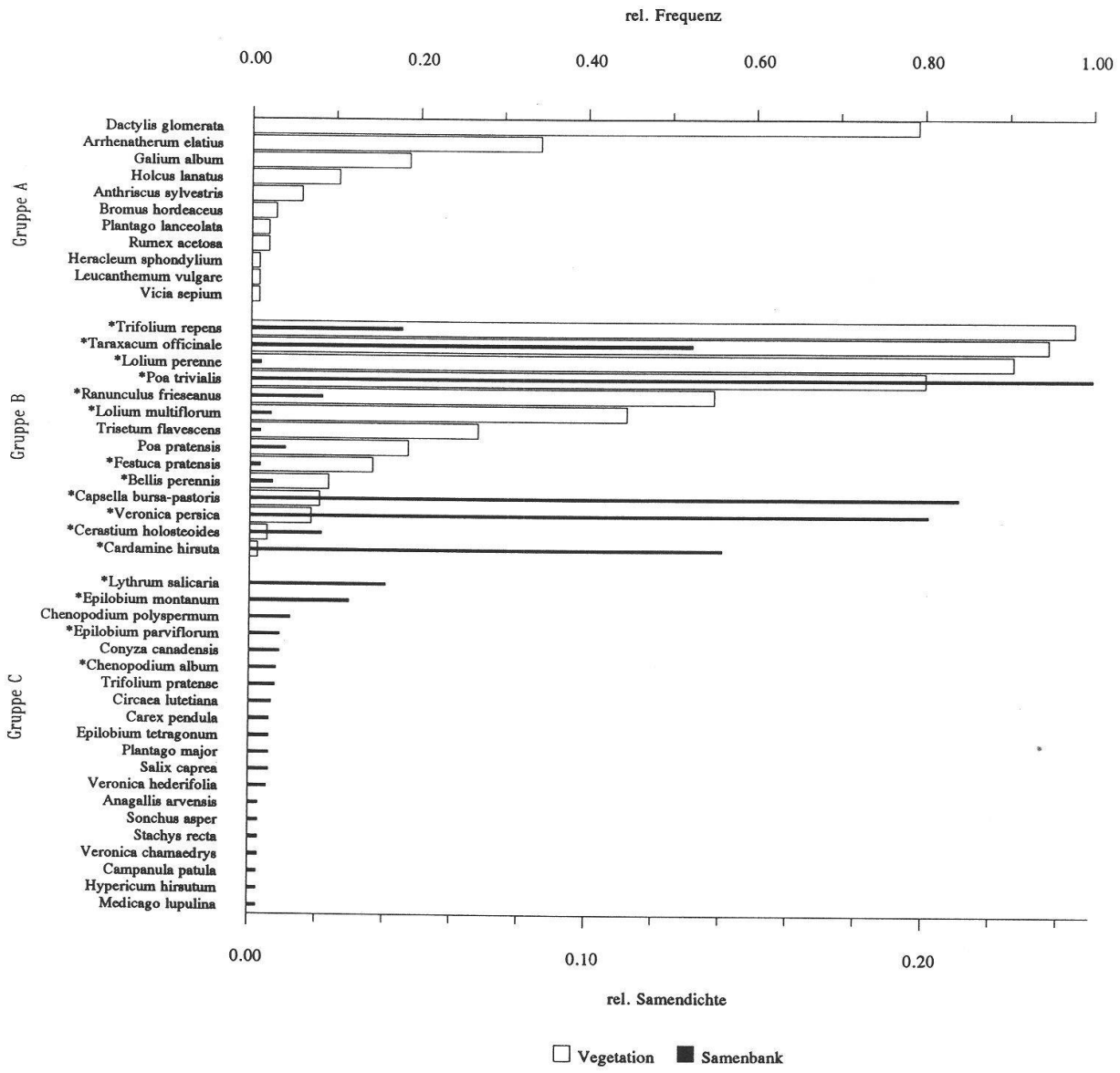


Abb. 6. Vegetation und Samenbank der „Fettwiese". Erklärungen s. Abb. 4.

mit *permanenter* Samenbank (nach Bakker 1989), die sich während der intensiven Bewirtschaftung mit keimfähigen Diasporen am Standort halten konnten.

Auf Grund dieser Ergebnisse und den einschlägigen Untersuchungen an vergleichbaren Standorten besteht wohl kaum Hoffnung, eine Rückführung zu extensiv genutzten und deshalb artenreichen Wiesen über die Reaktivierung der Samenbank zu erreichen (vgl. dazu Graham und Hutchings 1988, Bakker 1989, Bakker et al. 1991). Vielmehr muß versucht werden, noch bestehende artenreiche Naturwiesen zu erhalten, nötigenfalls zu schützen und angepaßt zu nutzen. Renaturierungen hingegen bedürfen den Einsatz von Hilfsmitteln wie z. B. Ansaat oder Heuauslage.

Für die wertvollen Hinweise und die Durchsicht des Manuskripts möchte ich mich bei Prof. Dr. J. J. Schneller und Rolf Holderegger bedanken.

Literatur

van Altena S. C. und Minderhoud J. W. 1972. Keimfähige Samen von Gräsern und Kräutern in der Narbenschicht der Niederländischen Weiden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 136: 95–109.

Bakker J. P. 1989. Nature Management by Grazing and Cutting. Geobotany 14. Kluwer Academic Publ. Dordrecht. 400 pp.

Bakker J. P., Bos A. F., Hoogveld J. and Muller H. J. 1991. The role of the seed bank in restoration management of semi-natural grasslands, 449–455. In: Ravera O. (ed.), Terrestrial and Aquatic Ecosystems: Perturbation and Recovery. Ellis Horwood, New York.

Binz A. und Heitz Ch. 1990. Schul- und Exkursionsflora der Schweiz. 19. Aufl. Schwabe, Basel. 659 S.

Broggi M. F. und Schlegel H. 1989. Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Bericht 31 des NFP „Boden", Liebefeld-Bern. 180 S.

Dietl W. 1986. Pflanzenbestand, Bewirtschaftungsintensität und Ertragspotential von Dauerwiesen. Schweiz. Landw. Monatsh. 64: 241–262.

Donelan M. and Thompson K. 1980. Distribution of buried viable seeds along a successional series. Biol. Conserv. 17: 297–311.

Fischer A. 1987. Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Diss. Bot. 110: 1–234.

Foerster E. 1956. Ein Beitrag zur Kenntnis der Selbstverjüngung von Dauerweiden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 100: 273–301.

Graham D. J. and Hutchings M. J. 1988. Estimation of the seed bank of a chalk grassland ley established on former arable land. J. Appl. Ecol. 25: 241–252.

Grime J. P., Hodgson J. G. und Hunt R. 1988. Comparative Plant Ecology. Unwin Hyman, London. 742 S.

Hantke R. 1967. Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete (1:50 000). Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 112: 91–112.

Hatt M. 1991. Samenvorrat von zwei alpinen Böden. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 57: 41–71.

Klötzli F. 1991. Möglichkeiten und erste Ergebnisse mitteleuropäischer Renaturierungen. Verh. Ges. Ökol. 20: 229–242.

Kreeb K.-H. 1983. Vegetationskunde: Methoden und Vegetationsformen unter Berücksichtigung ökosystemischer Aspekte. Ulmer, Stuttgart. 331 S.

Müller-Schneider P. 1986. Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Veröff. Gebot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 85: 1–226.

Muller F. M. 1978. Seedlings of the North-Western European Lowland. Junk, Den Haag. 654 pp.

Pfadenhauer J. und Maas D. 1987. Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. Flora 179: 85–97.

Poschlod P. 1991. Diasporenbanken in Böden – Grundlagen und Bedeutung, 15–35. In: Schmid B. und Stöcklin J. (eds.), Populationsbiologie der Pflanzen. Birkhäuser, Basel.

–, Deffner A., Beier B. und Grunicke U. 1991. Untersuchungen zur Diasporenbank von Samenpflanzen auf beweideten, gemähten, brachgefallenen und aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandorten. Verh. Ges. Ökol. 20: 893–904.

– und Jackel A.-K. 1993. Untersuchung zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. Flora 188: 49–71.

Ryser P. and Gigon A. 1985. Influence of seed bank and mammals on the floristic composition of limestone grassland (Mesobrometum) in Northern Switzerland. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 52: 41–52.

Thompson K. 1986. Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. J. Ecol. 74: 733–738.

– and Grime J. P. 1979. Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. J. Ecol. 67: 893–922.

van der Valk A. G. and Pederson R. C. 1989. Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. 329–346. In: Leck M. A., Parker V. T. und Simpson R. L. (eds.), Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press, San Diego.
Verkaar H. J., Schenkeveld A. J. and van de Klashorst M. P. 1983. The ecology of short-lived forbs in chalk grasslands: dispersal of seeds. New Phytol. 95: 335–344.
Willems J. H. 1983. The seed bank as a part of the vegetation. Acta Bot. Neerl. 32: 243.