

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 118 (1994)

Artikel: Entwicklung und Beurteilung von Ansaatmischungen für Wanderbrachen = Development and assessment of seed mixtures for wandering fallows

Autor: Ramseier, Dieter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308982>

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: 23.01.2026

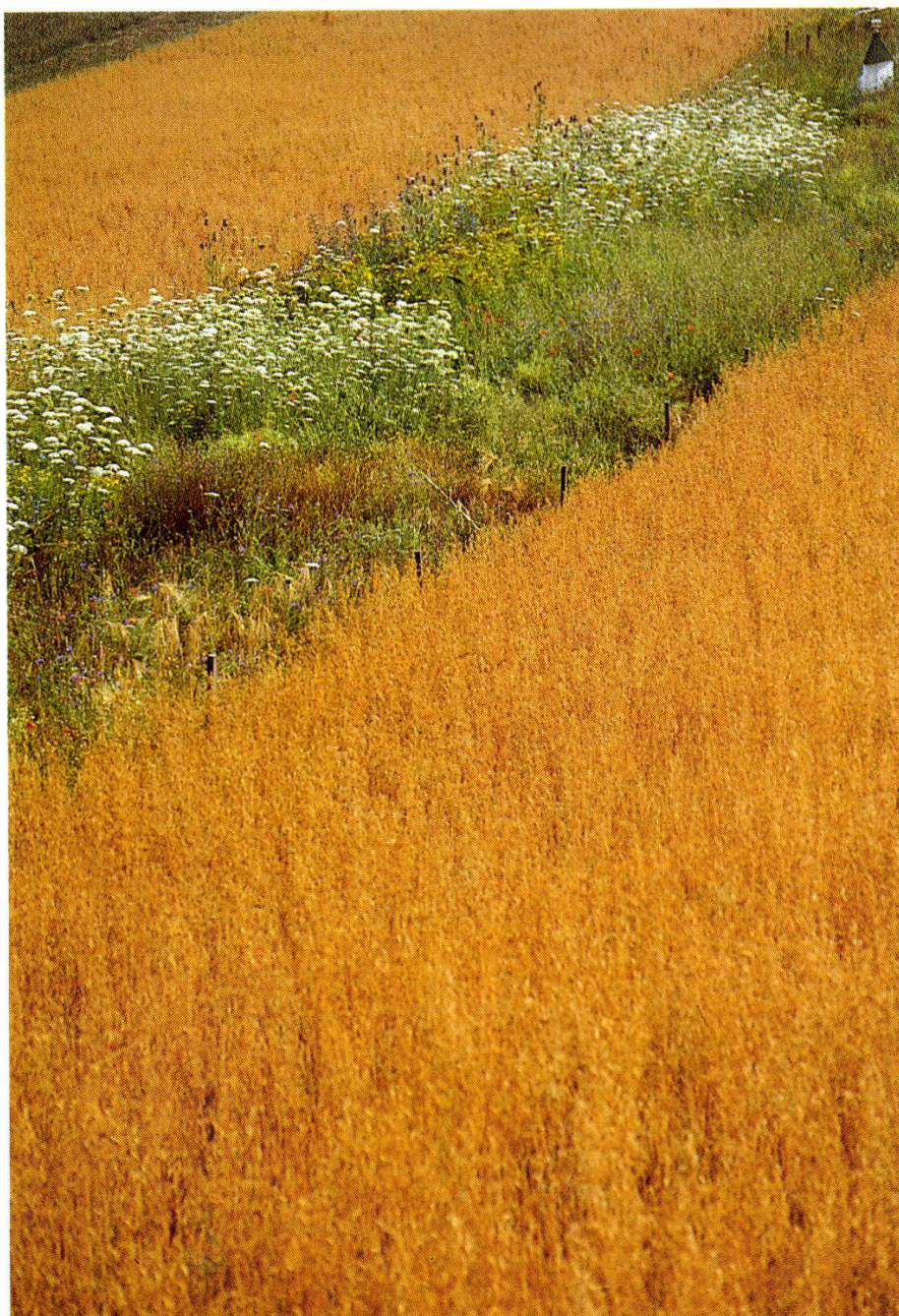
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

**Entwicklung und Beurteilung von Ansaatmischungen
für Wanderbrachen**

*Development and Assessment of Seed Mixtures
for Wandering Fallows*

Dieter RAMSEIER

1994



Wanderbrache auf dem Egghof, Schöfflisdorf, Kanton Zürich

INHALTSVERZEICHNIS

	Abkürzungen	4
	Glossar	5
	Vorwort	7
1.	Einleitung	9
1.1.	Brachen - Wanderbrachen	9
1.2.	Gründe für die Anlage von Wanderbrachen	11
1.2.1.	Artenschutz	11
1.2.2.	Vernetzungselement in der Kulturlandschaft	18
1.2.3.	Nützlingsförderung	19
1.2.4.	Herbologische Aspekte	21
1.2.5.	Erosionsminderung	22
1.2.6.	Erholungswert	22
1.3.	Problemstellung der Arbeit	23
2.	Material, Versuchsflächen und Methoden	24
2.1.	Artenspektrum für Wanderbrachemischungen	24
2.2.	Saatgut	26
2.3.	Versuchsflächen	28
2.3.1.	Lage der Versuchsflächen	28
2.3.2.	Pedologie und Topographie	29
2.3.3.	Bewirtschaftung	31
2.4.	Klima und Witterungsverlauf 1990-92	32
2.5.	Methoden	33
2.5.1.	Entwicklung der Wanderbrachemischungen	33
2.5.2.	Test der entwickelten Wanderbrachemischungen	36
3.	Ergebnisse	43
3.1.	Auswahl der Arten, Mischungszusammensetzung	43
3.1.1.	Konkurrenz- und Reihenversuche	43
3.1.2.	Mischungen und Aussaatdichte	44
3.1.3.	Aussaatzeitpunkt	45
3.1.4.	Antreten der Aussaaten	47
3.2.	Test der Wanderbrachemischungen	47
3.2.1.	Spontane Arten	47
3.2.2.	Eingesäte Arten	60
3.2.3.	Evenness	73
3.2.4.	Deckungswerte	77
3.2.5.	Bestäubungsbiologische Einheiten	83
3.2.6.	Diasporenproduktion	86
4.	Diskussion	93
4.1.	Zu den Methoden	93
4.2.	Zu den Ergebnissen	95
4.2.1.	Sukzession auf Brachflächen	95
4.2.2.	Diasporenproduktion	98
4.3.	Beurteilung von Wanderbrachen im Agroökosystem	99
4.4.	Vergleich mit ähnlichen Projekten	101
5.	Folgerungen und Forschungsperspektiven	106
5.1.	Folgerungen für die Praxis	106

5.1.1.	Parzellenauswahl	106
5.1.2.	Beurteilung der Mischungen	107
5.1.3.	Aussaatzeitpunkt	110
5.1.4.	Aussaatmethode	111
5.1.5.	Breite von Wanderbrachen	111
5.1.6.	Seitliche Verschiebung von Wanderbrachen	112
5.1.7.	Diasporen-Handling	113
5.2.	Schlussfolgerungen	114
5.3.	Forschungsperspektiven	114
	Zusammenfassung - Summary	117
	Literaturverzeichnis	120
	Anhang	130

ABKÜRZUNGEN IN TABELLEN UND FIGUREN

b/b	brach hinter brach: keine Einsaat hinter einem brach-Segment
b/D	brach hinter D: keine Einsaat hinter einem D-Segment
b	Wanderbrache auf dem Brüederhof, Dällikon, 1. Jahr
B	Wanderbrache auf dem Brüederhof, Dällikon, 2. Jahr
bE	bestäubungsbiologische Einheit
D	Samenmischung D (siehe 3.1.2), Aussaat Oktober 1990
D5	Samenmischung D (siehe 3.1.2), Aussaat Mai 1991
e	Wanderbrache auf dem Egghof, Schöfflisdorf, 1. Jahr
E	Wanderbrache auf dem Egghof, Schöfflisdorf, 2. Jahr
H	Samenmischung H, Brüederhof, Dällikon, Aussaat Oktober 1990
I	Samenmischung I, Egghof, Schöfflisdorf, Aussaat Oktober 1990
K	Samenmischung K, Nidereien und Tannerai, Birr, Aussaat Oktober 1990
L	Samenmischung L, Zelgli, Oberglatt, Aussaat Oktober 1990
n	Wanderbrache auf der Nidereien, Birr, 1. Jahr
N	Wanderbrache auf der Nidereien, Birr, 2. Jahr
se	Standardfehler des Mittelwertes (standard error of mean)
t	Wanderbrache auf dem Tannerai, Birr, 1. Jahr
T	Wanderbrache auf dem Tannerai, Birr, 2. Jahr
Sto	Schnittgutübertragung total: das gesamte Schnittgut des alten Wanderbrache-streifens auf neuen Streifen übertragen
Svi	Schnittgutübertragung viel: viele abgezählte Fruchtstände der angesäten Arten vom alten Wanderbrachestreifen auf den neuen Streifen übertragen (siehe 3.1.2)
Swe	Schnittgutübertragung wenig: wenige abgezählte Fruchtstände vom alten Wanderbrachestreifen auf den neuen Streifen übertragen (siehe 3.1.2)
z	Wanderbrache im Zelgli, Oberglatt, 1. Jahr
Z	Wanderbrache im Zelgli, Oberglatt, 2. Jahr

GLOSSAR

Ackerkrautstreifen: Mehrjähriger, landwirtschaftlich nicht genutzter Streifen am Rande oder in einer Fruchtfolgefläche. Darin erfolgt eine Einsaat von nützlingsfördernden Pflanzenarten (HEITZMANN et al. 1992).

Ackerrandstreifen: Landwirtschaftlich nicht genutzter Streifen am Rande einer Fruchtfolgefläche mit jährlicher Bodenbearbeitung. Oft erfolgt eine Einsaat von seltenen Segetalarten.

Ackerschonstreifen: In Deutschland häufig als Ackerrandstreifen bezeichnet. Randständiger, landwirtschaftlich genutzter Streifen eines Feldes (meist Getreide) ohne Herbizidapplikationen, meist auch ohne Fungizid- und Insektizideinsatz sowie mit reduzierter Düngung.

Ackerwildkraut, Ackerwildpflanze: Oft als Ersatz für den Begriff "Unkraut" verwendet. Viele Unkräuter sind jedoch keine Wildpflanzen im engeren Sinne, da sie sich im Laufe der Ackerbaugeschichte so stark an diesen anthropogen beeinflussten Standort angepasst haben, dass sie bestimmte Wildeigenschaften mehr oder weniger verloren haben und in weniger anthropogen beeinflusster Vegetation nicht existieren können (ARLT et al. 1991).

Ausbringung: Verpflanzen bzw. Auspflanzen und -säen von Pflanzenarten in die freie Landschaft (FLÜECK 1983).

Bestandesstreifen: GAUDCHAU (1981) verwendet diesen Ausdruck für Ackerkrautstreifen im Feldinnern.

Bestäubungsbiologische Einheit: Einzelblüte oder Gruppe von Blüten, welche sich berühren, z.B. Körbchen bei *Asteraceae* oder Blütenstand bei *Polygonum persicaria*.

Buntbrachen: Sammelbegriff für Brachformen mit einem grossen Anteil auffallend blühender Arten: Wanderbrachen, Wechselbrachen, Ackerkrautstreifen und Ackerrandstreifen. Die angestrebte Artenvielfalt wird zumeist durch Ansaat erreicht.

Diaspore: Ausbreitungseinheit (URBANSKA 1992).

Einsaatsstreifen: Synonym zu Ackerkrautstreifen. Letzterem wird heute der Vorzug gegeben (Prof. Dr. W. Nentwig, mündl.).

Herbologie: Unkrautkunde.

Kohorte: Gruppe von Individuen gleichen Alters, z.B. Keimlinge, Sprosse, Blätter (BORNKAMM et al. 1991).

Nützling: Organismengruppe (zumeist Arthropoden), welche die Abundanz von Nutzorganismenprädatoren reduziert.

Ökoton (Saumbiotop): Schmalere und linear entwickelter Übergangsbereich von einem Lebensraumtyp in einen anderen, in welchem sich beiderseitige Umweltfaktoren mischen und so einem breiten typischen Artenspektrum Lebensraum bieten (JEDICKE 1990).

Prädation: Konsumation eines Organismus durch einen anderen Organismus, wobei der Beuteorganismus beim ersten Angriff noch lebt (BEGON et al. 1991).

Prädatore: Organismus, der sich von anderen lebenden Organismen ernährt, wie echter Räuber, Weidegänger, Parasit und Parasitoid (BEGON et al. 1991).

Rain: Grenzbereich zwischen zwei landwirtschaftlichen Nutzflächen, auf dem keine primäre Nutzung stattfindet. Bei streifenförmiger Parzellierung wird nur die Längsgrenze als Rain definiert (EWALD 1968 in KREBS und KAULE 1990). Es gibt verschiedene Formen: Stufenrain, Wegrain, Grabenrain.

Schauapparatfläche: Die Fläche, welcher ein Betrachter von einer bestäubungsbiologischen Einheit sieht: bei radiärsymmetrischen Blüten die Projektion der Tepalen resp. Petalen auf die Normalebene der Symmetrieachse, bei dorsiventralen bestäubungsbiologischen Einheiten meist die Projektion auf die Symmetrieebene, bei zylinderförmigen Blütenständen die Zylinderfläche.

Segetalart: von lat. segetalis, zur Saat gehörig, seges=die Saat. Art, welche an den Standort Acker angepasst ist und dort mit Kulturpflanzen wächst (ARLT et al. 1991). Vgl. Ackerwildkraut, Unkraut.

Unkraut: wildwachsende Pflanzenarten und -bestände, welche die Entwicklung von Kulturpflanzen oder andere Ziele und Erfordernisse des Menschen beeinträchtigen (European Weed Research Society EWRS, 1986). Dieser Begriff wird von vielen Leuten abgelehnt. Er wird hier trotzdem verwendet, da er gebräuchlich ist. Siehe LAMBELET-HAUETER (1990).

Wanderbrache: Landwirtschaftlich nicht genutzter, 5 bis 8 m breiter Streifen einer Fruchtfolgefläche. Jedes Jahr wird auf der einen Seite die Hälfte der Breite zusätzlich brach gelassen, auf der andern Seite wird dieselbe Breite wieder in Kultur genommen. Meist wird beim Start einer Wanderbrache eine geeignete Samenmischung auf die Fläche angesät.

Wechselbrache: Landwirtschaftlich nicht genutzter, 5 bis 8 m breiter Streifen einer Fruchtfolgefläche. Jährlich wird abwechselungsweise auf der einen Hälfte der Brache eine Bodenbearbeitung durchgeführt, wodurch immer ein neuer und ein alter Bestand vorkommt. Meist wird zu Beginn eine geeignete Samenmischung auf die Fläche angesät.

Wiederansiedlung: Versuch der Neubesiedlung ehemals von der betreffenden Art besiedelter Gebiete (HAMEL et al. 1989).

VORWORT

Die vorliegende Arbeit über Wanderbrachen entstand am Geobotanischen Institut der ETH Zürich und auf der Versuchsstation Hodlete in Bachs von 1988-1993. Erste Vorarbeiten wurden ab 1986 durchgeführt.

Für die stete Bereitschaft zu Diskussionen und für viele wertvolle Hinweise danke ich dem Referenten Prof. Dr. Elias Landolt. Bei Prof. Dr. Krystyna Urbanska und bei Prof. Dr. Bernhard Schmid bedanke ich mich für die bereitwillige Übernahme des Korreferates und für viele kritische Hinweise.

Spezieller Dank gebührt Prof. Dr. med. vet. Arnold Müller, welcher die Idee einer Wanderbrache hatte und sich hartnäckig für die Verwirklichung des Wanderbracheprojektes einsetzte. Dieses wird seit 1988 von der SANDOZ AG, Basel, finanziert, wofür ich mich bei den beteiligten Verantwortlichen - Dr. Hanspeter Schelling, Dr. Jost Harr und PD Dr. Ulrich Gisi - herzlich bedanken möchte.

Ohne die Bereitschaft der beteiligten Landwirte und Landeigentümer zur fruchtbaren Zusammenarbeit wären die Feldversuche nicht möglich gewesen. Deshalb danke ich Robert Bösch, Helen Christener, Hans Glauser, Lyn Guhl, Kaspar Günthart, Hans Wolleb und Herbert Zysset.

Für die oft anstrengende Mitarbeit im Feld und im Labor danke ich Barbara Jäggli, Margot Zahner, Ursula Kradolfer, Dr. William L. Gibson, Martha Elba Paz López, Dorothea Lohse, Kyong-Ohg Pag, Jeannette Schmid und Daniel Schmid.

Viele Anregungen kamen von den KollegInnen des Wanderbracheprojektes: Igor Kramer, Barbara Jäggli, Michael Keller, Sandro Wermelinger, Käthi Winiger, Markus Bürgisser, Robert Zollinger und von den KollegInnen vom Geobotanischen Institut: Prof. Dr. Andreas Gigon, Iris Gödickemeier, Thomas Wilhalm, Esther Guggenheim, Dr. Marianne Jeker, Dr. Peter Ryser, Gianpietro Cerletti, Dr. Roland Marti sowie von PD Dr. Rolf Rutishauser, Dr. Markus Jenny, Daniel Winter, Susan L. Bassow, Anni Heitzmann und Prof. Dr. Wolfgang Nentwig. Für die Beratung in herbologischen Angelegenheiten bedanke ich mich bei Dr. Hans Ueli Ammon, Dr. Eric Beuret und Hansueli Dierauer.

Johannes Burri (VOLG Winterthur) leistete wertvolle Vorarbeiten und liess mich auch später von seiner reichen Erfahrung profitieren. Vielen Dank!

Für das Überlassen von Saatgut danke ich Albert Krebs, Martin Bolliger und Martin Waxenberger.

Für die Bestimmung der Moose bedanke ich mich bei Dr. Irene Bisang und für die Bodenkartierung bei Martin Zürrer und Fredy Gehringer.

Schliesslich danke ich meinen Eltern, welche mir das Biologiestudium ermöglichten.

Für diese Arbeit wurde umfangreiches Datenmaterial erhoben und ausgewertet. Da es im Hinblick auf die Druckkosten nicht sinnvoll erscheint, alle Daten vollständig wiederzugeben, werden hier von einigen Tabellen nur die wichtigsten Ausschnitte wiedergegeben, andere sind ganz weggelassen. Die vollständigen Tabellen können ungebunden zum Selbstkostenpreis von SFr. 20.-- beim 'Geobotanischen Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürichbergstrasse 38, CH-8044 Zürich', angefordert werden. Eine Zusammenstellung der in diesem Zusatz vorhandenen Tabellen ist in Anhang A aufgeführt. Verweise im Text auf diese Tabellen sind mit einem 'Z' gekennzeichnet, z.B. 'Tab. Z2'. Diese Ergänzungslieferung ist für das Verständnis der hier diskutierten Ergebnisse nicht notwendig.

Die hier vorgestellte Wanderbrache ist etwas Neues. Es bestehen daher erst wenige praktische Erfahrungen. Wenn Sie dieses System anwenden, schreiben Sie uns bitte über Ihre gemachten Erfahrungen. Vor allem interessiert uns das spontane Auftreten von bedrohten Arten in den Wanderbrachen sowie der Unkrautdruck auf den benachbarten Parzellen. Besten Dank für Ihre Mithilfe!

1. EINLEITUNG

1.1. BRACHEN - WANDERBRACHEN

Traditionsgemäss dienten Brachen in Europa u.a. der Reduktion des Unkrautbesatzes (WEHSARG 1954, FROUD-WILLIAMS 1988). Der Diasporenvorrat im Boden nimmt schon durch mikrobiellen Befall, Prädation und Alterung ab. Eine zusätzliche Reduktion findet statt, wenn Samen keimen und die daraus hervorgehenden Pflanzen nicht zum Fruchten kommen, was in der Dreifelderwirtschaft durch Beweidung erreicht wurde. Durch den Tritt der Weidetiere gelangten wiederholt Samen in den spezifischen Keimhorizont und konnten keimen. Die Pflanzen wurden grösstenteils schon vor deren Fruktifikation abgefressen. Diese einjährigen, beweideten Brachen hatten wohl oft ein rasenartiges Aussehen (OTTE 1984). Zusätzlich mögen Brachen auch der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit gedient haben, einerseits durch das pflanzliche Material, das später eingearbeitet wurde (Gründüngung), andererseits durch den Eintrag von Nährstoffen durch Weidetiere. Auch auf die Reduktion von phytopathogenen Keimen haben sich Brachen sicher positiv ausgewirkt.

Wo selektive Herbizide in ungenügenden Mengen zur Verfügung stehen, werden auch heute noch Brachen zur Unkrautregulation eingesetzt. JONIN (1992) berichtet von einem geringen Unkrautbesatz nach reiner Vollbrache bei einer fünfjährigen Fruchtfolge in Westsibirien. In der ersten Kultur nach der Brache machten die Unkräuter durchschnittlich 10.8% der gesamten Phytomasse aus. Dieser Anteil stieg bis auf 24.5% im vierten Jahr.

Im südlichen Teil von Australien werden seit Anfang dieses Jahrhunderts nach nordamerikanischem Vorbild Brachen zur Unkrautregulation eingesetzt (PERRY 1992). Dabei erfolgt auf den Brachflächen eine Bodenbearbeitung. Seit zwei bis drei Jahrzehnten werden die Flächen zum Teil auch mit Totalherbiziden behandelt. Seit zunehmend selektive Herbizide verwendet werden, nimmt der Anteil der Brachen ab, beträgt aber immer noch ca. 25% der Getreideanbaufläche im Süden Australiens. Zum Teil ist auch die Wasserverfügbarkeit so gering, dass nur jedes 2. Jahr Getreide angebaut wird und im Zwischenjahr die Felder brach bleiben (PERRY 1992). Geringe Wasserverfügbarkeit und Reduktion des Samenvorrats von Unkräutern sind die Gründe, welche auch von BUDD et al. (1954) für Brachen in Saskatchewan, Westkanada, angegeben werden.

In jüngster Zeit ist in Europa ein weiterer Typ von Brachen bekannt geworden: die Grünbrachen. Diese dienen primär der Entlastung übersättigter Getreidemärkte.

Auch Sozialbrachen sind eine bekannte Form von Brachen. Dabei handelt es sich um landwirtschaftliche Nutzflächen, deren Bewirtschaftung unrentabel geworden ist und die deshalb aufgegeben werden. In den gemässigten Breiten verbuschen, beziehungsweise bewalden diese mehr oder weniger schnell. Sozialbrachen können hauptsächlich in gebirgigen Gegenden zu einem Problem werden, so beispielsweise in den Alpen (ZOLLER et al. 1984).

Eine neuere Form von Brachen stellen streifenförmige Brachen in Fruchtfolgeflächen dar. Diese haben von der Funktion und der Entstehung her gesehen nichts mit den anderen Bracheformen zu tun. Solche Streifen werden angelegt, um Antagonisten landwirtschaftlicher Schadorganismen zu fördern (GAUDCHAU 1981, ALTIERI 1987, NENTWIG 1989, 1992, RIEDEL 1990, THOMAS et al. 1991, LYS und NENTWIG 1992) und um wildlebende Tiere und/oder Tier- und Pflanzenarten zu schützen (MÜLLER 1984, HESPELER 1988, WATT et al. 1990, FRY 1991, KLANSEK und VAVRA 1993). Sie werden praktisch immer angesät. Dabei reicht das Spektrum von einzelnen angesäten Grasarten und Gräsermischungen (THOMAS et al. 1991, 1992) über die nordamerikanische *Phacelia tanacetifolia* (GAUDCHAU 1981) bis zu artenreichen Mischungen heimischer, hauptsächlich dicotyler Pflanzenarten (MÜLLER 1984, HEITZMANN et al. 1992). Diese Brachestreifen können am Ackerrand angelegt werden oder die Äcker durchziehen (NENTWIG 1989, THOMAS et al. 1991). Bei THOMAS et al. (1991, 1992) sind die Streifen durch Gegenpflügen leicht erhöht.

MÜLLER (1984) schlug eine lineare Bracheform vor, bei welcher der Brachestreifen jährlich auf der einen Seite um die Hälfte der Breite erweitert wird. Auf der andern Seite wird dieselbe Breite wieder in Kultur genommen (Fig. 1). Dadurch verschiebt sich dieser Streifen im Laufe der Jahre über den ganzen Acker. Er nannte diesen Brachetyp Wanderbrache. Zur Begrünung dieses Streifens stellte er sich die Ansaat einer Samenmischung vor.

Meine Aufgabe bestand darin, eine solche Samenmischung im Hinblick auf einen möglichst hohen Natur- und Tierschutzwert zu entwickeln und praxisnah zu testen. Für die genaue Aufgabenstellung siehe Kap. 1.3.

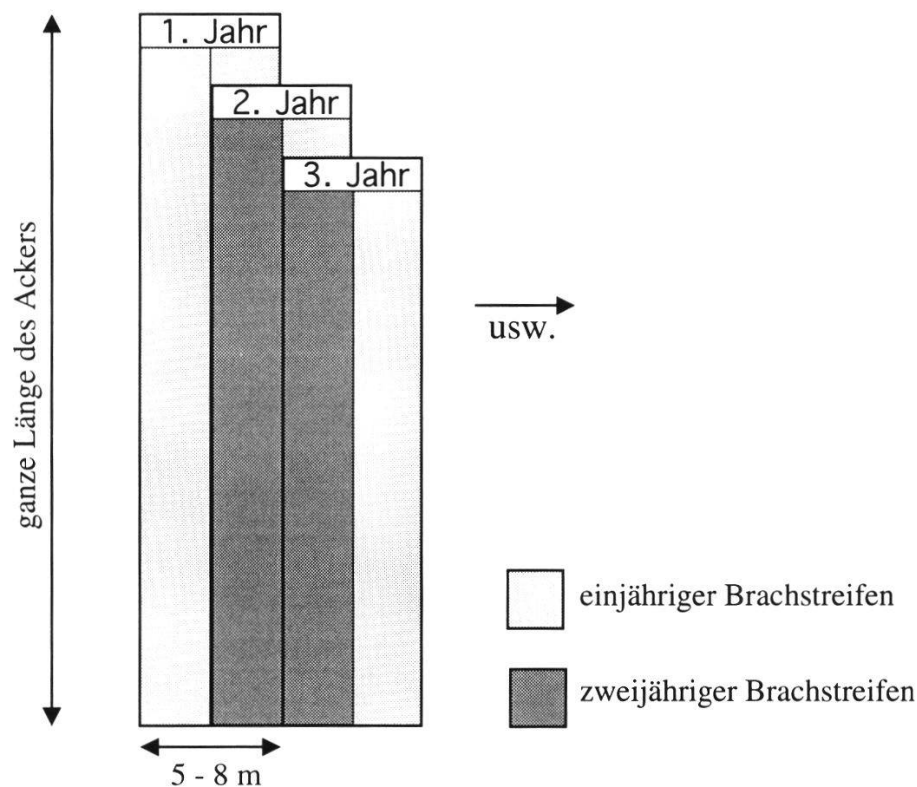


Fig. 1. Funktionsprinzip Wanderbrache. 1.Jahr: Ansaat einer geeigneten Samenmischung mit "alten" Ackerunkrautarten sowie Ruderal- und Wiesenarten. 2.Jahr: Übertragung von Fruchtständen annueller Arten auf den neuen Teilstreifen, Nachsaat mit zwei- und mehrjährigen Arten, da von diesen noch keine solche Fruchtstände zur Verfügung stehen. 3.Jahr: Übertragung von Fruchtständen aller Arten auf den neuen Teilstreifen. Idee für die graphische Gestaltung: Veronika Merz.

Principle of the wandering fallow. First year: sowing of a seed-mixture with 'old' weeds and meadow- and ruderal species. Second year: transferring of infructescences of annual species to the new stripe, sowing of biennial and perennial species because there are not yet infructescences of these species. Third year: transferring of infructescences of all species to the new stripe.

1.2. GRÜNDE FÜR DIE ANLAGE VON WANDERBRACHEN

1.2.1. Artenschutz

1.2.1.1. Pflanzen ('Ackerunkräuter')

Artenverarmung auf Fruchtfolgeflächen. Lange Zeit wurde dem Artenrückgang auf Äckern wenig Beachtung geschenkt.

Für die Schweiz ist der Artenrückgang bei der Unkraut- und Ruderalflora in

ITTER und WALDIS (1983) sowie in LANDOLT (1991) dargestellt. Mit 6.1% ausgestorbenen oder unmittelbar vor dem Aussterben stehenden, 17.2% stark gefährdeten sowie 21.3% gefährdeten Arten gehören die Unkraut- und Ruderalarten zu den am stärksten gefährdeten ökologischen Gruppen der Schweiz (LANDOLT 1991).

Aus der Schweiz liegen detaillierte Studien über die Unkrautvegetation und deren Veränderung aus dem Wallis (WALDIS 1987) und der Gegend von Genf (LAMBELET-HAUETER 1991) vor. WALDIS kommt zum Schluss, dass sich die Gesamtzahl der auf dem Kulturland gedeihenden Arten vergrößert hat, wobei vor allem nitrophile und mesophile Arten zugenommen haben, während xerische und initiale Arten abgenommen haben.

Für Deutschland ist die Literatur über die Veränderung der Ackerbegleitvegetation umfangreich. MITTNACHT (1980) stellte in der Gemarkung Mehrstetten, Baden-Württemberg, eine Abnahme der Artenvielfalt von 1948-49 bis 1975-78 um über 50% fest. ALBRECHT und BACHTHALER (1990) kommen bei einer Zusammenstellung von Angaben verschiedener Autoren zum Schluss, dass in den letzten 4 Jahrzehnten die mittlere Artenzahl pro Ackerfläche in Mitteleuropa zwischen 20 und 50% abgenommen hat. Allerdings kam es im nordwestdeutschen Tiefland, in der Dübener Heide und im Nürnberger Becken zu einer Zunahme der mittleren Artenzahl pro Aufnahme- und Beobachtungsfläche, da die sehr artenarme Lammkraut-Assoziation nährstoffarmer Standorte, *Teesdalia-Arnoseridetum minimae* R.Tx.37, durch Düngung verschwunden ist. Das Verschwinden der Säure- und Magerkeitszeiger wurde durch die Einwanderung indifferenter und nährstoffliebender Arten überkompensiert. OTTE (1990) macht darauf aufmerksam, dass es nicht immer gerechtfertigt sei, pauschal von "Artenverarmung" zu sprechen: auf ihren Probeflächen standen 23 verschwundenen Arten 36 neu hinzugekommene Arten gegenüber. Die rückläufigen Arten sind charakterisiert durch niedere Temperaturansprüche bei der Keimung, relativ hohes Wärmebedürfnis während der Vegetationszeit und eine Bevorzugung basischer Böden, während die neu hinzugekommenen Arten ein höheres Nährstoffbedürfnis und höhere Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit sowie geringere Ansprüche an den Säuregrad des Bodens stellen. Nach Untersuchungen von ALBRECHT (1989) waren Arten, welche heute in den Roten Listen gefährdeter Pflanzenarten geführt werden, vielfach schon in den 50er und 60er Jahren selten.

Nach Aussage der meisten Autoren ist der relative Anteil von Gräsern zu Ungunsten dicotyler Pflanzen angewachsen.

RIES (1992) stellte für Österreich fest, dass die Unkrautartenzahl in den unter-

suchten Teilgebieten in den letzten 20 Jahren abnahm, im Gesamtgebiet jedoch wegen der Einwanderung neuer Arten leicht zunahm.

Vergleicht man die Artenzahlen von alten und neuen Aufnahmen, so ist zu berücksichtigen, dass früher noch mehr Wiesen- und Ruderalarten auf Äckern gedeihen konnten als heutzutage, dies vor allem infolge Brachestadien (vgl. 2.1). Falls diese Arten in ihrem engeren Biotop noch vorhanden sind, so ist meiner Ansicht nach ihr Verschwinden auf den Ackerflächen vom Artenschutz her gesehen als nicht bedenklich einzustufen.

Gründe für den Artenrückgang. Die Gründe für den Artenrückgang sind vielfältig: Herbizidapplikationen, Düngung, Halmverkürzungsmittel, Technik und Zeitpunkt von Saat und Ernte, früher Stoppelumbruch, Drainage, Saatgutreinigung, Aufgabe von Sonderkulturen, veränderte Fruchtfolgen, Nutzungsaufgabe, Fehlen von Brachestadien. Für die Bedrohung einzelner Arten sind verschiedene Faktoren verantwortlich, die von den einzelnen Autoren unterschiedlich gewichtet werden. Offensichtlich sind Arten mit einseitiger ökologischer Spezialisierung am stärksten rückläufig und damit am meisten gefährdet, so die speirochore *Agrostemma githago* ('crop mimic' nach RADOSEVICH und HOLT 1984), welche infolge Saatgutreinigung praktisch verschwunden ist (KORNAS 1988). In der Nordostschweiz trat die Art bei BUCHLI (1936) noch in 10% der Flächen auf, heute trifft man sie in dieser Gegend kaum mehr an. Aus Grossbritannien sind genauere Zahlen bekannt: *A. githago* war im Zeitraum von 1930-60 auf mehr als 150 Kartierflächen von 10 km² vorhanden, 1976-85 noch auf 17 Flächen, 1988 auf keiner mehr (WILSON et al. 1990).

Im Zusammenhang mit Brachen sind hier vor allem auch die subannuellen Brachephase zu erwähnen. Bis in jüngste Zeit - in einigen Gebieten auch heute noch - waren zwischen dem Abernten einer Ackerfrucht und der Aussaat der nächsten Kultur längere Brachphasen eingeschaltet. Vor allem nach der Getreideernte können auf Stoppelfeldern noch viele Ackerbegleitarten keimen und/oder sich weiterentwickeln und absamen. Begünstigt durch die erhöhte Schlagkraft moderner landwirtschaftlicher Maschinen wird heutzutage zumeist kurz nach der Ernte Zwischenfutter angebaut oder eine Gründüngungsmischung ausgebracht, wodurch die Stoppelfeldphase entfällt - die Entwicklung von spezialisierten Stoppelfeldarten wird dadurch abgebrochen oder ganz verhindert, z.B. von *Filago arvensis*, *F. vulgaris*, *Linaria elatine* und *L. spuria* (HAASE und SCHMIDT 1989).

Artenschutz für Unkräuter? Viele Segetalarten sind hemerochor in den mitteleuropäischen Raum gelangt (WILLERDING 1986). Wahrscheinlich wurde ihnen deshalb kein Schutzstatus zuerkannt - trotz einzelner warnender Stimmen (z.B. TÜXEN 1962). In der heutigen Zeit ist der Gedanke, dass auch diese ökologische Gruppe nicht ausgerottet werden sollte, weit verbreitet. Die ersten Schutzmassnahmen für Ackerunkräuter wurden vor über 30 Jahren in den Niederlanden ergriffen (HOLZNER 1982). Heute gibt es in nahezu allen west- und mitteleuropäischen Ländern Bestrebungen zur Erhaltung der Ackerbegleitflora.

Erhaltung der infraspezifischen Variabilität. Abgesehen von der Erhaltung der Arten sollte auch die infraspezifische genetische Variabilität erhalten bleiben. HAMMER und HANELT (1980) fanden bei einer *Papaver rhoeas*-Population, welche aus Ende der 40-er Jahre gesammelten Samen gezogen wurde, einen wesentlich höheren Variabilitäts-Index als bei einer damals rezenten Population desselben Fundortes. Einige Formen der ursprünglichen Population waren vollständig verschwunden. HAMMER (1991) überträgt für diese Erscheinung den Begriff "Generosion", welcher ursprünglich für die Landsorten von Kulturpflanzen geprägt wurde, auch auf Unkräuter. RIHAN et al. (1992) stellten fest, dass die in Grossbritannien seltenen *Papaver*-Arten (*P. hybridum* und *P. argemone*) eine geringere innerartliche Variabilität aufweisen als die häufigen *Papaver*-Arten (*P. rhoeas* und *P. dubium*). Annuelle Arten ohne Samenvorrat im Boden sind bei Einwirkung eines starken Selektionsfaktors (z.B. Herbizide) einem grösseren Risiko des Verlustes genetischer Variabilität ausgesetzt als Arten mit Samenvorrat im Boden (BAZZAZ und MORSE 1991).

Während Brachephasen wirken andere Selektionsfaktoren als bei Bewirtschaftung, so dass sich der Samenvorrat im Boden theoretisch gesehen unterschiedlich erneuern sollte. Demnach sollte durch Brachen die genetische Vielfalt im Diasporenvorrat des Bodens gefördert resp. erhalten werden. Insbesondere herbizidsensible Genotypen können sich wieder versamen, da sich diese normalerweise durch eine höhere Fitness gegenüber herbizidresistenten Genotypen auszeichnen (siehe 1.2.4).

Mögliche Schutzmassnahmen. Nach HAMPICKE 1988 bringt eine Ertragssenkung bei Weizen von 80 kg a⁻¹ auf 60 kg a⁻¹ (-25%!) kein Ackerunkraut zurück. Er kommt damit zum Schluss, dass das Prinzip 'Kombination' (landwirtschaftliche Erzeugung und Naturschutz auf ein und derselben Fläche) wenig

für den botanischen Artenschutz bringt. BROGGI und SCHLEGEL (1989) gelangen zu demselben Ergebnis. Für den Schutz von Ackerbegleitarten muss daher auf die Prinzipien 'Vernetzung' (Produkteerzeugung und Naturschutz räumlich getrennt, aber in enger Nachbarschaft) und 'Segregation' (Produkteerzeugung und Naturschutz grossräumig getrennt) zurückgegriffen werden. HABER (1990) fordert, dass 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche von intensiver Nutzung auszunehmen seien und vorrangig dem Biotop- und Artenschutz unterstellt werden sollen. In den intensiv genutzten Agrargebieten genügen 3-8% solcher naturbetonter 'Biotopflächen'. BROGGI und SCHLEGEL (1989) postulieren einen Bedarf von 11.4% naturnaher Flächen für das schweizerische Mittelland bei einem tatsächlichen Bestand von 3.5% in der bereits stark ausgeräumten Agrarlandschaft. In diesen Flächenangaben sind Magerwiesen, Hecken, gestufte Waldränder usw. enthalten. Während bei Wiesen auf eine lange Erfahrung mit Schutzmassnahmen zurückgegriffen werden kann, liegen keine Erfahrungen zur langfristigen Wirksamkeit von Massnahmen für das Arteninventar von Ackerstandorten vor (HAMPICKE et al. 1991).

Die Zielgruppen und die Wirksamkeit verschiedener Programme werden in Kap. 4.4 diskutiert.

Artenschutz durch Einsaat? Die Ausbringung von Samen aus Vermehrungskultur an Freilandstandorte als Beitrag zum Artenschutz ist umstritten (SPIESS 1990). Die meisten Autoren befürworten grundsätzlich solche Massnahmen, sind sich jedoch einig, dass bei der Ausbringung von Wildpflanzen-saatgut Zurückhaltung geboten ist (TRAUTMANN und ZIELONKOWSKI 1980, ANONYM 1982, HILBIG 1985). Dazu KAULE (1986, S.397): "Die Hervorhebung der Akzeptanz gegenüber der reinen Lehre, die gegen Manipulation spricht, ist eine praktische Erfahrung, die jeder machen wird, der vor Ort versucht, Neuentwicklung von Lebensräumen durchzusetzen. Die Ansaat von Staudenrainen und -säumen sollte unter folgenden Bedingungen gegenüber einer spontanen Besiedlung in Erwägung gezogen werden:

- Der betroffene Landschaftsausschnitt ist weitgehend ohne Kontaktbiotope, von denen aus eine Besiedlung erfolgen könnte.
- Die Ansaat ist erforderlich, um 'Unkräuter' zu unterdrücken, d.h. die Akzeptanz zu erhöhen."

Auf Ackerbrachen entwickeln sich nach vorausgegangener intensiver Nutzung meist artenarme Bestände (PFADENHAUER 1988), wobei zunächst Ackerunkrautarten dominieren. Artenreiche Äcker als Kontaktbiotope sind zumin-

dest im schweizerischen Mittelland selten. Somit wären die beiden von KAULE gestellten Forderungen für Ansaaten für die meisten Fruchtfolgeflächen in den Gebieten, in welchen die Wanderbracheuntersuchungen durchgeführt wurden (siehe 2.3.1), erfüllt.

Es wird an verschiedenen Orten an der Entwicklung von Saadmischungen für unterschiedliche Standorte gearbeitet, z.B. Mischungen für den Rand von Fliessgewässern (STOCKEY und BRECKLE 1991) oder Mischungen für artenreiche Wiesen (MOLDER und SKIRDE 1993) .

Die vom Saatguthandel angebotenen Wiesenblumenmischungen erfreuen sich grosser Beliebtheit. Sie sind heute qualitativ wesentlich besser einzustufen (z.B. UFA-Wildblumenwiese Original CH) als jene aus der Anfangsphase solcher Mischungen in den frühen 80-er Jahren. Sie werden in der Schweiz durch die Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz kontrolliert.

Herkunft des Saatgutes. Oft wird gefordert, dass das Saatgut aus der Nähe der zu renaturierenden Fläche stammen soll. Es wird jedoch selten erläutert, was genau darunter zu verstehen sei. WOLFF-STRAUB (1988) gibt eine Distanz von maximal 50 km an. Man muss jedoch sicher auch die klimatischen und edaphischen Faktoren beachten und nicht nur die reine Luftdistanz. Ausserdem sollte der Ausbreitungstyp und die "natürliche" Ausbreitungsdistanz berücksichtigt werden. So darf der Saatguttransport von speirochoren Arten (z.B. *Agrostemma githago*) wohl etwas nachsichtiger beurteilt werden als derjenige von Arten ohne effiziente Ausbreitungsmechanismen.

Manchmal wird behauptet, dass Saatgut, welches nicht aus der betreffenden Gegend stammt, nicht an das Klima angepasst sei und dass beim Ausbringen von solchem Saatgut daher ein Misserfolg zu erwarten sei. Diese Argumentation kann eventuell für Wiesen und Wälder zutreffen, für Ackerstandorte jedoch kaum. Wie wir in Gärten sehen können, gedeihen sehr viele Arten in einem Klima, in welchem eine Art natürlicherweise nicht vorkommen würde, wenn die Konkurrenz durch Jäten ausgeschaltet wird. Sobald die Konkurrenz wirkt, verschwinden sie. Auf Äckern ist die Bewirtschaftungsweise meist ausschlaggebender als die Konkurrenz. Auch "einheimische" Ackerbegleitarten sind darauf angewiesen, dass ihre Konkurrenten regelmässig ausgeschaltet werden. Somit bringt eine optimale Anpassung an die regionalen klimatischen Verhältnisse allein wenig Vorteile.

Ebenso wichtig für den Ansaaterfolg wie die geographische Herkunft des Saatgutes dürfte der Standort der Spenderpopulation sein. MAHN (1989)

berichtet von wesentlichen genotypischen Unterschieden im Keimverhalten, in physiologischen Merkmalen und in der Morphologie beim Vergleich von *Galium aparine* von Acker- und von Waldstandorten. Auch PEGTEL (1976 in SCHMIDT 1986) fand wesentliche genotypische Unterschiede im Keimverhalten und in der Trockenheitsresistenz der Keimlinge von *Sonchus arvensis* aus Dünen- und Ackerpopulationen. Die beiden erwähnten Arten seien nur als Beispiele für das Phänomen genommen, da sie untersucht wurden. Sie werden keinesfalls mit Wanderbrachemischungen angesät.

Pflanzensoziologische Kriterien. Die pflanzensoziologische Einteilung von Ackerunkrautgesellschaften ist einem häufigen Wandel unterworfen. Durch veränderte Bewirtschaftungsmethoden unterscheiden sich Halm- und Hackfruchtgesellschaften nicht mehr so stark wie früher. HÜPPE und HOFMEISTER (1990) haben deshalb diese beiden zusammen mit den einjährigen Ruderalgesellschaften zu einer einzigen Klasse *Stellarietea mediae* vereint. Die einjährigen Ruderalgesellschaften werden auf der Stufe der Unterklasse abgetrennt. Auf Ordnungsebene werden Gesellschaften auf basenarmen resp. basenreichen Böden unterschieden; die Trennung von Halm- und Hackfrucht- bzw. Winter- und Sommerfrucht-Unkrautgesellschaften erfolgt neu erst auf der Stufe von Verbänden. Für die pflanzensoziologische Einteilung von Brachen kommt erschwerend hinzu, dass sich Hackfrucht- von Halmfruchtserien nicht mehr unterscheiden, sobald der auslesende Einfluss der Bewirtschaftung wegfällt (HARD 1976). Sukzessionen auf Ackerflächen sind abgesehen von den Boden- und Klimaverhältnissen stark von der vorhergehenden Bewirtschaftung abhängig, vor allem wohl von der Fruchtfolge und den verwendeten Herbiziden. Daraus ergibt sich eine grosse Vielfalt welche pflanzensoziologisch kaum mehr fassbar ist (siehe 4.2.1). Ein Schutz von ganzen Gesellschaften scheint mir nur sinnvoll zu sein, wenn extreme Faktoren wirken und dadurch relativ klare Gesellschaften mit seltenen Arten bestehen.

1.2.1.2. Tiere

Nahrungsgrundlage. Brachen bieten verschiedenen Tiergruppen eine Nahrungsgrundlage, welche in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten sonst nicht mehr gegeben ist. Basierend auf einem vielseitigen Nahrungsangebot durch die Primärproduzenten können sich Konsumenten verschiedener trophischer Stufen ernähren.

Bei Untersuchungen von KLÖTZLI (1965) wurde eine Brache auch bei Vor-

handensein von gutem Grün- und Ackerland regelmässig von Rehwild (*Capreolus capreolus*) besucht. Der Autor hebt daher die Bedeutung von Unkräutern mit ihrer Vielfalt im Geschmack und in der Konsistenz als Äsungspflanzen hervor.

Deckung. Verschiedene Vertebraten sind auf Deckung angewiesen. Brachestreifen können Deckung bieten. Z.B. für Feldhasen (*Lepus europaeus*) kann die Deckung, welche Wanderbrachen ganzjährig bieten, von Vorteil sein (Dr. H. P. PFISTER, mündl.; siehe aber 4.3). Die Deckung dürfte vor allem nach der Ernte der umliegenden Kulturen sowie im Winter wichtig sein. Um gute Deckungsmöglichkeiten zu erreichen, müssen strukturgebende Pflanzenarten in Ansaatmischungen berücksichtigt werden.

Überwinterung. Arthropoden vieler Taxa überwintern in hohlen Halmen, in Samenkapseln (z.B. von *Silene alba*, *Agrostemma githago*), in Fruchtständen (z.B. von *Daucus carota*) (BÜRKI und HAUSAMMANN 1993) sowie im Boden (WIEDEMEIER und DUELLI 1993, BÜRKI und HAUSAMMANN 1993). Deshalb wurde darauf geachtet, dass genügend Arten mit Pflanzenteilen, welche auch im Winter vorhanden sind und den Boden decken, in der Mischung vertreten sind. Der Boden unter Wanderbrachen dürfte für einige Nutzarthropodengruppen besser geeignet sein für die Überwinterung als der Boden von Hecken- und Waldsäumen sowie Naturwiesen, da es sich um kurzlebige, dynamische Lebensräume handelt (WIEDEMEIER und DUELLI 1993).

1.2.1.3. Mikroorganismen

Möglicherweise führt eine hohe Artenvielfalt an pflanzlichen und tierischen Organismen auch zu einer hohen Vielfalt an Mikroorganismen. Diesbezügliche Untersuchungen laufen innerhalb des Wanderbracheprojektes.

1.2.2. Vernetzungselement in der Kulturlandschaft

Von verschiedenen Autoren wird seit einigen Jahren eine Vernetzung von naturnahen Landschaftselementen gefordert (z.B. SUKOPP und WEILER 1984, JEDICKE 1990). Als Vernetzungselemente können alle linearen Strukturen dienen, welche nicht häufigen Störungen unterworfen werden, also z.B. Hecken, Bachläufe, ungenutzte Feldraine und eben auch Brachestreifen. In solchen Vernetzungselementen soll ein Austausch von Individuen und damit

auch von genetischer Information stattfinden können. Die Akzeptanz dieser Idee ist in Naturschutzkreisen gross. Es gibt jedoch bemerkenswert wenige Studien, welche den Wert solcher Wanderungskorridore nachweisen würden (HOBBS 1992). Gemäss MORRIS und WEBB (1987) erfüllten sich die Erwartungen, die in Randstrukturen als "Wanderwege" für Insekten gesetzt wurden, nicht. Auch KAULE (1991) misst solchen Linienstrukturen nur einen begrenzten Wert als Wanderwege zu, betont jedoch ihren Wert als Rückzugshabitat für Arten, welche die bewirtschafteten Flächen jahreszeitlich begrenzt nutzen oder als Teillebensraum für Arten, die eine strukturierte Landschaft benötigen und die bewirtschafteten Flächen mitnutzen können (Vögel, Kleinsäuger, zahlreiche Insekten). Für Arten mit geringen Raumansprüchen stellen die Linienstrukturen selbst einen wichtigen Lebensraum dar.

Selbst wenn eine Vernetzung einigen Arten bessere Migrationsbedingungen schafft, so ist dies nicht unbedingt immer als positiv zu bewerten. Es ist durchaus anzunehmen, dass sich in einer Habitatinsel eine seltene Art nur dank des fehlenden Prädations- und/oder Konkurrenzdrucks halten kann. Mit der Vernetzung können dann auch Prädatoren und/oder Konkurrenten immigrieren.

1.2.3. Nützlingsförderung

Der Pflanzenschutz ist erst relativ spät auf die Bedeutung von ökologischen Ausgleichsflächen gestossen (KELLER 1987). Moderne Pflanzenschutzkonzepte kommen jedoch nicht mehr umhin, Unkräuter-Nützlinge-Interaktionen zu berücksichtigen (FICK und POWER 1992). Der Einfluss von ökologischen Ausgleichsflächen auf die Abundanz von Nützlingen sowie der Einfluss von Nützlingen auf Schädlingspopulationen ist schwer quantifizierbar.

Zu Beginn der Untersuchungen über die Nützlingsförderung wurde vor allem *Phacelia tanacetifolia* erforscht. Einen positiven Einfluss von in Streifen angesäten Phacelien auf die Abundanz von *Aphiden*-Prädatoren wie *Syrphiden*, *Coccinelliden* und *Chrysopiden* fanden GAUDCHAU (1981), SCHMUTTERER und GAUDCHAU (1986) sowie KLINGER (1987). Neuere Forschungen - vor allem der Arbeitsgruppe von Professor Nentwig in Bern - konzentrierten sich mehr auf Wildpflanzen und fanden bei vielen eine deutliche Nützlingsförderung, so bei *Centaurea cyanus* und andern *Asteraceae*, bei verschiedenen *Brassicaceae*-Arten, *Symphytum officinalis*, *Silene alba*, *Urtica dioica* und bei *Trifolium*-Arten sowie bei einigen Kulturarten (WEISS und STETTNER 1991, FREI und MANHART 1992, SCHMID 1992). RUPPERT (1993) fand neben schon erwähnten

Arten auch auf *Papaver rhoeas* und den meisten untersuchten *Apiaceae* viele *Syrphinae*.

Die Wirkung einer erhöhten Prädatorendichte auf den *Aphiden*-Befall im Getreide wird unterschiedlich beurteilt. SCHMUTTERER und GAUDCHAU (1986) fanden, dass bei geringem und mittlerem *Aphiden*-Befall am Getreide die *Syrphiden* regulierend wirkten; bei plötzlich einsetzendem Massenbefall jedoch war kein Einfluss mehr festzustellen. Eine Verminderung des Blattlausbefalls durch spezifische Blattlausfeinde fanden auch WELLING et al. (1990), SCHIER und OHNESORGE (1990) sowie RUPPERT (1993). Weniger Einfluss scheinen polyphage Prädatoren wie *Carabiden* und *Staphyliniden* zu haben (SCHIER und OHNESORGE 1990).

Wichtig für die Förderung von Nützlingen ist einerseits das Blütenangebot für nektar- und pollenfressende Imagines von Arten mit entomophagen Larven (z.B. *Syrphidae*) (MOLTHAN und RUPPERT 1988), andererseits die Überwinterungsmöglichkeit in den verschiedenen Pflanzenstrukturen sowie im Boden (SOTHERTON 1984, THOMAS et al. 1991, 1992).

Zudem scheint es günstig zu sein, dass auch Blattläuse selbst in Ackerkrautstreifen überwintern können, weil sie dann Blattlausgegenspielern als Ersatzbeute zu einer Zeit dienen können, in der Getreideblattläuse in grösserer Anzahl noch nicht oder nicht mehr vorhanden sind (WELLING et al. 1990).

Bei Streifen in den Feldern wird die Feldgrösse künstlich verkleinert, so dass auch Prädatoren mit geringer Dispersionsrate im Frühling die Feldmitte schneller erreichen können (THOMAS et al. 1991, 1992).

Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang auch Vertreter der *Entomophthoraceen* (Jochpilze, Zygomycetales), welche als Pathogene *Aphiden*-Kolonien zusammenbrechen lassen können. Sie überwintern vor allem in Wiesen (KELLER 1989) und können dort schon früh Infektionsherde aufbauen. Es ist anzunehmen, dass auch Buntbrachen - in der Nähe der Ackerkulturen - als Überwinterungshabitat genutzt werden können.

In der Praxis werden bereits Streifen mit Luzerne (*Medicago sativa*) in Baumwollplantagen zur Reduktion des Schädlingsbefalls angesät (COX und ATKINS 1979). Diese sind für gewisse Schädlinge attraktiver als die Baumwollpflanzen, welche sie sonst befallen. Die Schädlinge werden auf diese Weise abgelenkt (trap crops). Umgekehrt können für Schädlinge unattraktive Pflanzen am Feldrand die Besiedlung des Feldes reduzieren, wie dies TAHVANAINEN und ROOT (1972 in SCHOONHOVEN et al. 1981) am Beispiel von *Phyllotreta cruciferae* (Chrysomelidae) zeigten. Eine Zusammenstellung von weiteren Untersuchungen zur Rolle von Unkräutern in Agroökosystemen

finden sich bei ANDOW (1988) und ALTIERI (1988).

Wenn ökologische Ausgleichsflächen für die Vermehrung von Nützlingen von Bedeutung sein sollen, so wohl nur, wenn ein Gebiet grossräumig "möbliert" wird. Viele spezifische Blattlausfeinde sind sehr mobil (GROEGER 1992), so dass der ökonomische Nutzen von wenigen ökologischen Ausgleichsflächen für die betreffenden Landwirte beschränkt sein dürfte. Wichtig ist sicher auch, dass die Nützlinge in den Kulturflächen selbst geschont werden (BIGLER 1988).

1.2.4. Herbologische Aspekte

Während früher Brachen der Unkrautbekämpfung dienten (siehe 1.1), sehen heute viele Landwirte gerade in der Vermehrung von Unkräutern das grösste Problem von Brachflächen. Allgemein ist ein Wechsel in der Einstellung Unkräutern gegenüber zu beobachten. AMMON et al. (1985) machen darauf aufmerksam, dass positive Auswirkungen von Unkräutern sicher vorhanden, jedoch schwierig zu quantifizieren sind. Zu erwähnen ist vor allem die Verminderung von Bodenerosion, Verschlammung und Nährstoffauswaschung. Nach AMMON und NIGGLI (1990) ist im Maisanbau ein breites Spektrum von Unkrautarten, welche wenig Samen bilden, erwünscht. Diese vermindern die Verschlammung und gefährden den Maisertrag in der Regel nicht. In Rebbergen der Nordostschweiz wird *Stellaria media* gezielt geschont, indem z.B. Glyphosate gegen Gräser erst nach dem Absamen von *S. media* eingesetzt wird. Diese stirbt dann zwar zusammen mit den Gräsern und den Winden ab, die erneut keimenden Pflanzen können jedoch die schwer bekämpfbaren Winden derart konkurrenzieren, dass diese während der ganzen Vegetationsperiode nicht mehr aufkommen. Mit dieser Methode, sei es nun mit Hilfe von Einsaaten oder mit der Selektion vorhandener "Samenunkräuter", sind Winden, aber auch andere perennierende Arten wie *Cirsium arvense* und *Agropyron repens*, aus den Rebbergen weitgehend verdrängt worden (AMMON et al. 1985). Mit Hilfe von Wanderbrachen sollte es möglich sein, erwünschte Arten gezielt in Äckern einzubringen oder zumindest eine grosse Vielfalt an Unkrautarten zu erreichen, wodurch eventuell einzelne, dominante und z.T. herbizidresistente Arten in Schach gehalten werden können. Inwiefern die Tolerierung konkurrenzschwacher Unkräuter zur Unterdrückung von Problemunkräutern beitragen kann, bedarf im Ackerbau jedoch einer weiterer Überprüfung (NIEMANN 1990).

Mit der Erhaltung einer grossen innerartlichen Variabilität bleiben herbizid-

sensible Biotypen erhalten und können sich innerhalb der Wanderbrache besser entwickeln als die herbizidresistenten, da die Fitness von sensiblen Biotypen meist höher ist als diejenige von resistenten Biotypen.

Es gibt auch Hinweise auf direkte positive Einflüsse von Unkräutern auf Kulturpflanzen. So soll nach SOGAARD (1992) *Agrostemma githago* das Wachstum von *Triticum aestivum* allelopathisch positiv beeinflusst haben (Topfversuch).

Ob all diesen positiven Aspekten darf nicht vergessen werden, dass die direkten Folgen von Unkrautkonkurrenz auf Kulturpflanzen erheblich sind und dass es auch indirekte, ertragswirksame Wirkungen von Unkräutern gibt, unter anderem die Übertragung von Pflanzenkrankheiten. SAUR und LÖCHER (1986) fanden beispielsweise bei verunkrauteten Parzellen einen stärkeren Befall von Raps mit *Sclerotinia sclerotiorum* (Rapskrebs, Ascomyceten) als bei nicht verunkrauteten Parzellen.

1.2.5. Erosionsminderung

Analog zu Konturgrasstreifen in Maisbeständen, welche erosionshemmende Wirkung haben (SAUPE 1992), können Wanderbrachen diese Funktion auch übernehmen. Die Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses wird durch die dichtere Vegetation vermindert. Dadurch wird die Transportkapazität des Wassers und damit die Erosion reduziert.

1.2.6. Erholungswert

Die Steuerzahler sind wohl eher bereit, für ökologische Ausgleichsflächen Entschädigungen zu entrichten, wenn diese optisch attraktiv sind. Nach NOHL und SCHARPF (1976) gibt es keine Benutzergruppe, nach deren Meinung Brachflächen als Erholungsstandorte prinzipiell weniger geeignet wären als bewirtschaftete Flächen.

Nach ZONDERWIJK (1973 in HOLZNER 1982) führten die Niederlande als erste "Pick-fields" ein. Dies sind Stellen in dicht bevölkerten Gebieten, wo Bewohner Gelegenheit haben, Ackerbegleitpflanzen wie *Papaver* sp., *Centaurea cyanus* und *Agrostemma githago* zu pflücken.

Allerdings sollten auf Wanderbrachen nicht zu viele Blumen gepflückt werden, ausser an deren Enden, welche mit speziell attraktiven Arten angereichert sind. Diese Teilflächen werden einem Vorschlag von Prof. Landolt folgend als Wandererbrache bezeichnet.

1.3. PROBLEMSTELLUNG DER ARBEIT

Meine Aufgabe bestand darin, eine Ansaatmischung für Wanderbrachen zu entwickeln und zu testen. Dabei ging ich von folgenden Fragen aus:

Hauptfragen

- Welche Pflanzenarten sollen in Wanderbrachen eingesät werden?
- In welchem Verhältnis sollen die Diasporen der ausgewählten Arten gemischt werden?
- Welches ist die beste Ansaatdichte der ganzen Mischung?
- Wann ist der günstigste Zeitpunkt für das Anlegen der Wanderbrache?
- Wie können die Ergebnisse quantifiziert werden?

Nebenfragen

- Inwiefern müssen die edaphischen und klimatischen Verhältnisse berücksichtigt werden?
- Wieweit können schwer regulierbare Unkräuter durch Ansaaten an der Versamung gehindert werden?
- Bringt die Wanderbrache den erhofften Beitrag zum Nahrungsnetz im Agroökosystem?
- Wo liegt die optimale Breite von Wanderbrachen?
- Funktioniert die Verschiebung oder müssen immer wieder Nachsaaten gemacht werden?

2. MATERIAL, VERSUCHSFLÄCHEN UND METHODEN

2.1. ARTENSPEKTRUM FÜR WANDERBRACHEMISCHUNGEN

Es gibt ein paar hundert Arten, welche grundsätzlich in eine Wanderbrachemischung aufgenommen werden können. Um eine Auswahl zu treffen, war es notwendig, den Zielen von Wanderbrachen (Kap. 1.2) entsprechende Kriterien auszuarbeiten. Ich habe sie wie folgt festgelegt:

- lang andauerndes Blütenangebot
- unterschiedliche Wuchshöhen zur Strukturbildung
- Fruchtstände mit Samen im Winter
- in Fruchtfolge leicht regulierbar
- konkurrenzstark genug, resp. schnell genug keimend, um die spontan auflaufenden Arten zurückzuhalten
- nicht spezielle Überträger von Fruchtfolgekrankheiten
- keine Ephemerophyten, keine florenfremden Arten

Seltene und gefährdete Arten wurden bevorzugt.

In erster Linie fiel die Wahl auf "alte" Ackerunkräuter, da diese dem Standort Acker am ehesten entsprechen. Im weiteren wurden vor allem für das zweite Jahr auch Wiesen- und Ruderalarten berücksichtigt. Viele dieser Arten gediehen früher auch in Äckern, was zum Beispiel bei *Knautia arvensis* aus dem Namen hervorgeht. KORNAS (1988) berichtet von Aufnahmen aus dem Jahre 1952 in Getreidefeldern in den Westkarpaten (Polen), in denen diese Art zusammen mit *Prunella vulgaris*, *Centaurea jacea* und *Plantago lanceolata* 50% Stetigkeit erreichte. 2 weitere Wiesenarten - *Daucus carota* und *Chrysanthemum leucanthemum* - brachten es auf 25% Stetigkeit. KORNAS führte die hohe Stetigkeit der Wiesenarten in den Getreidefeldern auf Brachen zurück. Bei erneuten Aufnahmen im Jahre 1985 kamen diese Arten kaum mehr in Getreidefeldern vor. Ausser *Plantago lanceolata* fanden alle erwähnten Arten Aufnahme in Testmischungen für Wanderbrachen (Tab. 8, S. 46). Auch bei MITTNACHT (1980) waren bei Aufnahmen aus den Jahren 1948 und 1949 auffallend viele Wiesenarten und einzelne Ruderalarten in Getreidefeldern vorhanden (*Medicago lupulina*, *Daucus carota*, *Rhinanthus alectorolophus*, *Trifolium repens*, *Cichorium intybus*, *Ononis spinosa*, *Phleum pratense* und *Prunella vulgaris*). Diese waren bei späteren Aufnahmen von 1975-1978 nicht mehr in Getreidefeldern zu finden.

Die **Nomenklatur** der Phanerogamen und Gefässkryptogamen richtet sich nach HESS et al. (1967-72), die der Bryophyten nach GEISSLER und URM (1988).

Tab. 1. Herkunft und Sammeljahr des Saatgutes für die Hauptversuche.
Origin and year of collection of the propagules for the main experiments.

Art	Herkunft		Sammel- jahr
	Gemeinde	Kanton	
<i>Achillea millefolium</i> L.	Eglisau	Zürich	1989
<i>Agrostemma githago</i> L.	Diverse	Wallis	1989 ²⁾
<i>Arctium lappa</i> L.	Untersiggenthal	Aargau	1989/90 ²⁾
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	Lohn	Schaffhausen	1990 ²⁾
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Attenschwiller	Elsass (F)	1990 ²⁾
<i>Centaurea jacea</i> Schrank	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Cichorium intybus</i> L.	Schöfflisdorf	Zürich	1989
<i>Daucus carota</i> L.	Weiach	Zürich	1989
<i>Delphinium consolida</i> L.	Attenschwiller	Elsass (F)	1989/90 ²⁾
<i>Dipsacus silvester</i> Hudson	Eglisau	Zürich	1989
<i>Echium vulgare</i> L.	Untersiggenthal	Aargau	1990
<i>Fagopyrum vulgare</i> Hill.	Samenhandel		
<i>Galeopsis angustifolia</i> Ehrh.	Eglisau	Zürich	1989
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Wettingen	Aargau	1989
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) F.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Leontodon hispidus</i> L.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Linaria vulgaris</i> Miller	Bachs ¹⁾	Zürich	1990
<i>Melilotus albus</i> Desr.	Schöfflisdorf	Zürich	1989
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Papaver dubium</i> L.	Leibstadt	Aargau	1989
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Schöfflisdorf	Zürich	1990
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Diverse, alle Kt.	Zürich	1990
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Schöfflisdorf	Zürich	1990 ²⁾
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	Oberbeinwil	Solothurn	1989
<i>Silene alba</i> (Miller) Kraus	Eglisau	Zürich	1989 ²⁾
<i>Silene noctiflora</i> L.	Zürich	Zürich	1988
<i>Tragopogon orientalis</i> L.	Eglisau	Zürich	1990
<i>Vaccaria pyramidata</i> Med.	Manosque	Provence (F)	1990 ²⁾

¹⁾ In Ermangelung einer besseren Herkunft wurde *Linaria vulgaris* auf einer Wiese gesammelt, in der vor 4 Jahren eine Wiesenblumenmischung eingesät worden war. Das Material ist also möglicherweise nicht autochthon.

²⁾ Saatgut vor den Versuchen vermehrt

2.2. SAATGUT

Herkunft. Für die Vorversuche wurde hauptsächlich Saatgut aus dem Handel verwendet, welches z.T. aus dem Ausland stammte. Um in den Hauptversuchen mit Ökotypen möglichst aus der Gegend arbeiten zu können, habe ich Diasporen 'in freier Wildbahn' gesammelt und mittels Reihen- und Flächensaat an 5 verschiedenen Orten vermehrt (Tab. 1). Verdankenswerterweise stellten Albert Krebs (*Bupleurum rotundifolium* und *Vaccaria pyramidata*), Martin Bolliger (*Agrostemma githago*) und Martin Waxenberger (*Silene noctiflora*) zusätzlich Basissaatgut zur Verfügung.

Für die Hauptversuche wurde auf allen Flächen, in allen Mischungen und zu allen Aussaatzeitpunkten Saatgut derselben Probe (gleicher Fundort und gleiches Sammeljahr) verwendet. Von *Pastinaca sativa* stand nicht genug Saatgut eines Fundortes zur Verfügung. Deshalb habe ich 3 Proben zu einer Mischprobe vereinigt, gut durchmischt und anschliessend erst die Portionen eingewogen. Bei Saatgut aus verschiedenen Sammeljahren wurde ebenso verfahren (*Arctium lappa* und *Delphinium consolida*).

Keimfähigkeit. VOLG Winterthur untersuchte das Saatgut auf Keimfähigkeit. Es wurde jeweils jene empirisch ermittelte Methode angewendet, welche artspezifisch die höchste Keimrate im Labor ergab.

Die Keimrate fiel sehr unterschiedlich aus (Tab. 2). Sie reichte von 0% (*Galeopsis angustifolia*) bis zu 100% (*Silene noctiflora*). Der Feldaufgang dürfte in den meisten Fällen unter den angegebenen Wert liegen, in wenigen Fällen auch darüber, so sicherlich bei *Galeopsis angustifolia*, *Ranunculus arvensis* und *Vaccaria pyramidata*. Die Keimfähigkeit nahm bei wenigen Arten innerhalb von 2 Jahren sehr stark ab (z.B. *Bupleurum rotundifolium*), bei den meisten blieb sie etwa gleich hoch und bei wenigen Arten nahm sie deutlich zu (*Papaver dubium*, *Ranunculus arvensis*).

Tab. 2. Keimfähigkeit des verwendeten Saatgutes im Dezember 1990 und im September 1992 und artspezifische Methoden zur Ermittlung der Keimfähigkeit, wie sie bei VOLG Winterthur angewendet werden. **Zeit:** Dauer bis zur Keimung ab Ansatz des Keimtests. **W:** Wechseltemperatur Tag/Nacht 30°C/20°C.

Germination rate of the seed-material tested with species-specific methods in December 1990 and September 1992. Zeit: time from the beginning of the test until onset of germination. W: day/night temperatures 30°C/20°C.

Art	Keimrate [%]		Methode	Temperatur [°C]	Zeit [d]
	1990	1992			
<i>Achillea millefolium</i> L.	96	84	Becher	20	4-10
<i>Agrostemma githago</i> L.	95	80	Filter	W ¹⁾	5-21
<i>Arctium lappa</i> L.	53	88	Faltenfilter	W	5-14
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	36	0	Becher	W	4-14
<i>Centaurea cyanus</i> L.	58	65	Filter	W	4-12
<i>Centaurea jacea</i> Schrank	75	85	Filter	W	4-12
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	92	82	Filter	W	5-14
<i>Cichorium intybus</i> L.	56	32	Filter	W	3-14
<i>Daucus carota</i> L.	73	35	Becher	W	4-14
<i>Delphinium consolida</i> L.	38	0	Faltenfilter	15-20 ²⁾	10-30
<i>Dipsacus silvester</i> Hudson	99	95	Filter	W	5-14
<i>Echium vulgare</i> L.	62	78	Sand	20	4-14
<i>Fagopyrum vulgare</i> Hill.	65	55	Faltenfilter	20	4-8
<i>Galeopsis angustifolia</i> Ehrh.	0	0	Filter	W ³⁾	7-21
<i>Hypericum perforatum</i> L.	88	90	Becher	20	7-21
<i>Knautia arvensis</i> (L.)Coulter	2	0	Faltenfilter	W ³⁾	7-21
<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.)F.	18	57	Filter	W	7-21
<i>Leontodon hispidus</i> L.	79	71	Filter	W	4-21
<i>Linaria vulgaris</i> Miller	1	0	Filter	15-20	7-21
<i>Melilotus albus</i> Desr.	43	44	Becher	15-20	4-10
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	79	63	Faltenfilter	W	4-10
<i>Papaver dubium</i> L.	5	75	Becher	15-20	6-12
<i>Papaver rhoeas</i> L.	1	1	Becher	15-20	6-12
<i>Pastinaca sativa</i> L.	25	0	Filter	W	8-28
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	0	75	Filter	15	12-30
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	47	21	Filter	W	7-14
<i>Silene alba</i> (Miller)Kraus	92	92	Filter	W	5-21
<i>Silene noctiflora</i> L.	100	95	Filter	W	5-21
<i>Tragopogon orientalis</i> L.	88	54	Faltenfilter	20 ^{3) 4)}	4-14
<i>Vaccaria pyramidata</i> Med.	0	4	Filter	W	5-21

¹⁾ 5 d vorkühlen

²⁾ 4 d kühler beizen

³⁾ beizen

⁴⁾ wässern

2.3. VERSUCHSFLÄCHEN

2.3.1. Lage der Versuchsflächen

Die Versuche des ersten Teils zur Auswahl der Arten und zur Zusammenstellung der Mischungen (siehe 2.5.1) wurden auf der Versuchsstation Hodlete in Bachs, Kanton Zürich (Koordinaten nach Schweiz. Landestopographie: 674 500 / 263 550), auf dem Egghof in Schöfflisdorf und im Zelgli, Oberglatt, durchgeführt (geographische Lage siehe Fig. 2 sowie Tab. 3).

Die Versuche des zweiten Teils zur Beurteilung der verschiedenen Ansätze (siehe Kap. 2.3.2) erfolgten auf 5 Versuchswanderbrachen. Die Lage dieser Flächen ist Fig. 2 und Tab. 3 zu entnehmen.

Im folgenden werden zur Kennzeichnung der verschiedenen Versuchsflächen die Flurbezeichnungen verwendet, in graphischen Darstellungen die entsprechenden Abkürzungen.

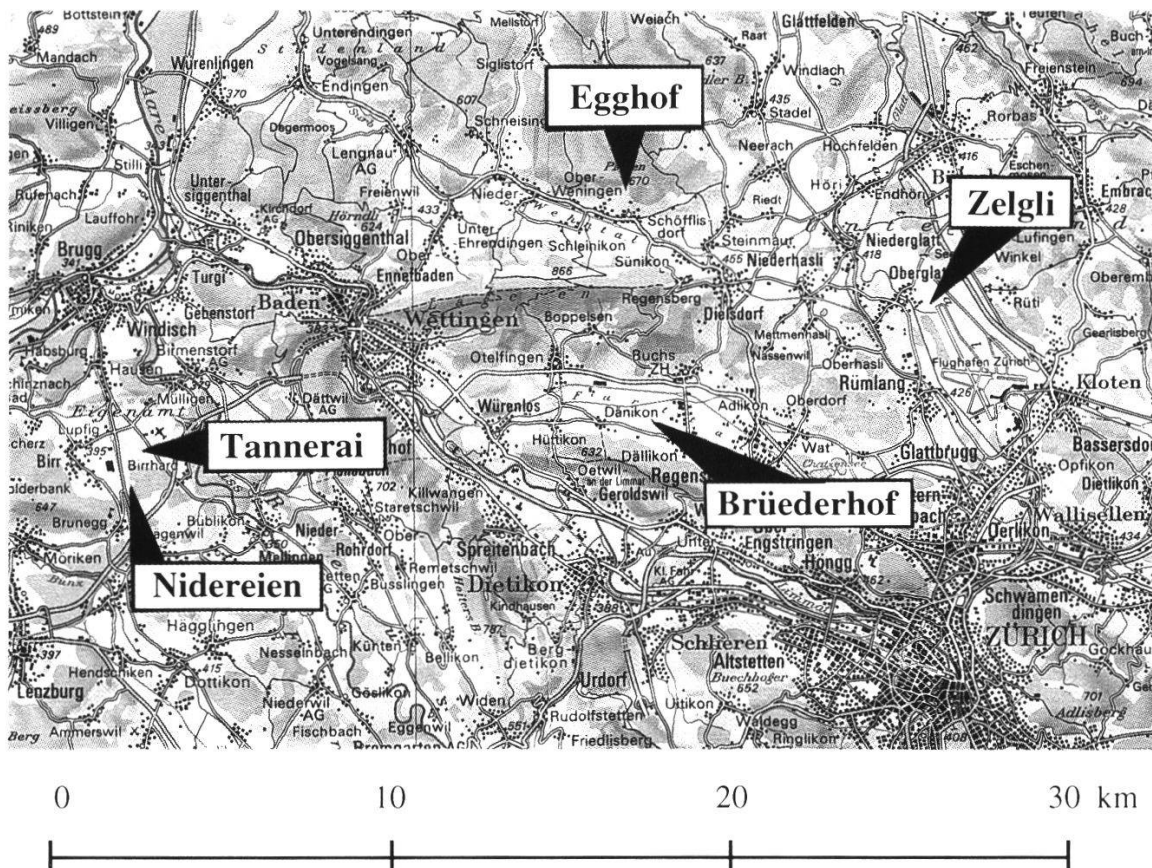


Fig. 2. Geographische Lage der Versuchswanderbrachen. Landeskarte der Schweiz, 1:300'000. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 6.8.1993.

Geographic location of the experimental wandering fallows. Scale of map: 1:300 000.

Tab. 3. Geographische Lage der Versuchswanderbrachen. Die Koordinaten und die Höhe üNN beziehen sich jeweils auf die Mitte der Wanderbrachen.
Geographic location of the investigated wandering fallows. The coordinates and elevation refer to the centers of the wandering fallows.

Gemeinde	Kanton	Flurbe- zeichnung	Höhe üNN [m]	Abkürzung		Koordinaten nach Landestopographie
				1.Jahr	2.Jahr	
Dällikon	Zürich	Brüederhof	421	b	B	674 500 / 255 750
Schöfflisdorf	Zürich	Egghof	580	e	E	673 500 / 262 200
Birr	Aargau	Nidereien	401	n	N	659 075 / 253 625
Birr	Aargau	Tannerai	395	t	T	659 250 / 254 700
Oberglatt	Zürich	Zelgli	425	z	Z	682 300 / 259 025

2.3.2. Pedologie und Topographie

Die Wanderbrache beim Brüederhof ist flach, hat jedoch in der Mitte eine leichte Senke, welche nach Niederschlägen später als die Umgebung abtrocknet. Der Untergrund der Wanderbrache beim Egghof ist wellenförmig. Die Neigung liegt zwischen 7 und 13% mit Exposition SSW bis W. Die Nidereien befindet sich in einer Ebene. Die Wanderbrache im Tannerai hat in der Mitte eine leichte Erhöhung. Die maximale Neigung beträgt 3% mit Exposition S und N. Knapp die Hälfte der Wanderbrache im Zelgli ist flach, der Rest steigt leicht an mit einer Neigung bis max. 5% und Exposition SSE.

Die Wanderbrachen beim Egghof, in den Nidereien, auf dem Tannerai und im Zelgli verlaufen alle ziemlich genau von Nord nach Süd. Die Wanderbrache in den Nidereien wird von Ost nach West verschoben, die andern 3 von West nach Ost. Die Wanderbrache beim Brüederhof verläuft von West nach Ost. Sie wird Richtung Süd verschoben.

Bei jeder Versuchsfläche haben Mitglieder der Wanderbrachengruppe zusammen mit Martin Zürrer und Fredy Gehringer im Herbst 1991 vier Bodenprofile geöffnet und angesprochen. Von jedem Horizont wurde eine Mischprobe aus 10 Pürckhauer-Einstichen auf einer Fläche von 5 m² hergestellt. Die anschliessende chemische Analyse erfolgte durch die Firma Eric Schweizer AG, Thun. Der pH-Wert wurde in einer 1:2.5 H₂O-Suspension gemessen, Phosphor und Kalium in einem CO₂-Extrakt, Magnesium in einem CaCl₂-Extrakt, NO₃⁻ und NH₄⁺ in einem 1:2 H₂O-Extrakt. Die Proben für N_{min} wurden im April 1992 separat entnommen, und zwar ausschliesslich aus dem Ahp-Horizont.

Tab. 4. Bodenphysikalische und bodenchemische Angaben zu repräsentativen Bodenprofilen auf den 5 Versuchswanderbrachen. Bei einigermaßen homogenen Verhältnissen wird ein Profil pro Wanderbrache wiedergegeben, bei inhomogenen Verhältnissen zwei. Horizontbezeichnungen: **A** Obergrundhorizont, **B** Zwischenhorizont, **C** Ausgangsmaterial, **E** Auswaschungshorizont, **I** Einwaschungshorizont; **cn** mit Konkretionen, **g** rostfleckig, **gg** bunt (hydromorph), **h** Humusanreicherung, **p** Pflugschicht, **t** Tonanreicherung, **w** verwittert, **x** kompakt

Physical and chemical analysis of representative soil profiles at the 5 experimental wandering fallows. One profile from sites with homogeneous soils and two from sites with heterogeneous soils are shown.

Horizont- bezeichnung	Tiefe bis [cm]	Ton [%]	Schluff [%]	Kies (0.2-5cm) [%]	Steine (>5cm) [%]	Farbe (Munsell)	Kalk (HCl)	pH (CaCl ₂)	Humusgehalt [%]	NO ₃ -N [ppm]	NH ₄ -N [ppm]	P-Test	K-Test	Mg-Test
Brüederhof: mässig tiefgründige Kalkbraunerde über Grundmoräne														
Ahp	25	23	32			10YR 2/1	+	7.7	6.7	5.5	1.6	0.2	1.4	22.6
Ah	35	21	30			10YR 2/2	+	5.4	2.1			4.2	0.7	20.2
Bw	50	10	35			10YR 5/2	++	7.8	3.0			0.2	0.2	9.7
BC	95	8	35			10YR 5/2	+++	8.2	0.4			3.1	0.6	6.7
C		7	20	10			+++							
Egghof 1: tiefgr., saure Braunerde über Mindel-(ev.Riss-)Moräne, schwach pseudogl.														
Ahp	22	18	30	8	8	7.5YR 5/4	-	5.9	2.5	5.4	1.7	4.3	4.7	7.7
Bx	85	27	35	12	8	7.5YR 4/4	-	5.5	1.4			1.4	2.7	8.5
Egghof 2: mässig tiefgründige Kalkbraunerde über Mindel-(ev.Riss-)Moräne														
Ahp	28	18	30	20	8	7.5YR 4/3	+	7.0	2.8	8.5	2.3	12.9	3.3	12.5
Bw	55	23	30	20	10	7.5YR 4/5	+	7.8	2.1			3.7	2.0	12.5
BC	75	23	30	20	10		+++							
Nidereien: tiefgründige Parabraunerde über Würmschotter, Grundmoräne														
Ahp	25	15	30	19	3	7.5YR 4/4	-	5.8	2.8	1.2	1.9	1.1	5.1	6.3
E	58	15	28	15	3	7.5YR 4/4	-	5.8	1.9			0.3	3.6	5.5
It	100	35	30	21	4	5YR 3/5	-	4.8	0.4			24.9	1.2	4.5
C							-							
Tannerai 1: tiefgründige Kalkbraunerde über Würmschotter, Grundmoräne														
Ahp	25	19	30	16	6	7.5YR 4/3	+	7.3	3.0	7.2	1.6	28.9	5.6	4.3
AB	48	17	30	18	4	7.5YR 4/4	++	7.9	2.1			3.9	3.3	3.4
B(g)	>100	23	35	20	2		++							
Tannerai 2: tiefgründige Parabraunerde über Würmschotter, Grundmoräne														
Ahp	25	17	30	18	4	10YR 4/4	-	5.9	2.4	4.6	1.8	18.0	1.5	5.0
BE	63	18	30	20	1	10YR 4/4	-	6.0	1.9			5.6	3.5	5.5
It	>100	28	28	20	1		-							
Zelgli: tiefgründige Parabraunerde über Grundmoräne														
Ahp	25	16	30	10	3	10YR 5/4	-	7.1	3.3	11.3	2.1	112.7	3.8	8.7
Ecn	70	18	30	10	2	7.5YR 4/4	-	7.0	1.9			52.6	2.5	9.3
It		32	35	10	2	7.5YR 4/4	-	6.9	1.0			4.3	0.3	10.0

Bei einigermaßen homogenem Untergrund wird ein repräsentatives Profil pro Wanderbrache wiedergegeben, bei heterogenem Untergrund zwei (Tab. 4). Beim Boden auf der Versuchsstation Hodlete, Bachs, handelt es sich um eine pseudogleyige, saure Braunerde (J. VIDETIC, mündl.).

2.3.3. Bewirtschaftung

Die 5 Versuchswanderbrachen wurden auf einem biologisch und vier konventionell bewirtschafteten Betrieben mit unterschiedlichem Intensitätsgrad angelegt (Tab. 5).

Der Brüderhof wurde 1981 auf biologischen Landbau umgestellt (K. Günthart, mündl.). Im Zelgli erfolgte der Landantritt nach der Güterumlegung im Jahre 1985. Vorher wurde quer zu der jetzigen Arbeitsrichtung gepflügt (H. Zysset, mündl.). Vor der Zusammenlegung war auf etwa einem Drittel der Fläche eine getreidebetonte Fruchtfolge, auf einem Drittel war Dauergrünland und auf dem restlichen Drittel war eine maisbetonte Fruchtfolge. Dieser Sachverhalt war aus der spontan auflaufenden Flora ersichtlich, die an den entsprechenden Stellen vermehrt Getreideunkräuter (z.B. *Alopecurus myosuroides*), Wiesenarten (z.B. *Campanula patula*) oder Maisunkräuter (z.B. *Amaranthus retroflexus*) aufwies. Dieser Unterschied verwischte sich mit der Zeit.

Auf dem Egghof fand der Landantritt nach der Güterumlegung 1965 statt (H. Glauser, mündl.). Seither wurde die Schlageinteilung nicht verändert.

Die Nidereien ist Rodungsland aus der Zeit des zweiten Weltkrieges (R. Bösch, mündl.).

Tab. 5. Bewirtschaftungsweise und Schlagnutzung vor der Anlage der Versuchswanderbrachen im Herbst 1990.

Type of farming system and crop before the installation of the wandering fallows.

Versuchsfläche	Bewirtschaftungsweise	Intensitätsgrad	Vorfrucht 1990
Brüederhof	biologisch	mittel	Kartoffeln
Egghof	konventionell	tief	Hafer
Nidereien	konventionell	mittel	Mais
Tannerai	konventionell	mittel-hoch	Winterweizen
Zelgli	konventionell	hoch	Winterweizen

2.4. KLIMA UND WITTERUNGSVERLAUF 1990-92

Die Klimastation Kloten (436 müNN) der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt steht nur etwa 150 m von der Wanderbrache im Zelgli entfernt. Die Angaben für diese Station (Tab. 6) dürften auch für die restlichen Wanderbrachen weitgehend gültig sein. Die Distanz zu den andern Wanderbrachen beträgt maximal 25 km.

In den Jahren 1990 und 1992 war ein ausserordentlich hoher Wärmeüberschuss von 2.1 bzw. 1.9 °C zu verzeichnen (Tab. 6). Für Zürich bedeutete dies für 1990 die höchsten Jahrestemperaturen seit mindestens hundertzwanzig Jahren. Auch 1991 war der Wärmeüberschuss mit 1.2 °C markant. Die beiden in die Versuchszeit fallenden Winterhalbjahre waren nur leicht wärmer als das langjährige Mittel. Somit führten die Sommermonate zu den grossen Abweichungen, speziell der Monat August, welcher 1992 mit 4 bis 5 Grad Wärmeüberschuss auf der Alpennordseite vielerorts der wärmste seit Messbeginn war (in Zürich seit 1864). Speziell zu erwähnen ist der sehr warme Oktober 1990. In diese Zeit fiel die Hauptaussaat der Wanderbrachemischungen.

Tab. 6. Witterungsverlauf während des zweiten Teils der Versuche: 1990-1992 bei der Wanderbrache im Zelgli, Oberglatt. Daten aus dem Witterungsbericht der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt.

Weather conditions during the second part of the experiments, 1990-1992, close to the wandering fallow of Zelgli, Oberglatt. Data from "Witterungsbericht der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt".

Jahr	Lufttemperatur				Sonnenschein		Globalstrahlung MJ m ⁻²
	Mittel °C	Abw. °C	Max. °C	Min. °C	Summe h	%	
1990	9.9	2.1	32.3	-7.7	1733	119	4246
1991	9.0	1.2	33.0	-14.3	1602	110	3906
1992	9.7	1.9	33.6	-12.5	1492	102	3739

Jahr	Niederschlag		relative Feuchtigkeit			Windstärke	
	Summe mm	%	Mittel %	Abw. %	Min %	Mittel m/s	Max. m/s
1990	996	98	77	-1	20	2.3	30
1991	752	74	77	-1	20	2.2	24
1992	877	86	78	0	25	2.3	28

Die Jahressumme des Niederschlags bewegte sich 1990 im Rahmen des lang-jährigen Mittels, wobei vor allem in den Herbstmonaten überdurchschnittliche Mengen fielen. 1991 und 1992 waren Niederschlagsdefizite zu verzeichnen. Vor allem der August 1991 und der Mai 1992 waren ausgesprochen trocken (SCHWEIZ. METEOROLOGISCHE ANSTALT 1990, 1991, 1992).

2.5. METHODEN

2.5.1. Entwicklung der Wanderbrachemischungen

Konkurrenz- und Reihenversuche. Zu Beginn der Arbeit gab es nur von wenigen Arten Anhaltspunkte, in welcher Dichte die Samen angesät werden sollten. Zwar hatte Johannes Burri (VOLG Winterthur) schon im Vorjahr Mischungen für Wanderbrachen zusammengestellt, welche Christoph REHBERG auf einer Testfläche der Versuchstation Hodlete angesät hatte. In diesen Mischungen war jedoch ein recht hoher Grasanteil vorhanden (Massenverhältnis der Samen von Poaceae zu Dicotyledonae = 2 : 1), da die meisten Gräser konkurrenzstark sind und die spontan auflaufenden, unerwünschten Unkrautarten recht effizient zu unterdrücken vermögen. Dann spielten auch kommerzielle Überlegungen eine Rolle, denn Samen von einheimischen Dicotyledonen sind teuer und eine Wanderbrachemischung sollte erschwinglich sein. Da jedoch aus den Zielsetzungen für Wanderbrachen zoogame Arten mit grosser Nektarproduktion sowie auffälligem Schauapparat erwünscht sind, habe ich den Anteil der unscheinbaren, anemogamen Gräser stark reduziert und später ganz gestrichen. Um die Kosten dennoch im Rahmen zu halten, habe ich versucht, die Aussaatmenge pro m² zu verringern (siehe 5.2).

Für die vielen Arten, von denen ich noch nicht wusste, ob sie sich für eine Wanderbrache grundsätzlich und für eine Einsaat im speziellen eignen würden, habe ich ein 'Screening' durchgeführt, bei welchem Hinweise auf das Verhalten der einzelnen Arten gewonnen werden konnten. Bei diesen Tests ging es um eine erste Auswahl und nicht darum, die Resultate statistisch absichern zu können. Deshalb wurde bei diesem Teil nicht immer mit Wiederholungen gearbeitet.

Am 3. Juni 1986 wurden 41 Arten in Reihen ausgesät und zwischen den Reihen gejätet (Reihenversuche). Zur selben Zeit wurden von derselben Arten jeweils 1000 Diasporen pro Quadratmeter ausgebracht. Diese waren dem

Konkurrenzdruck der spontan auflaufenden Arten ausgesetzt (Konkurrenzversuche). Der Vergleich des Verhaltens in den Reihen und auf den Flächen erlaubte einen ersten Einblick in das Konkurrenzverhalten der Arten. Dabei war der Konkurrenzdruck nicht auf allen Flächen gleich ausgeprägt, da der Diasporenvorrat im Boden offensichtlich recht unterschiedlich war. Deshalb wurden 1987 drei ausgewählte Arten, *Papaver dubium*, *Hypericum perforatum* und *Rhinanthus alectorolophus*, gegen eine "Konkurrenzmischung" getestet.

Bei zwei Arten wurde die Anzahl Samen pro m² variiert (*Hypericum perforatum*: 12, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 Samen m⁻²; *Centaurea cyanus*: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640 Samen m⁻²).

In einem Aufnahmeintervall von 2 Wochen wurde die Anzahl der Pflanzen, die Anzahl der Blüten resp. der Köpfchen bei *Compositae* und *Dipsacaceae*, die Höhe der Pflanzen, der Durchmesser von Rosettenpflanzen, die Vitalität und die Dichte jeweils nach einer fünfstufigen Schätzskala festgehalten. Die Diasporenproduktion pro Blüte resp. Köpfchen wurde abgeschätzt, wodurch die Diasporenproduktion einer Art pro m² resp. pro Reihe hochgerechnet werden konnte.

Im Spätsommer 1987 wurden auch auf dem Egghof von 32 Arten Reihensaaen angelegt; auf die 1 m²-Konkurrenzversuche habe ich allerdings verzichtet. Diese Ansaaten wurden nicht mehr so ausführlich verfolgt wie die zuvor beschriebenen. Die Beurteilung, welche 3 Mal während der nächsten Vegetationsperiode erfolgte, beschränkte sich auf das Festhalten der Vitalität und der Diasporenproduktion.

Mischungen, Dichte der Aussaat, Aussaatzeitpunkt. Ende August 1986 wurden die ersten 3 Mischungen zusammengestellt und auf der Versuchstation Hodlete auf einem frisch umgebrochenen und geegten Acker angesät, wobei eine der Mischungen in drei Dichtestufen getestet wurde (1, 3 und 9 g m⁻²); die anderen beiden Mischungen wurden mit 2.1 g m⁻² resp. 2.5 g m⁻² Diasporen ausgebracht. 3 Parzellen blieben brach, damit die spontan auflaufende Vegetation erfasst werden konnte. Jede Parzelle hatte eine Grösse von 50 m².

1987 wurden 7 neue Mischungen zusammengestellt, basierend auf den Resultaten der vorjährigen Versuche. Hinzu kam eine Mischung mit Roggen und Ackerunkräutern sowie eine Mischung mit überwiegend konkurrenzkräftigen Wiesenarten.

Die Gesamtzahl der angelegten Versuchspartellen betrug 19. Die Partellen-

grösse wurde auf 16 m² reduziert. Auf 16 erfolgte eine Aussaat, 3 blieben zur Kontrolle brach.

1988 wurden 3 der weiterentwickelten Mischungen auf dem Egghof in Schöfflisdorf auf einem Acker angesät. Eine Mischung enthielt nur "alte" Ackerunkräuter, eine andere nur Wiesen- und Ruderalarten und die dritte bestand aus einer Kombination dieser beiden Gruppen.

1989 erfolgte jeden Monat eine Aussaat der bislang am weitesten entwickelten Mischung auf den Versuchsflächen Egghof (Schöfflisdorf) und Zelgli (Oberglatt). Zu 3 Hauptaussaatzeitpunkten im August, im Oktober und im März 1990 wurde im weiteren experimentiert mit:

- Walzen oder nicht Walzen
- mit oder ohne Einarbeiten der Samen mit Rechen
- mit oder ohne vorgängigem Eggen
- Herbizidapplikation (Glyphosate) vor dem Eggen
- Schnittgutübertragung
- 3 weiterentwickelten Mischungen
- je 4 verschiedenen Aussaatdichten bei 2 Mischungen: die Aussaatmenge der ganzen Mischung wurde jeweils um den Faktor 3 erhöht, beginnend mit 0.33 g m⁻² und endend mit 9 g m⁻².

Basierend auf den Erfahrungen der ersten Jahre wurde dann auch der Anteil der einzelnen Arten in der Mischung verändert.

Die verschiedenen Ansaaten wurden 3 Mal pro Jahr beurteilt. Die Aufnahme erfolgte für alle Arten einzeln anhand einer 4-stufigen Skala: '0' (keine Pflanzen aufgelaufen), '1' (vereinzelte Exemplare), '2' (gute Dichte) und '3' (dominant). Die Ergebnisse bestimmten die Zusammensetzung der weiteren Mischungen: bei '1' wurde der Anteil der Samen in der Mischung erhöht, bei '2' belassen, bei '3' erniedrigt und bei '0' auf allen Parzellen wurde die Art aus der Mischung gestrichen.

Ab 1989 wurde die Methode, welche für die Beurteilung der Mischungen (siehe 2.5.2) verwendet wurde, entwickelt und geübt.

Da viele verschiedene Parameter (Mischung, Dichte, Aussaatzeitpunkt, Saattechnik) geprüft werden mussten, konnte nur bei wenigen Ansätzen mit Wiederholungen gearbeitet werden, wodurch eine statistische Analyse der Resultate nicht möglich ist. Deshalb erfolgte im Herbst 1990 der im nächsten Kapitel beschriebene Ansatz mit genügend Wiederholungen.

2.5.2. Test der entwickelten Wanderbrachemischungen

Versuchsanordnung. Zur Beurteilung der im ersten Teil entwickelten Mischungen sowie der Verschiebung von Wanderbrachen habe ich im Herbst 1990 5 Versuchswanderbrachen angelegt. Diese wurden in 4 m lange Segmente unterteilt. Auf dem Brüederhof, in den Nidereien und auf dem Tannerai bilden jeweils 7 Segmente zusammen einen Block. Auf dem Egghof und im Zelgli ergeben 9 Segmente einen Block, da dort gegenüber den andern Wanderbrachen 2 zusätzliche Ansätze getestet wurden (3D und 9D). Pro Wanderbrache sind 4 Blöcke vorhanden. Die Verteilung der Ansätze innerhalb der Blöcke erfolgte randomisiert, mit Ausnahme der Ansätze "brach hinter D" und "brach hinter brach": diese mussten hinter ein D- resp. brach-Segment der vorgängigen Versuche gelegt werden.

Um die Wanderbrachen gut in das landwirtschaftliche System integrieren zu können, wurde deren Breite der Sämaschinenbreite auf den jeweiligen Betrieben angepasst. Dadurch wurde die Wanderbrache auf dem Egghof 2 x 2.5 m breit, diejenigen auf dem Brüederhof, in den Nidereien und im Tannerai jeweils 2 x 3 m und diejenige vom Zelgli 2 x 4 m.

Ansätze (Mischungen). Auf allen 5 Versuchs-Wanderbrachen wurden 8 Ansätze (Tab. 7) mit je 4 Wiederholungen getestet. Somit kam jeder Ansatz insgesamt 20 Mal vor. 2 Ansätze wurden aus Platzgründen nur auf dem Egghof und im Zelgli getestet. Es handelte sich dabei um 3D (dreifache Menge der Mischung D) und 9D (neunfache Menge der Mischung D).

Mischung D war auch schon im Herbst 1989 ausgebracht worden. Sie wurde unverändert auf allen Flächen angewendet. Bei den Mischungen H, I, K und L handelt es sich um jene Mischungen, welche aufgrund der Untersuchungen der Vorjahre für jede Wanderbrache 'individuell' zusammengestellt wurden, d.h., dass bei zu starkem resp. schwachem Erscheinen einer Art deren Mischungsanteil für die entsprechende Wanderbrache erniedrigt resp. erhöht wurde. Für die beiden Wanderbrachen im Birrfeld wurde dieselbe Mischung verwendet (K).

Da die Entwicklung der Mischungen Ziel der Untersuchungen im ersten Teil war, wird die Zusammensetzung der Mischungen D und H bis L unter den Ergebnissen in Kap. 3.1.2, Tab. 8 (S. 46), vorgestellt.

Die Diasporen der einzelnen Arten wurden für jedes Segment einzeln eingewogen, um höchst mögliche Genauigkeit zu erreichen. Es zeigte sich bei den Vorversuchen, dass es nicht möglich ist, eine grössere Menge einer Mischung

Tab. 7. Die 10 getesteten Ansätze. Die ersten acht Ansätze wurden auf allen 5 Wanderbrachen mit jeweils 4 Wiederholungen angelegt. 3D und 9D wurden nur auf dem Egghof und im Zelgli mit ebenfalls 4 Wiederholungen angesät.

The 10 treatments examined. The first 8 treatments have been applied on all 5 sites with 4 replicates each. 3D and 9D were sown only at Egghof and Zelgli also with 4 replicates.

D	Mischung D, im Oktober 1990 ausgesät
D5	Mischung D, im Mai 1991 ausgesät
H, I, K, L	Weiterentwicklungen von D für die einzelnen Wanderbrachen
Swe	Schnittgutübertragung wenig
Svi	Schnittgutübertragung viel
Sto	Schnittgutübertragung total
b/D	brach (ohne Einsaat) hinter D (Einsaat im Vorjahr)
b/b	brach hinter brach
3D	dreifache Ansaatmenge Mischung D, Oktober 1990
9D	neunfache Ansaatmenge Mischung D, Oktober 1990

einzuwägen und nachträglich mit für Versuche hinreichender Genauigkeit in Portionen aufzutrennen.

Bei der Schnittgutübertragung_{total} (Sto) wurde ein Segment eines alten Wanderbrachestreifens im Herbst geschnitten und das gesamte Schnittgut auf den neuen Streifen übertragen. Bei Schnittgutübertragung_{wenig} (Swe) und Schnittgutübertragung_{viel} (Svi) wurden Fruchtstände bzw. Samenkapseln der eingesäten Arten einzeln abgeschnitten und abgezählt auf das neue Segment übertragen. Wieviele Samen bei diesen beiden Ansätzen auf die neuen Flächen gelangten, ist aus Tab. 8, S. 46, zu ersehen. Die Samenzahl ist dabei nicht so genau wie bei den eingewogenen Mischungen, da die Anzahl Samen pro Fruchtstand oder Kapsel beträchtlich schwanken kann.

Bei "brach hinter D" wurde hinter einer Fläche, in welche im Vorjahr die Mischung D eingesät worden war, nicht eingesät, um die spontane Ausbreitung beurteilen zu können.

Bei "brach hinter brach" wurde ein Segment anschliessend an eine Fläche, in welche auch im Vorjahr nicht eingesät worden war, ohne Einsaat belassen. Dadurch konnte die spontan auflaufende Vegetation erfasst werden. Es war wichtig darauf zu achten, dass auch in der Nachbarschaft des alten Brachsegments kaum potentielle Störfaktoren (= eingesäte Arten) vorhanden waren.

Ansaat. Um eine gleichmässige Ansaat von Hand zu erreichen, wurde jeweils die Hälfte des Saatguts in der Längsrichtung und die andere Hälfte quer dazu gesät.

Die Diasporen wurden nach der Aussaat resp. der Schnittgutübertragung mit 35 x 45 cm grossen, an den Füßen angebrachten Holzbrettchen angetreten, was in etwa dem Walzen entspricht ($G \approx 750 \text{ N} \rightarrow P \approx 4.8 \text{ kPa}$).

Die Oktoberansaat erfolgte am 16. und 17. Oktober 1990 auf allen 5 Wanderbrachen, die Maiansaat am 3. Mai 1991.

Die Schnittgutübertragungen fanden vom 3. bis 7. Oktober 1990 statt.

Pflege der Versuchsflächen. Die Blütenstände von *Rumex obtusifolius*, *R. crispus* und *Cirsium arvense* wurden gemäss einer Abmachung mit den beteiligten Landwirten aus den Versuchsflächen entfernt. Da diese Arten dadurch keinen Beitrag zum Blütenangebot und zur Samenproduktion leisten konnten, blieben sie bei der Auswertung unberücksichtigt.

Aufnahmemethode im Feld. Um die Ergebnisse von allen Wanderbrachen vergleichen zu können, wurde zur Aufnahme die berücksichtigte Fläche der schmalsten Wanderbrache angepasst, bei welcher ein Teilstreifen 2.5 m breit ist (Egghof). Nach Abzug eines Randstreifens von 20 cm beträgt die berücksichtigte Fläche eines Segments $2.1 \text{ m} \times 3.6 \text{ m} = 7.56 \text{ m}^2$.

Die erfassten Grössen waren die bestäubungsbiologischen Einheiten, also einzelne Blüten (Euanthien) resp. Pseudanthien (zusammengezogene Infloreszenzen: Köpfchen und Körbchen bei *Compositae*, Köpfchen bei *Dipsacaceae*, Cyathien bei *Euphorbia*, usw.). Entscheidend bei der Zuordnung ist, ob sich die Blütenblätter berühren. Bei den *Umbelliferae* wurden nur bei *Bupleurum rotundifolium* die Dolden erster Ordnung zusammen erfasst, bei den anderen Vertretern dieser Familie wie *Daucus carota*, *Pastinaca sativa* und *Aethusa cynapium* wurden die Blüten einzeln festgehalten.

Im Feld wurden "Zähleinheiten" auf jedem Segment und von jeder Art notiert. Eine Zähleinheit ist eine Einheit, die gut zähl- oder schätzbar ist, bei *Agrostemma githago* z.B. eine Blüte oder Kapsel, bei *Echium vulgare* eine Infloreszenz. Bei *Hypericum perforatum* bildeten rund 200 Blüten eine Zähleinheit. Für jedes Segment wurde die Anzahl Zähleinheiten jeder Art ermittelt. Bei wenigen Zähleinheiten erfolgte dies durch Zählen. Bei vielen Zähleinheiten mussten diese geschätzt werden. Das Schätzen wurde zunächst für jede Art geübt und immer wieder gegenseitig kontrolliert.

Für jede Art wurde möglichst genau ermittelt, wieviele bestäubungsbiologische Einheiten pro Zähleinheit vorhanden waren, womit auf die Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten pro Flächeneinheit hochgerechnet werden konnte.

Die Aufnahmen auf den Wanderbrachen erfolgten alle 2 bis 3 Wochen. Jede Art wurde zu dem Zeitpunkt erfasst, der eine Abschätzung aller im entsprechenden Jahr entstehenden Blüten am besten ermöglichte. Bei den meisten Arten ist dies der Beginn des Fruchtens: zum einen sind verblühte Blüten noch zu sehen, zum andern ist abzusehen, wieviele Blüten noch etwa entstehen werden.

Von den angesäten Arten wurden ausser der Anzahl Zähleinheiten auch die Anzahl der Pflanzen selbst erfasst.

Bei dieser Methode wurden nur blühende Exemplare erfasst. Eine Ausnahme bildeten Holzgewächse. Diese wurden auch ohne Blüten gezählt, da diese innerhalb des Zeitrahmens, in welchem die 5 Versuchswanderbrachen untersucht werden, ohnehin kaum zur Blüte gelangen werden.

Zur Kritik dieser Methode siehe Kap. 4.1.

Ende Juli wurden zusätzlich jeweils der Gesamtdeckungswert sowie der Deckungswert aller eingesäten Arten zusammen, aller spontan aufgelaufenen Arten zusammen, der Monocotyledonae, der Dicotyledonae und der Moose geschätzt.

Artenvielfalt, Evenness. Für den Vergleich der Artenvielfalt bei den einzelnen Ansätzen und auf den einzelnen Wanderbrachen wurden nur die Gefässkryptogamen herangezogen. Die Moose konnten nicht berücksichtigt werden, da diese nicht nach Segment getrennt gesammelt und bestimmt worden waren (der Aufwand wäre sehr gross gewesen).

Die Berechnung der Evenness erfolgte aufgrund des Shannon-Indexes. Die Evenness (auch als "Equitability" bezeichnet) ist ein Mass dafür, bis zu welchem Grade die maximal mögliche 'Gleichverteilung' erreicht wurde (HÄUPLER 1982). Als Gewichtungsfaktor diente der Anteil der produzierten Diasporenmasse einer Art an der Diasporenmasse aller Arten auf diesem Segment. Die modifizierte Formel für den Shannon-Index R' lautet somit

$$R' = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad ; \quad p_i = \frac{m_i}{M}$$

m = Diasporenmasse einer Art pro Segment

M = gesamte Diasporenmasse pro Segment

n = Artenzahl pro Segment

Für die Berechnungen wurde - wie üblich - die abgekürzte Version des ursprünglichen Shannon-Indexes verwendet. Gemäss MAGURRAN (1989) ist der Fehler, welcher durch Weglassen des zweiten Teiles der vollständigen Formel entsteht, sehr klein und daher vernachlässigbar.

Die Evenness errechnet sich als Quotient aus dem (modifizierten) Shannon-Index und dem maximal möglichen Shannon-Index bei gegebener Artenzahl. Da die Evenness üblicherweise in Prozent angegeben wird, ist der erhaltene Wert noch mit 100 zu multiplizieren.

$$E = \frac{R'}{R_{\max}} 100 = \frac{R'}{\log n} 100$$

Ich schlage vor, die so errechnete Evenness als 'Diasporenmasse basierte Evenness' (*seed-mass-based evenness*) zu bezeichnen.

Artenzahlen nach ökologischen Gruppen. Alle Vorkommen von spontan auflaufenden Arten wurden einer ökologischen Gruppe nach LANDOLT (1991) zugeordnet und getrennt nach Jahren addiert.

Etablierungsrate. Die Etablierungsrate einer Art wurde errechnet als Quotient aus der Anzahl etablierter Pflanzen und der Anzahl angesäter Diasporen auf derselben Flächeneinheit. In diesem Falle gilt eine Pflanze als etabliert, wenn sie blüht. Üblicherweise gelten Pflanzen schon vor dem Blühtermin als etabliert. Da die Pflanzen jedoch erst zum Blühtermin erfasst wurden und alle Arten, von welchen die Etablierungsrate ermittelt wurde, innerhalb des Untersuchungszeitraums zur Blüte gelangten, verwende ich diesen praktischen Begriff hier abweichend von andern Definitionen.

Anzahl Diasporen. Diasporen haben eine grosse populationsbiologische Bedeutung in Ackerphytocoenosen. Es gibt auf Äckern nur wenige Arten, welche für ihre Erhaltung und Vermehrung nicht auf Diasporen angewiesen sind (z.B. *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*). Deshalb - und wegen der grossen Bedeutung in Nahrungsnetzen (siehe nächste Seite) - wurde ein spezielles Augenmerk auf die Diasporenproduktion gerichtet.

Von jeder vorkommenden Art wurde bei 5 bis 30 bestäubungsbiologischen Einheiten die Anzahl produzierter Diasporen ausgezählt, bei häufigen Arten mehr als bei seltenen Arten, da sich bei ersteren ein Fehler im Mittelwert auf

die gesamte Diasporenmasse stärker auswirkt als bei letzteren. Bei eingesäten Arten wurde die Anzahl Diasporen pro bestäubungsbiologischer Einheit für jede Wanderbrache separat ausgezählt.

Zusammen mit der Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten pro m² konnte die mittlere Diasporenproduktion pro m² für jede Art hochgerechnet werden. Damit liessen sich die verschiedenen Ansätze in Bezug auf die Diasporenproduktion erwünschter (meist eingesäter) Arten quantitativ vergleichen. Auch die Unterdrückung von unerwünschten Arten konnte quantifiziert werden (siehe S. 56). Für die Auswahl dieser herbologisch bedeutsamen Arten konnte ich die Hilfe von Dr. H.U. Ammon in Anspruch nehmen.

Bei den angesäten Arten, von welchen die Anzahl Pflanzen pro m² erfasst wurde, konnte die mittlere Pflanzengrösse in Bezug auf die Anzahl Blüten und die Diasporenproduktion errechnet werden.

Masse der Diasporen. Diasporen haben eine wesentlich höhere Nährstoffqualität als die meisten andern Pflanzenteile und stellen damit eine wichtige Nahrungsquelle für verschiedene Tiertaxa dar (FENNER 1985). Vor allem von Vögeln, Säugern und Insekten wird der hohe kalorische Wert und der hohe Protein- und Lipidgehalt von Diasporen genutzt (WILLSON 1983). Dies war der zweite wichtige Grund, die Diasporenproduktion besonders gut zu untersuchen.

Um die gesamte produzierte Diasporenmasse pro Flächeneinheit ermitteln zu können, muss ausser der errechneten Anzahl Diasporen pro m² die durchschnittliche Diasporenmasse der Arten bekannt sein. Im allgemeinen gilt die durchschnittliche Samenmasse als recht konstante Grösse (PALMBLAD 1968, HARPER et al. 1970, SILVERTOWN 1981). HARPER macht allerdings darauf aufmerksam, dass die meisten diesbezüglichen Beobachtungen an Kulturpflanzen gemacht wurden, weshalb die geringe Plastizität der Samenmasse unter Umständen überschätzt wird. JÄGGLI (1992) fand bei 6 eingesäten Unkraut-Arten auf Wanderbrachen eine geringe Plastizität der Samenmasse. Der Fehler, der beim Hochrechnen auf die gesamte Diasporenmasse durch unterschiedlich schwere Diasporen entsteht, dürfte somit gering sein.

Von allen häufig auf Wanderbrachen vorkommenden Arten wurde die durchschnittliche Diasporenmasse durch Wägen von 100 Diasporen ermittelt (Anhang B). Bei einigen auf den Versuchsflächen seltenen Arten wurden die Diasporenmassewerte der Literatur entnommen.

Die Diasporenmassen wurden in 15 Klassen aufgeteilt, und zwar in einer geometrischen Reihe mit der Obergrenze der ersten Klasse von .0039 mg pro

Diaspore und einem Faktor 2 zwischen den Klassen. In der 15. Klasse waren somit Diasporen mit $32 \text{ mg} < m \leq 64 \text{ mg}$ (Anhang B). Die Klassenunterteilung ermöglicht die Darstellung der Diasporenmasseverteilung in Form von Histogrammen.

Schauapparatfläche und Farbe. Von allen blühenden Arten wurde die Schauapparatfläche pro bestäubungsbiologischer Einheit ermittelt. Zusammen mit der Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten pro Flächeneinheit konnte somit der Deckungswert der Blüten errechnet werden. Unter Berücksichtigung der Farbe der Blüten konnte dieser Deckungswert noch nach Farben aufgegliedert werden.

Bei radiärsymmetrischen, alleinstehenden Blüten (z.B. *Caryophyllaceae*) resp. Blütenständen (z.B. *Asteraceae*) wurde die Schauapparatfläche als Projektion der Tepalen resp. Petalen auf die Normalebene der Symmetrieachse festgelegt, bei zylinderförmigen Blütenständen (z.B. *Dipsacus silvester*) wurde die Zylinderfläche als Schauapparatfläche festgelegt.

Zum Ausmessen wurden jeweils bestäubungsbiologische Einheiten mit einer mittleren Grösse genommen.

Analog der Diasporenmasse wurde die Grösse der Schauapparatfläche in 13 Klassen aufgeteilt mit der Schauapparatfläche in der 1. Klasse $\leq 4 \text{ mm}^2$ und einem Faktor 2 zwischen den Klassen. Die Schauapparatfläche der Vertreter der 13. Klasse waren somit $> 80 \text{ cm}^2$ und $\leq 160 \text{ cm}^2$ (Anhang B).

Statistische Auswertung. Die Etablierungsrate, die Anzahl produzierter Diasporen pro m^2 sowie der Diasporenvermehrungsfaktor waren innerhalb der einzelnen Ansätze nicht normalverteilt. Deshalb drängte sich ein parameterfreies Testverfahren auf. Da es sich um multiple Vergleiche handelte, wurde der Signifikanztest nach Wilcoxon und Wilcox gewählt. Obwohl das Testverfahren parameterfrei ist, wurde der Mittelwert und nicht der Median als Lagemass angegeben, weil recht häufig auf mehr als der Hälfte der Segmente die untersuchten Parameter gleich null waren. Der Median wäre somit auch gleich null geworden. Ich erachte in diesem Fall den Mittelwert als aussagekräftiger.

Die Berechnung der diasporenmassegewichteten Evenness sowie der Wilcoxon-Wilcox-Test wurden in dBaseIV[®] programmiert und auf einem IBM[®]-PC 80 486 kompatiblen Rechner durchgeführt. Die graphischen Darstellungen wurden mit Sysgraph[®] auf einem Macintosh[®] II ci erstellt.

3. ERGEBNISSE

3.1. AUSWAHL DER ARTEN, MISCHUNGSZUSAMMENSETZUNG

3.1.1. Konkurrenz- und Reihenversuche

Da die Versuche zur Artenauswahl den Charakter eines 'Screenings' hatten, werden die Ergebnisse hier nur summarisch wiedergegeben.

Es sei darauf hingewiesen, dass bei diesen Versuchen zur Vorauswahl der Arten jeweils nur 1-3 Wiederholungen gemacht wurden und auch nur 2 Bodentypen berücksichtigt wurden (eine leicht saure und eine leicht basische Braunerde auf der Versuchsstation Hodlete resp. auf dem Egghof). Es ist daher durchaus möglich, dass die eine oder andere Art zu Unrecht aus der Liste der Anwärter auf einen Platz in der Wanderbrachemischung gestrichen wurde, wenn z.B. eine Art selektiv häufig gefressen wurde. Gerade Schnecken können durch Frass der Keimlinge einen erheblichen Einfluss auf die Zusammensetzung von Unkrautbeständen ausüben (EDWARDS 1987).

- Arten, welche sich als **sehr konkurrenzstark** erwiesen (es konnten sich bei 1000 Diasporen m⁻² praktisch keine andern Arten mehr entwickeln):
Centaurea cyanus, *Crepis biennis*, *Trifolium pratense*, *T. repens*.
- Arten, welche **konkurrenzstark** waren (sie hatten einen Biomasseanteil von mindestens 50%, andere Arten konnten sich im Bestand halten):
Achillea millefolium, *Bromus erectus*, *B. secalinus*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Hypericum perforatum*, *Onobrychis viciifolia*, *Pastinaca sativa*, *Scabiosa columbaria*.
- Arten, welche bei **Reihensaat gut** kamen, jedoch auf den **Konkurrenzflächen nicht** bestehen konnten:
Adonis aestivalis, *Anthemis arvensis*, *Anthyllis vulneraria*, *Barbarea vulgaris*, *Calendula arvensis*, *Cardamine pratensis*, *Carum carvi*, *Centaurea scabiosa*, *Epilobium hirsutum* (diese Art kam dann aber später spontan auf zwei Versuchsflächen), *Hieracium aurantiacum*, *Lychnis flos-cuculi*, *Papaver argemone*, *P. rhoeas*, *Pimpinella saxifraga*, *Saponaria officinalis*, *Scandix pecten-veneris*, *Silene nutans*, *Spergula arvensis*, *Verbascum densiflorum*, *Verbena officinalis*.

Papaver rhoeas wurde trotz der Einteilung in diese Gruppe in die Mischung aufgenommen. Die Diasporen von *Papaver rhoeas* sind klein (Masse = 0.11 mg) und die Keimprozente meist gering. Da bei dem gewählten Versuchsansatz generell 1000 Diasporen pro m² ausgesät wurden, war dies für *Papaver* wenig, für andere Arten jedoch eher viel. Daher konnte diese Art trotz geringer Abundanz bei den Konkurrenzversuchen in den Mischungen bei entsprechender Aussaatdichte erfolgreich sein.

- Arten, welche bei **Reihen- und Konkurrenzversuchen geringe** Keimraten oder Wuchsleistungen zeigten:

Anagallis coerulea, *Betonica officinalis*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Cynoglossum officinale*, *Digitalis lutea*, *Erysimum cheiranthoides*, *Helianthemum nummularium*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratense*, *Reseda lutea*, *Silene dioeca*, *S. vulgaris*.

Knautia arvensis gedieh weder bei den Reihen- noch bei den Konkurrenzversuchen gut, bewährte sich dann aber trotzdem in den Mischungen.

- Arten, welche bei den **Konkurrenzversuchen noch bestehen** konnten, jedoch **in den Mischungen untergingen** (siehe 3.1.2):

Anchusa arvensis, *Geranium pratense*, *Hieracium pilosella*, *Lathyrus aphaca*, *Lithospermum arvense*, *Lotus corniculatus*, *Potentilla argentea*, *Salvia pratensis*.

- Arten, welche leicht **zu dominant** werden können und deshalb nicht in die Mischungen aufgenommen wurden resp. wieder daraus gestrichen wurden:

Artemisia vulgaris, *Sanguisorba minor*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Tripleurospermum inodorum*.

- Arten, welche gut wuchsen, aber aus andern Gründen nicht in die Mischung genommen wurden:

Rhinanthus alectorolophus (kann als Halbparasit auch Getreide befallen), *Medicago lupulina* (N-Eintrag durch Rhizobien in Ackerflächen unerwünscht), *Prunella vulgaris* (zu wenig Saatgut), *Cannabis sativa*, *Papaver somniferum*.

3.1.2. Mischungen und Aussaatdichte

Da zunächst wenig Erfahrungen mit Mischungen bestanden, wurden aus heutiger Sicht 'extreme' Mischungen zusammengestellt, welche einseitige Bestände zur Folge hatten. Durch diese Mischungen und Aussaatdichten waren jedoch Beobachtungen möglich, welche in den späteren Jahren mit den

ausgewogeneren Mischungen nicht mehr gemacht werden konnten: bei einer Mischung, in welcher *Sanguisorba minor* und *Daucus carota* vorhanden waren, bildete *D. carota* bei einer Aussaatdichte von 1 g m^{-2} und 3 g m^{-2} (der Gesamtmischung) im folgenden Herbst einen sehr dichten Bestand (70-75% Deckung). Bei 9 g m^{-2} waren jedoch nur vereinzelte Exemplare von *D. carota* zu finden (5% Deckung), obwohl 3 resp. 9 Mal so viele *D. carota*-Samen wie bei den andern beiden Dichten ausgebracht wurden. Die Erklärung liegt darin, dass *S. minor* etwas schneller als *D. carota* aufstieg und nur bei 9 g m^{-2} dicht genug war, um deren Entwicklung massiv zu hemmen.

Mischungen nur mit Segetalarten entwickelten sich gut im ersten Jahr, im zweiten Jahr jedoch wurden die eingesäten Arten meist von spontan auflaufenden Arten verdrängt, vor allem von *Agropyron repens* und *Rumex obtusifolius*.

Mischungen nur mit Wiesen- und Ruderalarten hatten eine geringe Blütendichte im ersten Jahr und blühten erst im zweiten Jahr intensiv. Bei den Mischungen mit Wiesen- und Ruderalarten sowie Segetalarten waren die annuellen Arten im ersten Jahr durch die Rosetten der biennen und perennierenden Arten nicht behindert, letztere jedoch entwickelten sich etwas weniger gut als Mischungen ohne annuelle Arten.

Die Zusammensetzung der bis zu den Hauptversuchen entwickelten Mischungen ist aus Tab. 8 ersichtlich.

3.1.3. Aussaatzeitpunkt

Im allgemeinen entwickelten sich die Segmente der Wanderbrachen, welche von Oktober bis Mai angesät wurden, recht artenvielfältig. Probleme mit Maisunkräutern (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*) traten bei Ansaaten im Frühling verstärkt auf.

Bei Ansaaten im Juli und im August keimten viele Samen nicht oder die Keimlinge vertrockneten. Exemplare annueller Arten, welche sich doch etablieren konnten, bildeten meist noch im selben Jahr ein paar wenige Blüten und starben dann ab, so die für Wanderbrachen wichtigen *Centaurea cyanus* und *Agrostemma githago*. Ihr Beitrag zur Nektar-, Pollen- und Samenproduktion blieb damit gering.

Bei Ansaaten im September wurde *Agrostemma* noch ca. 40 cm hoch und starb dann im Winter ab ohne zu blühen. Dies ist unerwünscht.

Bei den Ansaaten im Oktober keimten zwar nicht mehr viele Samen im Herbst. Daher überwinterte der Boden ziemlich ungedeckt, wodurch evtl. der

Tab. 8. Für die Versuche verwendete Diasporenmischungen sowie ungefähre Anzahl der auf die neuen Flächen gebrachte Diasporen bei Schnittgutübertragung.

Seed-mixtures used for the experiments and approximate number of propagules brought to the new plots by transfer of cut infructescences.

Mischung **D** - *seed mixture D*: überall verwendet - *applied everywhere*; 'Individuelle' Mischungen - '*individual*' mixture: **H**: für Brüederhof - *for Brüederhof*, **I**: für Egghof - *for Egghof*, **K**: für Nidereien und Tannerai - *for Nidereien and Tannerai*, **L**: für Zelgli - *for Zelgli*; **Swe**: Schnittgutübertragung_{wenig} - *few infructescences transferred*, **Svi**: Schnittgutübertragung_{viel} - *many infructescences transferred*.

	Masse [mg Diasp. ⁻¹]	Masse [mg m ⁻²]	Anzahl Diasporen m ⁻²						
		D	D	H	I	K	L	Swe	Svi
<i>Achillea millefolium</i>	0.15	6.6	44	44	132	132	220	250	1250
<i>Agrostemma githago</i>	13.0	130	10	8	10	12	6	6	32
<i>Arctium lappa</i>	10.2	60.2	5.9	4	6	6	6	12	60
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	2.83			10	10	10	10		
<i>Centaurea cyanus</i>	4.30	43.0	10	10	15	15	10	55	110
<i>Centaurea jacea</i>	2.64	79.2	30	30	20	20	30	20	100
<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	0.90	9.0	10	10	20	10	20	10 ¹⁾	10 ¹⁾
<i>Cichorium intybus</i>	1.37	20.6	15	30	30	30	30	80	400
<i>Crepis biennis</i>	1.08			20	20	20	20		
<i>Daucus carota</i>	1.09	21.8	20	10	50	20	30	50	500
<i>Delphinium consolida</i>	0.91			50	50	50	50		
<i>Dipsacus silvester</i>	3.14	15.7	5	3	5	5	5	100	1500
<i>Echium vulgare</i>	2.92	14.6	5	5	20	5	5	120	360
<i>Fagopyrum vulgare</i>	26.7	16.0	0.6	3	3	3	3		
<i>Galeopsis angustifolia</i>	0.15	8.0	55	100	100	100	100	12	25
<i>Hypericum perforatum</i>	0.12	30.0	250	250	500	250	500	1300	6500
<i>Knautia arvensis</i>	6.04	64.0	10.6	20	20	20	20	22	110
<i>Legousia speculum-veneris</i>	0.42	4.2	10	50	50	100	200	10 ¹⁾	10 ¹⁾
<i>Leontodon hispidus</i>	1.27	12.7	10	20	10	20	30	10 ¹⁾	10 ¹⁾
<i>Linaria vulgaris</i>	0.21	4.2	20	50	50	50	50	20 ¹⁾	20 ¹⁾
<i>Melilotus albus</i>	1.90	9.5	5	10	5	10	5	5 ¹⁾	5 ¹⁾
<i>Onobrychis viciifolia</i>	18.90	94.5	5	5	5	5	5	5 ¹⁾	5 ¹⁾
<i>Papaver dubium</i>	0.14	14.0	100	300	300	300	300		
<i>Papaver rhoeas</i>	0.11	33.0	300	600	300	600	300	130	660
<i>Pastinaca sativa</i>	7.09	70.9	10	30	5	10	10	25	120
<i>Prunella vulgaris</i>	0.67	8.0	12						
<i>Ranunculus arvensis</i>	15.5			10	10	10	10		
<i>Scabiosa columbaria</i>	1.37	4.0	2.9	30	30	30	30	16	80
<i>Silene alba</i>	0.70	105	150	200	200	200	150	80	200
<i>Silene noctiflora</i>	1.29	90.3	70	100	100	100	100		
<i>Tragopogon orientalis</i>	7.37	147	20	10	10	10	10	20 ¹⁾	20 ¹⁾
<i>Vaccaria pyramidata</i>	9.04	39.8	4.4	10	10	10	10	8	40
Summe		1156	1190.2	2032	2096	2163	2275	2300	12000

¹⁾ keine Schnittgutübertragung, sondern Nachsaat mit im Vorjahr geernteten Diasporen

Nährstoffauswaschung (vor allem NO_3^-) Vorschub geleistet wurde. Dafür entwickelten sich diese Flächen am artenvielfältigsten und mit der grössten Blütendeckung. Deshalb wurde der Schwerpunkt der Aussaaten mit den Mischungen D, H, I, K und L sowie der Brachlegung der nicht eingesäten Segmente auf Anfang Oktober gelegt. Die Mischung D wurde zusätzlich Anfang Mai angesät.

3.1.4. Antreten der Aussaaten

Antreten der Aussaaten mit Holzbrettchen an den Füßen hatte zum Teil keinen, zum Teil einen positiven Einfluss auf den Saataufgang, nie aber waren die angetretenen Flächen schlechter als die nicht angetretenen. Daher wurden für die Hauptversuche die Diasporen immer angetreten. Da das Antreten etwa dem Walzen entspricht, wird für die Praxis ausser bei nassen Bodenverhältnissen Walzen empfohlen.

3.2. TEST DER WANDERBRACHEMISCHUNGEN

3.2.1. Spontane Arten

3.2.1.1. Artenzahlen

Auf allen 5 Versuchswanderbrachen wurden insgesamt 159 spontan auflaufende Arten erfasst. Auf den näher untersuchten Flächen (je 32 Segmente à 7.56 m^2 auf den 5 Wanderbrachen) waren es 130 Arten: im ersten Jahr 93 und im zweiten Jahr 109 Arten. Somit blühten 72 Arten in beiden Jahren, 21 Arten nur im 1. Jahr und 37 Arten nur im 2. Jahr. Die angesäten Arten sind hier nicht mitenthalten, auch wenn sie ebenfalls spontan aufgelaufen sind, da es nicht möglich war, sicher zu unterscheiden, ob die Pflanzen aus Samen des Samenvorrates im Boden oder der Ansaaten entstanden.

Die Anzahl aller spontan auflaufenden Arten war auf dem Egghof mit 85 Arten (höchste Artenzahl) doppelt so hoch wie im Zelgli mit 42 Arten (kleinste Artenzahl, Tab. 9). Diese Artenzahlen beziehen sich auf die Gesamtfläche einer Wanderbrache von 32 mal die Fläche eines Segments von $7.56 \text{ m}^2 = 242 \text{ m}^2$. Wenn die Fläche eines Segments betrachtet wird, so ist die mittlere Artenzahl auf dem Egghof mit 29.0 beinahe dreimal so hoch wie im Zelgli mit 10.8. Dieses Verhältnis bleibt ungefähr gewahrt, wenn das erste und das

Tab. 9. Artenzahlen auf den Wanderbrachen (242 m² untersuchte Fläche) und Mittelwerte der Artenzahlen auf den einzelnen Segmenten im 1. und im 2. Jahr. Eingesät wurden insgesamt 32 Arten.

Total number of species in each wandering fallow and mean number of species in the different segments, for both spontaneously occurring and sown species.

	Brüederhof		Egghof		Nidereien		Tannerai		Zelgli	
	1.J.	2.J.	1.J.	2.J.	1.J.	2.J.	1.J.	2.J.	1.J.	2.J.
Anzahl spontaner Arten auf 242 m ²	48	42	65	59	46	57	34	42	25	28
1. und 2. Jahr zusammen	59		85		76		53		42	
Mittel der 7.56 m ² -Segmente	14.8	9.0	21.6	15.3	9.6	12.5	10.3	7.5	7.4	5.6
1. und 2. Jahr zusammen	19.3		29.0		18.2		13.8		10.8	
Anzahl eingesäter Arten auf 242 m ²	17	25	21	25	19	27	19	24	16	23
1. und 2. Jahr zusammen	30		32		30		29		29	
Mittel der 7.56 m ² -Segmente ¹⁾	7.6	12.5	10.4	13.7	8.1	13.2	7.7	12.4	8.1	9.7
1. und 2. Jahr zusammen	17.6		19.2		17.8		16.0		13.6	

¹⁾ nur eingesäte Segmente berücksichtigt (D, D5 und H/I/K/L).

zweite Jahr getrennt betrachtet werden (21.6 : 7.4 und 15.3 : 5.6). Abgesehen von der unter 2.3.3 erwähnten gedrehten Bearbeitungsrichtung im Zelgli liegt dies daran, dass dort bei hohem Nährstoffniveau ein paar Arten auf einigen Quadratmetern dominant werden konnten. Ein paar Meter entfernt war dann eine andere Art dominant. Auf dem Egghof mit geringem Nährstoffniveau war dieses Muster wesentlich kleinflächiger.

Die Artenzahlen spontaner Arten, bezogen auf die ganzen untersuchten Flächen, nahmen auf 3 Wanderbrachen vom ersten zum zweiten Jahr zu, auf 2 Wanderbrachen nahmen sie ab. Wenn man das Mittel der 7.5 m²- Segmente betrachtet, so nahm die Artenzahl auf 4 der Wanderbrachen ab und auf einer nahm sie zu. Im Tannerai und im Zelgli nahm die Artenzahl bezogen auf die ganze Fläche vom ersten zum zweiten Jahr zu, währenddem sie abnahm wenn sie auf das Mittel der 7.5 m²-Segmente bezogen wird.

Tab. 10. Aufteilung der Vorkommen nach ökologischen Gruppen im Sinne von LANDOLT (1991). Jedes Vorkommen einer spontanen Art auf einer der 160 Aufnahmen pro Jahr wurde zu der entsprechenden Gruppe gezählt, unabhängig vom Deckungsgrad.

Occurrence of ecological groups according to LANDOLT (1991). Each occurrence of a spontaneously occurring species in one of the 160 surveys per year was mentioned, independently of its coverage.

ökologische Gruppe	Anzahl Vorkommen		Änderung
	1.Jahr	2.Jahr	
1 Waldpflanzen	54	75	+ 39%
3 Pionierpflanzen niederer Lage	0	1	+ ∞
5 Sumpfpflanzen	55	84	+ 53%
6 Pflanzen magerer (trockener/wechseltr.) Wiesen	2	10	+ 400%
7 Unkraut- oder Ruderalpflanzen	1660	1009	- 39%
8 Fettwiesenpflanzen	235	416	+ 77%
Total	2006	1595	- 20%
Durchschnitt pro Aufnahme	12.5	10.0	- 20%

3.2.1.2 Artenzahlen nach ökologischen Gruppen

Von den spontan auflaufenden Arten dominierten die Unkraut- und Ruderalarten klar (Tab. 10), wobei sie vom ersten zum zweiten Jahr anteilmässig von 83 auf 60% zurückgingen. Demgegenüber nahmen vor allem die Fettwiesenarten um 77% zu (von 235 auf 416 Vorkommen resp. von 12% auf 26% Anteil).

3.2.1.3. Artenspektrum

Übersicht Gefässkryptogamen und Spermatophyten. Auf den Wanderbrachen kam eine einzige Gefässkryptogamenart vor, nämlich *Equisetum arvense* auf dem Egghof und auf dem Tannerai. Auch die Gymnospermae waren nur durch eine Art vertreten (*Picea excelsa* auf den Nidereien). Von den Monocotyledonen kamen 25 Arten vor, wobei alles *Gramineen* (Tab. 11) waren. Die Dicotyledonen trugen mit 113 Arten am meisten zum Artenreichtum bei. Von diesen waren 9 Strauch- und Baumarten, welche nicht zur Blüte gelangten und damit bei der Auswertung des Blütenangebotes und der Samenproduktion nicht berücksichtigt wurden. Sie sind in Tab. 11 am Schluss aufgeführt.

Ausserhalb der eigentlichen Aufnahmeflächen, aber immer noch auf den Wanderbrachen, kamen zusätzlich 4 Monocotyledonenarten (1 *Juncaceae* und 3 *Gramineae*) und 15 Dicotyledonenarten vor.

Tab. 11. Stetigkeit der spontanen Arten auf den Versuchswanderbrachen im ersten (Kleinbuchstaben) und im zweiten Jahr (Grossbuchstaben). Abkürzungen der Versuchsflächen siehe Seite 4.

Steadiness of the spontaneously occurring species in the experimental wandering fallows in the first year (small letters) and in the second year (capital letters). Abbreviations see p. 4.

Ökologische Gruppen (G) nach LANDOLT (1991) - *ecological groups according to LANDOLT (1991)*: **1** Waldpflanzen - *forest species*, **3** Pionierpflanzen niederer Lagen - *lowland pioneer species*, **5** Sumpfpflanzen - *wetland species*, **6** Pflanzen magerer (trockener oder wechsellückiger) Wiesen - *species of dry meadows poor in nutrients*, **7** Unkraut- oder Ruderalpflanzen - *weeds and ruderals*, **8** Fettwiesenpflanzen - *species of rich meadows*. Gefährdung nach LANDOLT (1991): **E** stark gefährdet - *endangered*, **V** gefährdet - *vulnerable*, **U** nicht gefährdet - *not endangered*. Regionen: **S** Schweiz - *Switzerland*, **J** Nordjura - *northern Jura*, **O** östliches Mittelland - *eastern Swiss Mittelland*.

	G	Gefährd.			Stetigkeit [%]											
		S	J	O	b	B	e	E	n	N	t	T	z	Z		
POACEAE																
Echinochloa crus-galli	7	U	U	U	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Setaria glauca	7	U	U	U	0	0	13	3	44	19	0	0	0	0		
Agrostis spica-venti	7	U	U	U	0	0	16	3	100	47	100	56	50	6		
Agrostis stolonifera	5	U	U	U	0	0	0	0	9	31	0	0	0	0		
Alopecurus myosuroides	7	U	U	U	19	3	0	0	0	0	0	0	100	88		
Alopecurus pratensis	8	U	U	U	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0		
Phleum pratense	8	U	U	U	0	0	50	69	0	0	0	0	0	3		
Cynosurus cristatus	8	U	U	U	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0		
Holcus lanatus	8	U	U	U	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0		
Arrhenatherum elatius	8	U	U	U	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0		
Avena sativa					0	0	3	0	0	0	0	0	0	0		
Trisetum flavescens	8	U	U	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
Dactylis glomerata	8	U	U	U	9	19	0	22	0	6	0	0	0	0		
Poa annua	7	U	U	U	19	0	53	0	47	0	41	0	0	0		
Poa trivialis	8	U	U	U	25	63	3	34	0	13	0	41	31	38		
Poa pratensis	8	U	U	U	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3		
Festuca pratensis	8	U	U	U	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0		
Festuca arundinacea	5	U	U	U	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		
Festuca ovina	6	U	U	U	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0		
Lolium perenne	8	U	U	U	9	0	16	25	0	9	6	0	0	0		
Lolium multiflorum	8	U	U	U	69	53	31	13	0	6	38	66	0	0		
Agropyron caninum	1	U	U	U	66	84	0	34	28	41	0	0	0	0		
Agropyron repens	7	U	U	U	0	0	6	0	0	0	6	9	0	22		
Triticum vulgare					16	0	0	0	16	0	0	0	53	16		
Hordeum vulgare					6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
POLYGONACEAE																
Rumex acetosella	7	U	V	V	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		
Polygonum convolvulus	7	U	U	U	100	3	34	0	0	3	16	0	9	0		
Polygonum aviculare	7	U	U	U	19	3	84	0	6	6	34	0	13	0		
Polygonum hydropiper	7	U	U	U	0	0	6	0	56	31	25	13	0	0		
Polygonum mite	7	U	U	U	0	0	0	0	6	9	0	0	0	0		
Polygonum minus	7	U	E	V	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0		
Polygonum amphibium	5	U	U	V	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0		
Polygonum persicaria	7	U	U	U	66	0	6	0	38	6	63	13	9	3		
CHENOPODIACEAE																
Chenopodium polyspermum	7	U	U	U	3	0	0	0	6	0	9	0	3	0		

Tab.11. (Forts. - continued)

		S J O	b B e E n N t T z Z
<i>Chenopodium album</i>	7	U U U	3 0 16 0 9 0 3 0 9 0
<i>Atriplex patula</i>	7	U U U	0 0 72 13 0 0 0 0 19 3
AMARANTHACEAE			
<i>Amaranthus retroflexus</i>	7	U U U	0 0 0 0 0 0 0 0 13 0
CARYOPHYLLACEAE			
<i>Stellaria media</i>	7	U U U	59 0 34 66 63 78 6 3 25 0
<i>Cerastium glomeratum</i>	7	U U U	0 0 9 0 34 6 0 0 0 0
<i>Cerastium caespitosum</i>	8	U U U	66 6 22 75 25 97 0 6 0 0
<i>Arenaria leptoclados</i>	7	V E E	0 0 3 0 0 0 0 0 0 0
<i>Sagina procumbens</i>	7	U U U	0 0 0 69 0 0 0 3 0 0
<i>Sagina apetala</i>	7	V E E	0 0 0 0 0 6 0 0 0 0
<i>Spergula arvensis</i>	7	V V V	0 0 3 0 3 0 0 0 0 0
RANUNCULACEAE			
<i>Ranunculus repens</i>	7	U U U	0 19 0 25 0 3 0 3 0 3
<i>Ranunculus friesianus</i>	8	U U U	0 3 0 3 0 0 0 0 0 3
FUMARIACEAE			
<i>Fumaria officinalis</i>	7	U U U	0 0 22 0 0 0 0 0 0 0
BRASSICACEAE			
<i>Thlaspi arvense</i>	7	U U U	56 0 53 0 3 0 66 19 0 0
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	6	U U V	0 3 0 0 0 0 0 0 0 0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	7	U U U	47 13 47 3 19 0 22 0 22 0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	7	U U U	0 0 75 19 0 0 9 22 0 0
<i>Sinapis arvensis</i>	7	U U U	25 0 13 0 0 0 0 0 0 0
<i>Cardamine hirsuta</i>	7	U U U	0 0 0 0 0 3 0 0 0 0
<i>Rorippa palustris</i>	5	U V U	9 0 0 0 0 0 0 0 0 0
<i>Rorippa silvestris</i>	7	U U U	0 3 0 0 0 0 0 0 0 0
<i>Arabidopsis thaliana</i>	7	U U U	0 0 97 59 0 3 41 44 0 0
ROSACEAE			
<i>Alchemilla arvensis</i>	7	U V E	0 0 91 78 0 0 0 3 0 0
FABACEAE			
<i>Trifolium campestre</i>	7	U U U	0 0 0 3 0 0 0 0 0 0
<i>Trifolium repens</i>	8	U U U	13 31 28 22 0 38 0 3 0 0
<i>Trifolium pratense</i>	8	U U U	38 56 59 50 6 0 0 3 0 3
<i>Medicago lupulina</i>	8	U U U	3 13 9 6 0 0 0 0 0 0
<i>Lotus uliginosus</i>	5	U V U	0 0 0 0 9 66 0 0 0 0
<i>Lotus corniculatus</i>	8	U U U	0 3 3 3 0 0 0 0 0 3
<i>Vicia hirsuta</i>	7	U U U	0 0 3 9 3 63 0 0 0 0
<i>Vicia tetrasperma</i>	7	U U V	0 0 75 47 0 66 0 0 0 0
<i>Vicia cracca</i>	8	U U U	0 0 22 3 0 0 0 0 0 0
<i>Vicia dumetorum</i>	1	U U U	0 0 0 3 0 0 0 0 0 0
<i>Vicia segetalis</i>	7	U U U	0 0 0 22 0 0 0 0 0 0
GERANIACEAE			
<i>Geranium dissectum</i>	7	U U U	0 0 0 41 0 0 0 0 0 13
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis europaea</i>	7	U U U	0 0 0 0 3 6 69 47 0 0
EUPHORBIACEAE			
<i>Euphorbia helioscopia</i>	7	U U U	3 9 0 0 0 0 0 0 0 0
<i>Euphorbia exigua</i>	7	U U U	0 0 31 0 0 0 3 0 0 0
HYPERICACEA			
<i>Hypericum humifusum</i>	7	U U U	0 0 0 0 0 59 0 0 0 0
VIOLACEAE			
<i>Viola arvensis</i>	7	U U U	13 9 63 75 38 31 59 16 0 0

Tab.11. (Forts. - continued)

		S	J	O	b	B	e	E	n	N	t	T	z	Z
ONAGRACEAE														
<i>Oenothera biennis</i>	7	U	U	U	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Epilobium parviflorum</i>	5	U	U	U	0	0	3	9	0	13	0	3	0	9
<i>Epilobium hirsutum</i>	5	U	U	U	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Epilobium palustre</i>	5	U	E	V	0	0	0	0	0	0	0	0	97	63
<i>Epilobium adnatum</i>	7	U	U	U	0	28	3	9	31	22	41	47	100	59
APIACEAE														
<i>Aethusa cynapium</i>	7	U	U	U	0	0	50	0	0	0	47	9	0	0
PRIMULACEAE														
<i>Anagallis arvensis</i>	7	U	U	U	0	0	13	3	9	0	53	28	0	0
<i>Anagallis coerulea</i>	7	U	V	E	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
GENTIANACEAE														
<i>Centaurium umbellatum</i>	5	U	V	U	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
CONVOLVULACEA														
<i>Convolvulus arvensis</i>	7	U	U	U	38	6	0	0	0	0	0	0	0	0
BORAGINACEAE														
<i>Symphytum officinale</i>	5	U	U	U	38	31	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	7	U	U	U	6	6	97	97	6	25	50	78	9	9
LAMIACEAE														
<i>Galeopsis tetrahit</i>	7	U	U	U	97	47	13	0	3	0	0	0	0	0
<i>Lamium purpureum</i>	7	U	U	U	53	63	88	28	25	44	3	16	3	9
SOLANACEAE														
<i>Solanum nigrum</i>	7	U	U	U	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
SCROPHULARIACEAE														
<i>Veronica officinalis</i>	1	U	U	U	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Veronica serpyllifolia</i>	7	U	U	U	0	3	0	0	0	3	0	16	0	3
<i>Veronica arvensis</i>	7	U	U	U	16	22	97	84	0	56	0	9	0	0
<i>Veronica persica</i>	7	U	U	U	81	9	100	69	3	9	34	41	0	0
<i>Veronica filiformis</i>	8	U	U	U	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	7	U	U	U	13	19	63	13	0	0	0	0	0	9
<i>Linaria spuria</i>	7	U	U	V	0	0	16	0	3	0	22	0	0	0
<i>Scrophularia nodosa</i>	1	U	U	U	0	0	0	0	44	41	0	0	0	0
PLANTAGINACEAE														
<i>Plantago major</i>	7	U	U	U	6	9	16	3	16	0	0	0	0	0
<i>Plantago intermedia</i>	8	U	U	U	0	3	9	0	0	6	0	3	0	0
<i>Plantago media</i>	6	U	U	U	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	8	U	U	U	19	9	16	16	3	0	0	0	0	0
RUBIACEAE														
<i>Sherardia arvensis</i>	7	U	V	U	0	0	66	56	0	3	0	0	0	0
<i>Galium album</i>	8	U	U	U	0	3	0	25	0	13	0	3	0	6
<i>Galium aparine</i>	7	U	U	U	78	47	16	0	16	25	3	0	75	100
VALERIANACEAE														
<i>Valerianella locusta</i>	7	U	U	U	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
<i>Valerianella ramosa</i>	7	E	E	E	0	0	13	22	0	0	0	0	0	0
CAMPANULACEAE														
<i>Campanula patula</i>	6	U	V	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
ASTERACEAE														
<i>Cirsium vulgare</i>	7	U	U	U	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
<i>Eupatorium cannabinum</i>	5	U	U	U	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Tussilago farfara</i>	3	U	U	U	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	7	V	V	V	0	0	0	0	44	16	3	0	0	0
<i>Senecio vulgaris</i>	7	U	U	U	9	3	0	0	0	9	3	6	0	0

Rote Liste - Arten. Es konnten sich in beiden Jahren spezielle Arten reproduzieren (Tab. 12). Ausschliesslich im 1. Jahr blühten einige seltene Ackerbegleitarten: *Linaria spuria*, *Polygonum minus*, *Rorippa palustris* sowie *Spergula arvensis*. Ausschliesslich im 2. Jahr blühten *Campanula patula*, *Centaureum umbellatum*, *Inula conyza*, *Rumex acetosella*, *Sagina apetala* sowie *Thlaspi perfoliatum*. *Alchemilla arvensis* und *Sagina apetala* werden von HUBER (1992) als in der Nordschweiz in Ausbreitung angegeben.

Zu erwähnen ist *Lamium hybridum*, welche in Tab. 12 nicht aufgeführt ist, da sie nicht auf einer Exaktversuchsfläche auftrat. Sie kam 1992 im Tannerai im Ökotonbereich zur angrenzenden Kunstwiese vor, wo im Vorjahr Wanderbrache war. Diese Art gilt nach LANDOLT (1991) im östlichen Mittelland als stark gefährdet. Im weitem kam 1989 - vor den Hauptversuchen - *Gypsophila muralis*, welche ebenfalls als in der Region stark gefährdet gilt, auf dem Egghof auf einer Versuchsfläche vor.

Die anfängliche Befürchtung, dass durch die Einsaaten seltene Arten, welche im Samenvorrat noch vorhanden sind, am Aufkommen vollständig gehindert werden, scheint sich nicht zu bewahrheiten. Jedenfalls sind die Rote Liste - Arten recht regelmässig über eingesäte und nicht eingesäte Segmente verteilt. Diese Aussage kann jedoch nur generell gemacht werden. Für einzelne Arten kann dies nicht beurteilt werden, da diese meist nur in wenigen Exemplaren auftraten und das Datenmaterial daher zu wenig umfangreich ist.

Nicht in WELTEN und SUTTER (1982, 1984) aufgeführte Arten. Von den auf den Versuchs-Wanderbrachen vorkommenden Arten fehlen im Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz von WELTEN und SUTTER (1982) sowie den ersten Nachträgen (1984) bei folgenden Arten Einträge auf den jeweiligen Kartierflächen:

Kartierfläche 351 (Nidereien, Tannerai): *Alchemilla arvensis*, *Anagallis coerulea*, *Lamium hybridum*, *Plantago intermedia*, *Spergula arvensis*

Kartierfläche 403 (Brüderhof, Zelgli): *Viola arvensis*

Kartierfläche 404 (Egghof): *Alchemilla arvensis*, *Cerastium glomeratum*, *Erigeron canadensis*, *Euphorbia exigua*, *Gypsophila muralis*, *Lactuca serriola*, *Linaria spuria*, *Plantago intermedia*, *Polygonum hydropiper*, *Rumex obtusifolius*, *Spergula arvensis*, *Valerianella ramosa*, *Veronica arvensis*, *Vicia dumetorum*.

Tab. 12. Spontan auflaufende Arten, welche in der Roten Liste von LANDOLT (1991) als gefährdet aufgeführt sind. Die Anzahl Diasporen bezieht sich auf die Diasporenproduktion auf der ganzen Wanderbrache im angegebenen Jahr und bei den entsprechenden Ansätzen. *Spontaneously occurring species which are endangered according to the Red List of LANDOLT (1991). 'Anzahl Diasporen' indicates the production of propagules in the whole wandering fallow in the specified year with the corresponding treatments.*
Regionen - regions: **S** Schweiz - Switzerland, **J** Nordjura - northern Jura, **O** östliches Mittelland - Eastern Swiss Mittelland. Gefährdung - status: **E** stark gefährdet - endangered, **V** gefährdet - vulnerable, **U** nicht gefährdet - not endangered.

Art	Gefährdung S J O	Wanderbr.	Ansatz	Jahr	Anzahl Diasporen
<i>Alchemilla arvensis</i>	U V E	Egghof	alle	1	130'000
		Egghof	alle	2	150'000
		Tannerai	b/b	2	210
<i>Anagallis coerulea</i>	U V E	Tannerai	D	1	480
		Tannerai	b/D	2	1'200
<i>Arenaria leptoclados</i>	V E E	Egghof	9D, L	1	540
		Egghof	b/b	2	1'200
<i>Campanula patula</i>	U V V	Zelgli	Sto, L	2	450'000
<i>Centaureum umbellatum</i>	U V U	Nidereien	b/D	2	22'000
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	V V V	Nidereien	alle	1	500'000
		Nidereien	alle ¹⁾	2	330'000
<i>Inula conyza</i>	U U V	Tannerai	b/b	2	100'000
<i>Linaria spuria</i>	U U V	Egghof	b/D,D5,D,Sto	1	5'000
		Nidereien	D	1	1'300
		Tannerai	Sto,Svi,b/b,b/D,L	1	10'000
<i>Lotus uliginosus</i>	U V U	Nidereien	Swe, L,b/b	1	25'000
		Nidereien	alle	2	1'500'000
<i>Polygonum amphibium</i>	U U V	Zelgli	D, b/b	2)	0
<i>Polygonum minus</i>	U E V	Nidereien	Sto	1	360
<i>Rorippa palustris</i>	U V U	Brüederhof	b/b,Swe,D5	1	40'000
<i>Rumex acetosella</i>	U V V	Nidereien	Sto	2	männl.Pfl
<i>Sagina apetala</i>	V E E	Nidereien	b/b, Sto	2	350'000
<i>Sherardia arvensis</i>	U V U	Egghof	alle	1	80'000
		Egghof	alle	2	10'000
		Nidereien	D5	2	150
<i>Spergula arvensis</i>	V V V	Egghof	b/b	1	1'800
		Nidereien	D5	1	4'500
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	U U V	Brüederhof	Sto	2	1'200
<i>Vicia tetrasperma</i>	U U V	Egghof	alle	1	11'000'000
		Egghof	alle	2	90'000
		Nidereien	alle ¹⁾	2	1'100'000
Eingesäte Arten, welche eindeutig zusätzlich spontan vorkamen, (ohne Angabe der Diasporenproduktion, da auch eingesät)					
<i>Legousia speculum-veneris</i>	V E V	Egghof			
<i>Ranunculus arvensis</i>	V V E	Egghof			
<i>Silene noctiflora</i>	V E V	Brüederhof, Egghof			
<i>Valerianella rimosa</i>	E E E	Egghof			

¹⁾ Bei eingesäten Varianten weniger als bei nicht eingesäten

²⁾ Blühte nur 1991 auf zweijährigen (b/b, D) und einjährigen Segmenten (D5). Keine Samenbildung

Herbologisch bedeutsame Arten. Von folgenden Arten wurde durch die Konkurrenz von eingesäten Arten die Samenproduktion deutlich reduziert, wie dies aus einem Vergleich von Tab. 13a (D) mit Tab. 13e (b/b) hervorgeht: *Alopecurus myosuroides*, *Capsella bursa-pastoris*, *Erigeron canadensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*, *Lactuca serriola*, *Lolium multiflorum*, *Matricaria chamomilla*, *Polygonum persicaria* und *Stellaria media*.

Eine geringere, aber immer noch deutlich sichtbare Reduktion der Samenproduktion durch die Einsaat erfolgte bei *Agrostis spica-venti*, *Polygonum aviculare*, *Sonchus arvensis*, *S. asper* und *Vicia tetrasperma*.

Die unkrautunterdrückende Wirkung der Einsaaten war im 2.Jahr ausgeprägter als im 1. Jahr.

Eine wesentlich grössere Samenproduktion bei Frühlings- als bei Herbstsaat

Tab. 13a. Jährliche Diasporenproduktion m⁻² von herbologisch bedeutsamen Arten auf den Segmenten mit dem Ansatz **D**. Mittelwerte aus 4 Segmenten.
Yearly propagule production per m² of weedy species in the segments with the treatment **D**. Mean of 4 segments.

	Brüederhof		Egghof		Nidereien		Tannerai		Zelgli	
	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr
<i>Agrostis spica-venti</i>	0	0	240	0	23000	1200	150000	4000	2800	0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	89000	3800
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex patula</i>	0	0	210	7	0	0	0	0	30	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	840	0	3100	0	79	0	0	0	2600	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron annuus</i>	0	0	2400	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	360	0	79	0	0	0	0	0	660	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2000	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	27000	12	0	0	0	6	0	0	140	4200
<i>Lactuca serriola</i>	530	0	5300	0	0	0	930	0	0	45000
<i>Lamium purpureum</i>	340	100	48	32	13	220	0	42	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	4200	83	0	0	0	0	250	330	0	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	0	0	1800	0	79000	0	61000	230	690	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	1400	3200	0	0	8000	160	0	5000
<i>Poa trivialis</i>	1800	1100	0	270	0	270	0	270	790	0
<i>Polygonum aviculare</i>	22	0	400	0	0	0	0	0	9	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	110	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<i>Polygonum persicaria</i>	540	0	0	0	17	0	230	0	0	0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	0	1100	7	0	0	0	46	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus arvensis</i>	0	0	0	0	5	33	0	0	0	0
<i>Sonchus asper</i>	3300	0	13	0	0	240	700	0	0	380
<i>Sonchus oleraceus</i>	110	0	0	0	0	0	1200	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	79	0	5000	190	6600	570	0	0	29	0
<i>Thlaspi arvense</i>	1800	0	120	0	0	0	1600	160	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	0	0	110	2	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica persica</i>	2900	0	2200	390	0	0	190	100	0	0
<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	180	0	0	1800	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	57000	0	0	1200	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	0	0	27	46	52	0	28	0	0	0

Tab. 13b. Wie 13a für D5 - *as 13a for the treatment D5*

D5	Brüederhof		Egghof		Nidereien		Tannerai		Zelgli	
	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr
<i>Agrostis spica-venti</i>	0	0	0	0	2600	0	37000	12000	0	400
<i>Alopecurus myosuroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	180	3600
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	510	0
<i>Atriplex patula</i>	0	0	110	0	0	0	0	0	100	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	60	43	2100	0	7900	0	270	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	98	0	89	0	2000	0	0	0	980	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	25	0	200	0
<i>Erigeron annuus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	660	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	3000	24	870	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	1900	60	0	0	0	48	0	0	89	4200
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	14000	8900	0	0	0	0	2400	51000
<i>Lamium purpureum</i>	3	57	32	0	3	130	0	0	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	3800	2100	66	170	0	170	250	1900	0	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	0	0	1400	0	37000	0	44000	6900	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	940	2600	0	0	2000	250	0	0
<i>Poa trivialis</i>	0	6600	130	790	0	0	0	5800	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	4	9	490	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	63	0	8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	1400	0	4	0	55	0	4100	0	300	2
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	0	1200	2	0	0	1	69	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0
<i>Sonchus arvensis</i>	240	12	0	0	10	0	0	0	0	0
<i>Sonchus asper</i>	20000	0	410	0	160	480	7200	0	1800	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	1100	0	230	0	400	0	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	360	0	5000	320	26000	480	25000	0	0	0
<i>Thlaspi arvense</i>	0	0	150	0	0	0	1500	0	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica persica</i>	670	0	2300	250	0	0	0	220	0	0
<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	0	60	0	890	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	12000	550	0	990	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	3	2	27	49	17	31	4	0	0	0

Tab. 13c. Wie 13a für Svi - *as 13a for the treatment Svi*

[illegible]

Tab. 13c. (Forts. - continued)

<i>Stellaria media</i>	1100	0	9900	40	3300	220	0	0	35	0
<i>Thlaspi arvense</i>	140	0	320	0	0	0	450	0	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	0	0	87	0	0	0	0	0	0	140
<i>Veronica persica</i>	4100	0	1500	60	0	0	170	130	0	0
<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	63000	150	0	5200	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	0	0	95	72	0	0	17	8	0	0

Tab. 13d. Wie 13a für Sto - as 13a for the treatment Sto

Sto	Brüederhof		Egghof		Nidereien		Tannerai		Zelgli	
	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr
<i>Agrostis spica-venti</i>	0	0	790	0	23000	14000	85000	4800	17000	0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	36	0	0	0	0	0	0	0	88000	2900
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex patula</i>	0	0	1700	17	0	0	0	0	0	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1700	430	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0
<i>Erigeron annuus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	330	0	0	0	330	14000	0	0	0	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	590	220	290	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	29000	1800	12	0	710	60	0	0	240	4500
<i>Lactuca serriola</i>	0	2000	12000	3000	0	0	0	0	3000	24000
<i>Lamium purpureum</i>	110	500	40	0	19	650	0	0	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	330	4200	290	410	0	0	830	740	0	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	0	0	490	0	130000	3800	48000	5800	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	20	200	1100	160	40	7100	180	0	0
<i>Poa trivialis</i>	530	17000	0	11000	0	0	0	530	530	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0	820	0	360	120	67	0	9	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	74	0	24	0	0	13	11	0	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	61	0	0	0	150	20	1400	7	0	0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	0	970	7	0	0	0	12	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus arvensis</i>	0	2	0	0	0	66	0	0	0	0
<i>Sonchus asper</i>	710	0	1200	0	0	1600	700	270	0	0
<i>Sonchus oleraceus</i>	570	0	0	0	0	0	790	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	270	0	4100	99	15000	820	0	0	20	0
<i>Thlaspi arvense</i>	670	0	620	0	0	0	800	370	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	0	40	680	1	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica persica</i>	1700	110	1800	190	0	86	13	0	0	0
<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	0	0	0	14000	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	1600	99	0	3000	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	2	2	1	15	17	180	51	26	0	0

Tab. 13e. Wie 13a für b/b - as 13a for the treatment b/b

b/b	Brüederhof		Egghof		Nidereien		Tannerai		Zelgli	
	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr	1.Jahr	2.Jahr
<i>Agrostis spica-venti</i>	0	0	0	790	21000	16000	310000	17000	2800	0
<i>Alopecurus myosuroides</i>	18	0	0	0	0	0	0	0	150000	17000
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex patula</i>	0	0	900	33	0	0	0	0	0	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1000	170	4800	0	870	0	1100	0	1300	0
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium polyspermum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron annuus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	2100	660	0	0	0	14000	0	0	0	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	3900	12	87	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galinsoga parviflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i>	88000	0	0	0	2900	60	0	0	300	4000
<i>Lactuca serriola</i>	0	300	15000	45000	0	30	0	1800	7700	77000
<i>Lamium purpureum</i>	250	440	48	29	32	1700	0	42	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	6000	6600	170	1200	0	170	2300	5800	0	0
<i>Matricaria chamomilla</i>	0	0	3100	46	100000	460	100000	5100	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	2200	4000	3200	790	4100	1200	0	0
<i>Poa trivialis</i>	130	5600	0	1300	0	2600	0	26	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	74	0	850	0	0	0	130	0	0	0
<i>Polygonum convolvulus</i>	210	0	2	0	0	0	8	0	0	0
<i>Polygonum persicaria</i>	960	0	0	0	52	3	2400	86	120	0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0	0	1500	7	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sonchus arvensis</i>	0	0	0	0	23	540	0	0	0	0
<i>Sonchus asper</i>	2300	13	0	270	0	4800	140	2000	0	190
<i>Sonchus oleraceus</i>	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	5300	0	5000	170	26000	2800	25	170	50	0
<i>Thlaspi arvense</i>	190	0	60	0	0	0	330	1300	0	0
<i>Veronica hederifolia</i>	50	16	360	1	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica persica</i>	1900	0	4200	480	0	340	64	86	0	0
<i>Vicia hirsuta</i>	0	0	0	30	480	7000	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	75000	300	0	12000	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	0	0	100	34	26	110	94	0	0	0

hatten (Differenz Tab. 13b - Tab. 13a): *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*, *Polygonum persicaria*, *Sonchus asper* und *Stellaria media*. Dagegen hatten folgende Arten eine wesentlich grössere Samenproduktion bei Herbst- als bei Frühlingssaat: *Agrostis spica-venti*, *Alopecurus myosuroides*, *Lamium purpureum*, *Matricaria chamomilla*, *Myosotis arvensis* und *Vicia tetrasperma*.

Durch Schnittgutübertragung_{total} (Tab. 13d) hatten folgende Arten eine geringere Samenproduktion als ohne Behandlung (Tab. 13e): *Capsella bursa-pastoris*, *Lactuca serriola*, *Lolium multiflorum*, *Stellaria media*, *Veronica persica* und *Vicia tetrasperma*. Im allgemeinen war die unkrautunterdrückende Wirkung durch Schnittgutübertragung_{total} nicht so gut wie durch die Einsaaten. Die beiden Ansätze mit selektiver Schnittgutübertragung (Svi - Tab.13c - und Swe) lagen dazwischen.

Tab. 14. Auf den Versuchswanderbrachen vorkommende Moosarten.
Moss species occurring on the wandering fallows.

Art	Brüeder	Egghof	Nider	Tanner	Zelgli
<i>Barbula acuta</i> (Brid.) Brid. ssp. <i>acuta</i>		x			
<i>B. convoluta</i> Hedw.	x				
<i>B. unguiculata</i> Hedw.	x	x		x	x
<i>Bryum argenteum</i> Hedw. ssp. <i>argenteum</i>		x			x
<i>B. bicolor</i> Dicks			x	x	
<i>B. rubens</i> Mitt.	x	x		x	x
<i>B. ruderale</i> Crundw.&Nyh.	x				
<i>B. subapiculatum</i> Hampe		x			
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.)Brid.			x		
<i>Dicranella schreberiana</i> (Hedw.)Dix.	x				
<i>D. staphylina</i> Whitehouse	x	x		x	
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.		x		x	
<i>Phascum cuspidatum</i> Hedw.	x	x	x	x	x
<i>Pleuridium subulatum</i> (Hedw.)Rabenh.		x			
<i>Pottia truncata</i> (Hedw.)B.&S.		x	x	x	x
<i>Riccia sorocarpa</i> Bisch.		x			
<i>Brachytheciaceae</i>		x			
Artenzahl	7	12	4	7	5

Moose. Die auf den Versuchswanderbrachen vorkommenden Moose (Tab. 14) wurden durch Dr. I. Bisang, Universität Zürich, bestimmt. Keine der Arten ist in der Roten Liste der Moose (URMI 1992) aufgeführt, jedoch gelten *Riccia sorocarpa*, *Bryum subapiculatum* (beide Egghof) und *Dicranella schreberiana* (Brüederhof) als eher selten (Dr. I. Bisang, mündl.).

3.2.2. Eingesäte Arten

Artenzahlen. Wie bei den spontan aufgelaufenen Arten war wiederum die Artenzahl auf dem Egghof mit 19.2 am höchsten und im Zelgli mit 13.6 am geringsten (Tab. 9, S. 48).

Von der Mischung D kamen im ersten Jahr im Durchschnitt über alle Wanderbrachen 7.6 eingesäte Arten pro Segment zum Blühen. Im zweiten Jahr waren es durchschnittlich 12.4 Arten. Die höchste Artenzahl erreichte die Wanderbrache auf dem Egghof mit einem Durchschnitt von 9.5 resp. 14.3 Arten pro D-Segment. Am tiefsten waren die entsprechenden Zahlen im Zelgli mit durchschnittlich 6.3 resp. 9.0 Arten (Details in Tab. Z1).

Von den eingesäten 32 Arten kamen nur auf dem Egghof alle zum Blühen. Auf den andern Versuchsflächen waren es 29 resp. 30 Arten (Tab. 9, S. 48). Im 1. Jahr blühten durchschnittlich 18 eingesäte Arten pro Wanderbrache. Im 2. Jahr waren es beinahe 25 Arten.

Die Anzahl der eingesäten und etablierten Arten war leicht korreliert mit der Anzahl der spontan aufgelaufenen Arten, vor allem im ersten Jahr (bei D: $r = 0.53$ im ersten Jahr, $r = 0.25$ im zweiten Jahr, Fig. 3a).

Die Anzahl der eingesäten Arten nahm bei b/D (keine Einsaat hinter einem D-Segment) stark ab gegenüber den Segmenten mit Mischung D (Fig.3b). Ähnlich stark nahm die Artenzahl bei Sto (Schnittgutübertragung_{total}) ab. Die Abnahme war bei Svi (Schnittgutübertragung_{viel}) auch vorhanden, jedoch bei weitem nicht so ausgeprägt wie bei den beiden erwähnten Behandlungen. Die individuell angepassten Mischungen H/I/K/L zeigten bei der Anzahl der eingesäten Arten eine leichte Zunahme gegenüber der Mischung D. Dies kann weitgehend auf die zusätzlichen 3 Arten zurückgeführt werden, welche in den Mischungen H/I/K/L vertreten waren, in der Mischung D jedoch fehlten (*Bupleurum rotundifolium*, *Crepis biennis* und *Ranunculus arvensis*).

Etablierungsrate, Diasporenproduktion. Die Etablierungsrate sowie der Vermehrungsfaktor der eingesäten Arten ist aus Tab. 15 ersichtlich. In dieser Tabelle sind die Mittelwerte von allen 20 Wiederholungen pro Ansatz angegeben, wodurch die z.T. beträchtlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchswanderbrachen nicht erscheinen. Die nach den einzelnen Versuchswanderbrachen aufgeschlüsselte Tabelle ist als Tab. Z3 in den Zusatzblättern (siehe Vorwort) enthalten. Zwei ausgewählte Arten (*Agro-*

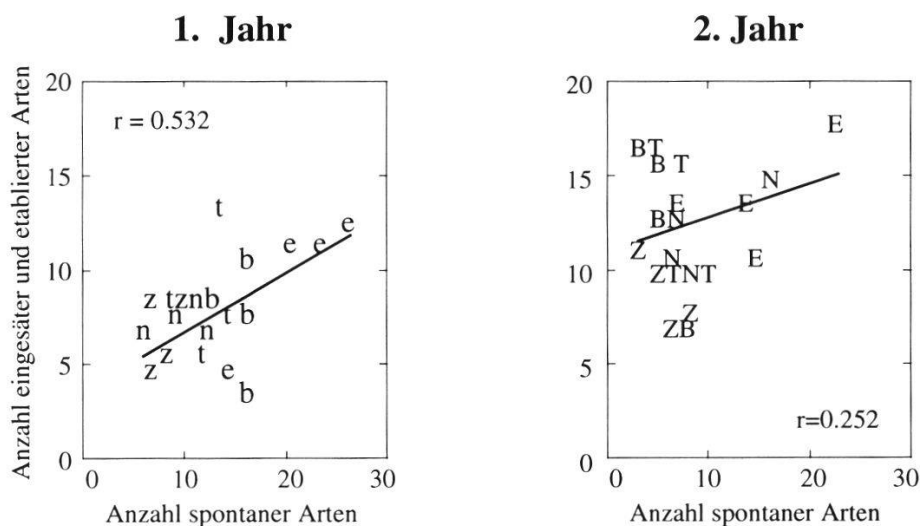


Fig. 3a. Anzahl der eingesäten Arten gegen Anzahl der spontan aufgelaufenen Arten bei der Mischung D. Ein Punkt repräsentiert ein Segment. Es wurden nur im jeweiligen Jahr blühende Arten berücksichtigt. Abkürzungen siehe Seite 4.

Number of sown species vs. number of spontaneously occurring species of mixture D. Only flowering plants were considered. Abbreviations see p. 4.

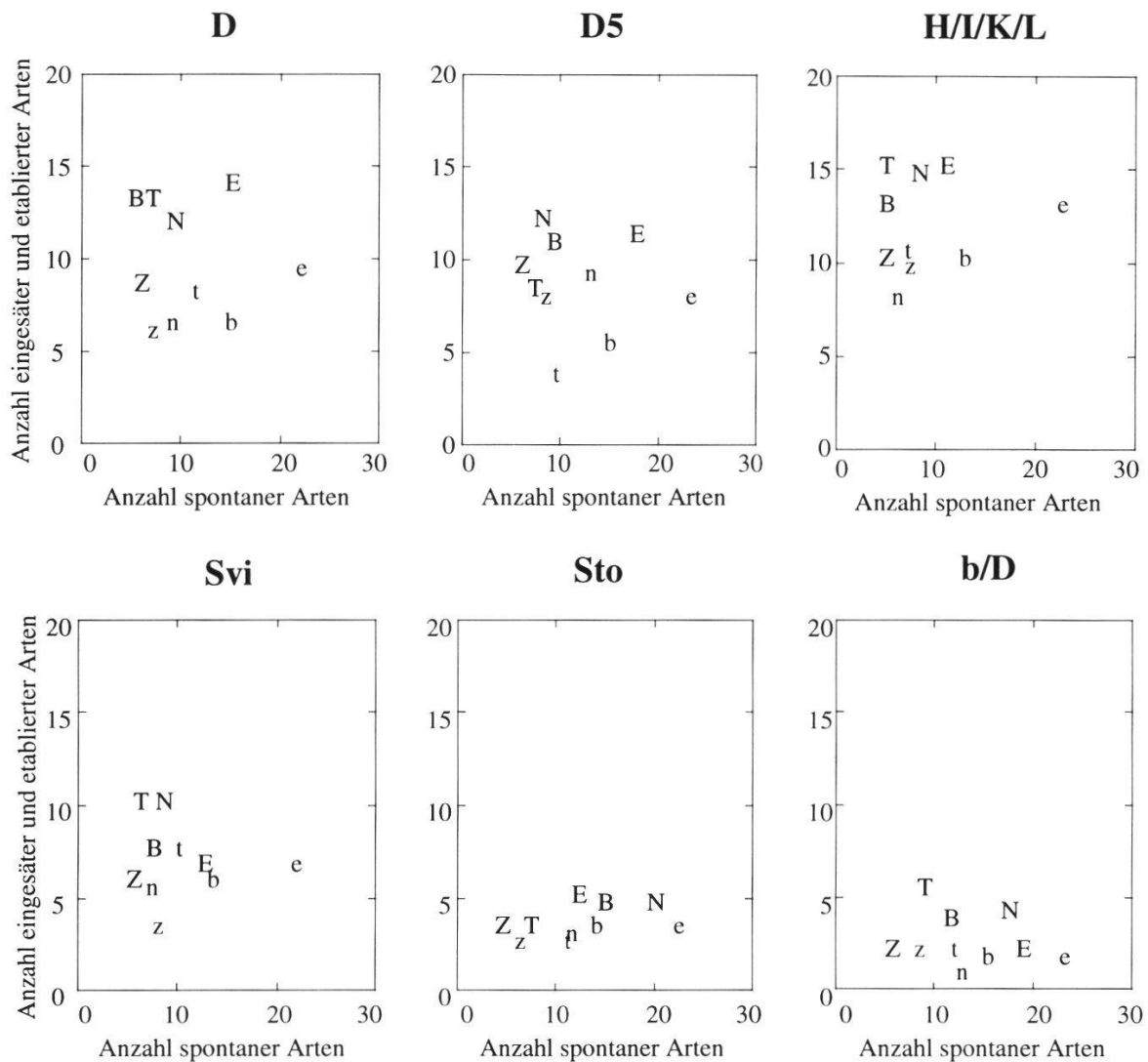


Fig. 3b. Anzahl der eingesäten Arten gegen Anzahl der spontan aufgelaufenen Arten. Nur blühende Pflanzen wurden berücksichtigt. Mittelwerte von 4 Wiederholungen pro Wanderbrache. Kleinbuchstaben: 1. Jahr, Grossbuchstaben: 2. Jahr. Abkürzungen siehe Seite 4.
Number of sown species vs. number of spontaneous species. Only flowering plants were considered. Mean of 4 replicates per wandering fallow. Small letters: first year, capital letters: second year. Abbreviations see p. 4.

stemma githago und *Silene alba*) sind als Beispiele aus dieser Tabelle als Tab. 16 hier aufgeführt.

Die Etablierungsrate war bei den Schnittgutübertragungsvarianten deutlich geringer als bei den eingesäten Varianten (Tab. 15). Bei zweijährigen Arten war der Unterschied im allgemeinen grösser als bei einjährigen Arten.

Bei den folgenden Angaben sind die Unterschiede zwischen D, D5, Svi resp. Svi (je nachdem welche Aussaatdichte näher bei D lag) auf dem 5%-Niveau signifikant, wenn sie mit einem '*' versehen sind [Wilcoxon-Wilcoxon für multiplen, parameterfreien Vergleich, gemäss Tab. 15].

- Etablierungsrate bei Schnittgutübertragung und Ansaat etwa gleich hoch: *Agrostemma githago*, *Daucus carota*, *Papaver rhoeas*, *Vaccaria pyramidata*.
- Etablierungsrate bei Ansaat 2-5 Mal höher als bei Schnittgutübertragung: *Achillea millefolium**, *Centaurea jacea*, *Cichorium intybus*, *Knautia arvensis*.
- Etablierungsrate bei Ansaat mehr als 5 Mal höher als bei Schnittgutübertragung: *Scabiosa columbaria*, *Silene alba*, *Dipsacus silvester**. Bei dieser Art wurden schon bei Schnittgutübertragung_{wenig} 20 Mal mehr Samen ausgebracht als bei den Ansaaten mit den Mischungen. Die geringere Etablierungsrate ist also wahrscheinlich auf Dichteeffekte zurückzuführen. Das gleiche gilt für *Echium vulgare* und *Hypericum perforatum* (5 Mal mehr Samen bei Swe als bei D).
- Etablierungsrate bei Schnittgutübertragung 0 oder beinahe 0: *Arctium lappa**, *Galeopsis angustifolia**, *Pastinaca sativa**,
- Etablierungsrate bei Herbstsaat höher als bei Frühlingssaat (im Jahr mit der artspezifisch grössten Entfaltung): *Agrostemma githago**(2x), *Centaurea cyanus* (3x), *Chrysanthemum leucanthemum* (2x), *Echium vulgare* (5x), *Galeopsis angustifolia** (20x), *Hypericum perforatum* (7x), *Knautia arvensis* (8x), *Melilotus albus* (10x), *Pastinaca sativa** (33x).
- Etablierungsrate bei Frühlingssaat höher als bei Herbstsaat: *Achillea millefolium* (2.3x), *Centaurea jacea* (3.3x), *Fagopyrum vulgare** (∞ , 0 bei D), *Legousia speculum-veneris* (4x) und *Tragopogon orientalis* (3x).

Bei den restlichen Arten unterschied sich die Etablierungsrate nicht deutlich in Bezug auf Herbst- oder Frühlingssaat.

Der durch den Aussaatzeitpunkt bedingte Unterschied zwischen Herbst- und Frühlingssaat war am ausgeprägtesten bei *Pastinaca sativa*. Diese Art konnte sich bei gleicher Mischungszusammensetzung (D) bei Herbstsaaten zu 24% etablieren, bei Frühlingssaaten waren es demgegenüber nur gerade 0.7%.

3 Arten bildeten mehr Samen pro Pflanze bei Frühlingssaat gegenüber Herbstsaat: *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea* und *Silene alba*. Alle andern Arten bildeten bei Herbstsaat mehr Samen oder gleich viele bei Frühlings- und Herbstsaat.

Es gibt Arten, welche hauptsächlich im 2. Jahr blühten, aber auch schon im ersten Jahr vereinzelt Blüten bildeten. Von diesen kamen interessanterweise mehr Exemplare im ersten Jahr zum Blühen, wenn die Aussaat im Frühling erfolgte, als wenn die Aussaat im vorhergehenden Herbst vorgenommen wurde: *Centaurea jacea* (e, n, t, z), *Silene alba* (b, e, n, z, bei t Herbstsaat

höher); umgekehrt war es bei *Achillea millefolium* (alle 5 Wanderbrachen), *Daucus carota* (b, e, n, t gegenüber z), *Linaria vulgaris* (blühende Exemplare bei e, n, t Herbstsaat, nirgends bei Frühlingssaat). Bei *Achillea millefolium* war im 1. Jahr die Anzahl Samen pro Pflanze bei Frühlingssaat höher als bei Herbstsaat, im zweiten Jahr war es umgekehrt.

Tab. 15. Mittelwerte von Etablierungsrate, Anzahl Pflanzen m^{-2} , Diasporen pro Pflanze, Diasporen m^{-2} und Vermehrungsfaktor. $n=20$. Die Mittelwerte wurden aus den Mittelwerten von den einzelnen Versuchswanderbrachen gebildet. Dadurch ergibt das Produkt aus Anzahl Pflanzen m^{-2} x Anzahl Diasporen Pflanze $^{-1}$ nicht immer Anzahl Diasporen m^{-2} . Werte in einer Zeile mit denselben hochgestellten Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Wilcoxon-Wilcox, $p \leq 0.05$). Kein Signifikanztest für Anzahl Diasporen Pflanze $^{-1}$.

Mean rate of establishment, number of plants m^{-2} , number of seeds per plant, number of seeds m^{-2} , and multiplication factor for seeds. $n=20$. Values within the same row with the same superscript do not differ at the .05 level according to Wilcoxon-Wilcox analysis. There was no test of significance for the number of seeds per plant.

Etab. Etablierungsrate - rate of establishment, **Dia.** Diaspore - dispersal unit, **V'faktor** Vermehrungsfaktor - multiplication factor

	Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Achillea millefolium</i>									
Etab. [%]	1	0.33 ^a	0.07 ^b	0.11 ^{ab}	0.06 ^b	0.02 ^{ab}			
Etab. [%]	2	1.77 ^a	4.13 ^a	1.06 ^{ab}	0.39 ^{bc}	0.12 ^c			
Pfl./m ²	1	0.15 ^a	0.03 ^a	0.15 ^a	0.15 ^a	0.19 ^a	0.05 ^a	0.04 ^a	0 ^a
Pfl./m ²	2	0.78 ^{ab}	1.82 ^{ab}	1.36 ^a	0.98 ^{ab}	1.54 ^a	0.42 ^{bc}	0.49 ^{abc}	0.23 ^c
Dia./Pfl.	1	4374	8825	12449	4883	4317	4767	9565	
Dia./Pfl.	2	24760	19320	21120	17900	14425	30220	23463	31133
Dia./m ²	1	698 ^a	242 ^a	1357 ^a	526 ^a	889 ^a	247 ^a	463 ^a	0 ^a
Dia./m ²	2	17381 ^{ab}	26759 ^{ab}	24537 ^a	17063 ^{ab}	20240 ^a	9722 ^{ab}	9815 ^{ab}	8135 ^b
V'faktor	1	16 ^a	6 ^{ab}	10 ^{ab}	2 ^b	0.7 ^{ab}			
V'faktor	2	395 ^a	608 ^a	188 ^{ab}	68 ^{bc}	16 ^c			
<i>Agrostemma githago</i>									
Etab. [%]	1	39.56 ^a	17.21 ^{bc}	32.43 ^{ab}	29.12 ^{ac}	10.25 ^c			
Etab. [%]	2	23.46 ^a	37.03 ^a	32.19 ^a	19.83 ^a	10.42 ^a			
Pfl./m ²	1	3.96 ^a	1.72 ^a	3.27 ^a	1.75 ^{ab}	3.28 ^a	8.21 ^a	0.50 ^{bc}	0.03 ^c
Pfl./m ²	2	2.35 ^a	3.70 ^a	3.41 ^{ab}	1.19 ^{ab}	3.33 ^a	1.94 ^a	2.83 ^{ab}	0.22 ^b
Dia./Pfl.	1	677	380	698	713	670	536	836	86
Dia./Pfl.	2	236	215	227	224	218	206	219	177
Dia./m ²	1	2608 ^a	653 ^{ab}	2383 ^a	1478 ^{ab}	2567 ^a	5959 ^a	529 ^{bc}	11 ^c
Dia./m ²	2	912 ^a	624 ^a	1131 ^{ab}	315 ^{ab}	1148 ^a	283 ^a	419 ^{ab}	33 ^b
V'faktor	1	261 ^a	65 ^{bc}	242 ^a	246 ^{ab}	80 ^c			
V'faktor	2	91 ^a	62 ^b	115 ^{ab}	52 ^{ab}	36 ^{ab}			
<i>Arctium lappa</i>									
Etab. [%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab. [%]	2	4.36 ^a	3.02 ^a	6.87 ^a	0 ^b	0 ^b			
Pfl./m ²	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m ²	2	0.26 ^{ab}	0.18 ^{ab}	0.39 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	14098	11828	11466					
Dia./m ²	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m ²	2	4341 ^{ab}	2294 ^{ab}	5622 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	736 ^a	389 ^a	962 ^a	0 ^b	0 ^b			

Tab. 15. (Forts. - continued)

Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Bupleurum rotundifolium</i>								
Etab.[%]	1		1.78					
Etab.[%]	2		0					
Pfl./m2	1	0	0	0.18	0	0	0.03	0
Pfl./m2	2	0	0	0	0	0	0.05	0
Dia./Pfl.	1		301			500		
Dia./Pfl.	2					179		
Dia./m2	1	0	0	66	0	0	13	0
Dia./m2	2	0	0	0	0	0	8	0
V'faktor	1		7					
V'faktor	2		0					
<i>Centaurea cyanus</i>								
Etab.[%]	1	22.88 ^a	7.86 ^{ab}	38.03 ^a	0.56 ^b	0.27 ^b		
Etab.[%]	2	0.86 ^a	1.12 ^a	0.86 ^a	0.12 ^a	0.04 ^a		
Pfl./m2	1	2.29 ^a	0.79 ^{ab}	4.38 ^a	0.31 ^{bc}	0.30 ^{bc}	0.14 ^c	0.07 ^c
Pfl./m2	2	0.09 ^a	0.11 ^a	0.12 ^a	0.07 ^a	0.04 ^a	0.03 ^a	0.03 ^a
Dia./Pfl.	1	5100	3250	4706	3585	2751	2931	3893
Dia./Pfl.	2	403	230	219	201	189	189	246
Dia./m2	1	11053 ^a	2545 ^{ab}	17442 ^a	1135 ^{bc}	874 ^{bc}	501 ^{bc}	254 ^c
Dia./m2	2	26 ^a	26 ^a	28 ^a	16 ^a	7 ^a	5 ^a	8 ^a
V'faktor	1	1105 ^a	254 ^b	1538 ^a	21 ^{bc}	7.9 ^c		
V'faktor	2	3.0 ^a	3.0 ^a	2.0 ^a	0.3 ^a	0.1 ^a		
<i>Centaurea jacea</i>								
Etab.[%]	1	0.13 ^{ab}	1.23 ^a	0.10 ^{ab}	0 ^b	0 ^b		
Etab.[%]	2	11.27 ^{ab}	37.08 ^a	5.11 ^{ab}	3.90 ^{bc}	1.64 ^c		
Pfl./m2	1	0.04 ^a	0.37 ^a	0.02 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.01 ^a
Pfl./m2	2	3.38 ^{ab}	11.12 ^a	1.18 ^{ab}	0.78 ^{bc}	1.64 ^{bc}	0.05 ^c	0.01 ^c
Dia./Pfl.	1	303	132	40				67
Dia./Pfl.	2	438	515	414	430	407	270	94
Dia./m2	1	9 ^a	67 ^a	1 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	1283 ^{ab}	3369 ^a	540 ^b	439 ^{bc}	329 ^{bc}	7 ^c	1 ^c
V'faktor	1	0.3 ^{ab}	2.3 ^a	0.1 ^{ab}	0 ^b	0 ^b		
V'faktor	2	43 ^{ab}	112 ^a	20 ^b	22 ^{bc}	3 ^c		
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>								
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0.07 ^a	0 ^a	0 ^a		
Etab.[%]	2	54.43 ^a	29.50 ^a	33.39 ^a	0.20 ^b	0 ^b		
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0.01 ^a	0 ^a	0 ^a	0.02 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	5.44 ^a	2.95 ^{ac}	3.84 ^{ab}	0.02 ^{cd}	0.00 ^d	0.10 ^{cd}	0.18 ^{bcd}
Dia./Pfl.	1			420			2850	
Dia./Pfl.	2	1707	1360	1470	691		1685	2483
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	3 ^a	0 ^a	0 ^a	57 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	9585 ^a	4945 ^{abc}	6214 ^{ab}	14 ^{cd}	0 ^d	163 ^{cd}	540 ^{bcd}
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0.23 ^a	0 ^a	0 ^d		
V'faktor	2	957.6 ^a	494.5 ^a	574.6 ^a	1.4 ^b	0 ^b		
<i>Cichorium intybus</i>								
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.008 ^a	0.003 ^a		
Etab.[%]	2	0.917 ^a	0.700 ^a	0.240 ^a	0.157 ^a	0.015 ^a		
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.007 ^a	0.013 ^a	0.007 ^a	0.007 ^a
Pfl./m2	2	0.139 ^a	0.106 ^a	0.073 ^a	0.126 ^a	0.060 ^a	0.020 ^a	0.060 ^a
Dia./Pfl.	1				3310	2360	3310	9920
Dia./Pfl.	2	2958	3350	1836	4175	3617	1467	1355
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	20 ^a	33 ^a	20 ^a	60 ^a
Dia./m2	2	430 ^a	423 ^a	122 ^a	423 ^a	215 ^a	26 ^a	79 ^a
V'faktor	1	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.2 ^a	0.1 ^a		
V'faktor	2	28.7 ^a	28.2 ^a	4.1 ^a	5.3 ^a	0.5 ^a		

Tab. 15 (Forts. - *continued*)

Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Crepis biennis</i>								
Etab.[%] 1			0					
Etab.[%] 2			2.5					
Pfl./m2 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pfl./m2 2	0	0	0.5	0	0	0	0	0
Dia./Pfl. 1								
Dia./Pfl. 2			2918					
Dia./m2 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dia./m2 2	0	0	1776	0	0	0	0	0
V'faktor 1			0					
V'faktor 2			88.8					
<i>Daucus carota</i>								
Etab.[%] 1	4.00 ^a	1.72 ^a	12.38 ^a	14.25 ^a	0.23 ^a			
Etab.[%] 2	5.56 ^a	4.96 ^a	7.65 ^{ab}	5.14 ^{ab}	0.65 ^b			
Pfl./m2 1	0.80 ^{ab}	0.34 ^{ab}	2.53 ^{ab}	7.12 ^{ab}	1.17 ^a	6.43 ^{ab}	7.10 ^{ab}	0.14 ^b
Pfl./m2 2	1.11 ^{bc}	0.99 ^{ac}	2.24 ^{ac}	2.57 ^{ab}	3.27 ^a	1.81 ^c	2.11 ^{bc}	1.35 ^c
Dia./Pfl. 1	1955	5383	1610	2913	2536	1001	2143	1657
Dia./Pfl. 2	20026	10862	17222	13852	16084	23060	22542	13891
Dia./m2 1	1471 ^{ab}	3239 ^{ab}	2459 ^{ab}	5772 ^a	2474 ^a	7189 ^{ab}	6613 ^{ab}	316 ^b
Dia./m2 2	18750 ^{bc}	11065 ^{bc}	54518 ^{bc}	42477 ^{ab}	67269 ^a	70833 ^{bc}	62917 ^{bc}	13148 ^c
V'faktor 1	73.6 ^a	162.2 ^a	109.9 ^a	115.4 ^a	4.9 ^a			
V'faktor 2	937.0 ^a	554.0 ^a	2340.0 ^{ab}	849.0 ^{ab}	135.0 ^b			
<i>Delphinium consolida</i>								
Etab.[%] 1			2.28					
Etab.[%] 2			0					
Pfl./m2 1	0	0	1.14	0	0	0	0	0
Pfl./m2 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Dia./Pfl. 1			2537	0	0	0	0	0
Dia./Pfl. 2								
Dia./m2 1	0	0	2962	67	0	10	0	0
Dia./m2 2	0	0	0	0	0	0	0	0
V'faktor 1			59					
V'faktor 2			0					
<i>Dipsacus silvester</i>								
Etab.[%] 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%] 2	39.7 ^a	38.9 ^a	34.3 ^a	2.6 ^b	0.5 ^b			
Pfl./m2 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2 2	2.0 ^{abc}	1.9 ^{ab}	1.6 ^{bd}	2.6 ^{ab}	5.5 ^a	2.1 ^{bcd}	0.2 ^d	0.7 ^{cd}
Dia./Pfl. 1								
Dia./Pfl. 2	11535	9054	7966	11367	11201	17510	14565	10450
Dia./m2 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2 2	27188 ^{ab}	19249 ^{ab}	20987 ^{bc}	39368 ^{ab}	79086 ^a	36825 ^{bc}	1296 ^c	11741 ^c
V'faktor 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor 2	5438 ^a	3850 ^a	4340 ^a	394 ^b	53 ^b			
<i>Echium vulgare</i>								
Etab.[%] 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%] 2	6.61 ^a	1.30 ^a	5.48 ^a	0.68 ^a	0.22 ^a			
Pfl./m2 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2 2	0.33 ^{ac}	0.07 ^{bc}	0.38 ^{ac}	0.82 ^{ab}	0.79 ^a	0.14 ^c	0.08 ^c	0.09 ^c
Dia./Pfl. 1								
Dia./Pfl. 2	5051	8344	4803	8858	6326	5145	19130	3563
Dia./m2 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2 2	2290 ^{ac}	647 ^{bc}	2300 ^{ac}	8274 ^{ab}	6478 ^a	704 ^c	1917 ^c	258 ^c
V'faktor 1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor 2	458 ^a	129 ^a	393 ^a	69 ^a	18 ^a			

Tab. 15. (Forts. - continued)

	Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Fagopyrum vulgare</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	13	0 ^a					
Etab.[%]	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					
Pfl./m2	1	0 ^a	0.08 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1		122						
Dia./Pfl.	2								
Dia./m2	1	0 ^a	9 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	0 ^a	16	0 ^a					
V'faktor	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					
<i>Galeopsis angustifolia</i>									
Etab.[%]	1	0.85 ^a	0.04 ^b	0.57 ^a	0 ^b	0 ^b			
Etab.[%]	2	0.11 ^a	0.01 ^a	0.02 ^a	0 ^a	0 ^a			
Pfl./m2	1	0.46 ^{ab}	0.02 ^c	0.58 ^a	0 ^c	0 ^c	0.30 ^{bc}	0.01 ^c	0 ^c
Pfl./m2	2	0.06 ^a	0.01 ^a	0.02 ^a	0 ^a	0 ^a	0.05 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1	125	300	95			185	100	0
Dia./Pfl.	2	279	100	992			88	0	
Dia./m2	1	62 ^{ab}	6 ^c	61 ^a	0 ^c	0 ^c	29 ^{bc}	1 ^c	0 ^c
Dia./m2	2	29 ^a	1 ^a	20 ^a	0 ^a	0 ^a	4 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	1.1 ^a	0.1 ^b	0.6 ^a	0 ^b	0 ^b			
V'faktor	2	0.5 ^a	0.0 ^a	0.2 ^a	0 ^a	0 ^a			
<i>Hypericum perforatum</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	0.35 ^a	0.05 ^{ab}	0.55 ^a	0.05 ^{ab}	0.01 ^b			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.87 ^{ab}	0.13 ^{ab}	1.40 ^a	0.68 ^{ab}	0.60 ^{ab}	0.73 ^{ab}	0.05 ^b	0.09 ^{ab}
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	37195	18222	28758	22750	18823	14615	35700	34133
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	57354 ^a	2950 ^a	32778 ^a	12275 ^a	5979 ^a	6561 ^a	1746 ^a	3042 ^a
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	229.5 ^a	11.8 ^{ab}	130.3 ^a	9.5 ^{ab}	0.9 ^b			
<i>Knautia arvensis</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0.13 ^a	0.03 ^a	0.01 ^a			
Etab.[%]	2	3.99 ^a	0.44 ^a	1.02 ^a	1.80 ^a	0.56 ^a			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0.026 ^a	0.007 ^a	0.013 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.42 ^a	0.05 ^{ab}	0.21 ^a	0.40 ^{ab}	0.62 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	0 ^b
Dia./Pfl.	1			144	597	102			
Dia./Pfl.	2	207	265	253	191	157	0	0	0
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	4 ^a	4 ^a	1 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	96 ^{ab}	12 ^{ab}	52 ^a	83 ^{ab}	97 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	0 ^b
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0.15 ^a	0.18 ^a	0.01 ^a			
V'faktor	2	9.1 ^a	1.1 ^b	2.8 ^a	3.8 ^a	0.9 ^{ab}			
<i>Legousia speculum-veneris</i>									
Etab.[%]	1	0.91 ^{ab}	3.64 ^a	0.78 ^a	0.39 ^b	2.04 ^a			
Etab.[%]	2	0.20 ^a	0 ^a	0.07 ^a	0 ^a	0.07 ^a			
Pfl./m2	1	0.09 ^{ac}	0.36 ^{ab}	0.56 ^a	0.04 ^{bc}	0.21 ^{ac}	0 ^c	0.01 ^{bc}	0 ^c
Pfl./m2	2	0.02 ^a	0 ^a	0.07 ^a	0 ^a	0.01 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1	931	534	748	1815	923		2040	
Dia./Pfl.	2	553		622		817			
Dia./m2	1	62 ^{ab}	197 ^{ab}	380 ^a	54 ^b	166 ^{ab}	0 ^b	12 ^b	0 ^b
Dia./m2	2	12 ^a	0 ^a	53 ^a	0 ^a	5 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	6.3 ^{ab}	19.7 ^a	5.6 ^a	5.4 ^b	16.6 ^a			
V'faktor	2	1.0 ^a	0 ^a	1.1 ^a	0 ^a	0.5 ^a			

Tab. 15. (Forts. - continued)

	Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Leontodon hispidus</i>									
Etab.[%]	1	0.20 ^a	0.07 ^a	0.43 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	1.05 ^a	0.93 ^{ab}	0.52 ^{ab}	0 ^b	0 ^b			
Pfl./m2	1	0.02 ^a	0.01 ^a	0.07 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a
Pfl./m2	2	0.11 ^a	0.09 ^a	0.08 ^a	0 ^a	0 ^a	0.00 ^a	0.04 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1	191	83	192			0	117	199
Dia./Pfl.	2	159	147	148			0	80	
Dia./m2	1	4 ^a	1 ^a	12 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	1 ^a	3 ^a
Dia./m2	2	11 ^a	17 ^a	13 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	3 ^a	0 ^a
V'faktor	1	0.4 ^a	0.1 ^a	0.8 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	1.1 ^a	1.8 ^{ab}	1.2 ^{ab}	0 ^b	0 ^b			
<i>Linaria vulgaris</i>									
Etab.[%]	1	0.33 ^a	0 ^a	0.11 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	0.43 ^{ab}	0.16 ^{ab}	0.61 ^a	0 ^b	0 ^b			
Pfl./m2	1	0.07 ^a	0 ^a	0.05 ^a	0 ^a	0 ^a	0.01 ^a	0 ^a	0.01 ^a
Pfl./m2	2	0.09 ^a	0.03 ^a	0.30 ^a	0 ^a	0 ^a	0.05 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a
Dia./Pfl.	1	8		9			10		10
Dia./Pfl.	2	169	9	48			20	6	99
Dia./m2	1	0.5 ^a	0 ^a	0.5 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	10 ^a	0.3 ^a	7 ^a	0 ^a	0 ^a	1 ^a	0 ^a	2 ^a
V'faktor	1	0.02 ^a	0 ^a	0.01 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	0.53 ^{ab}	0.01 ^{ab}	0.15 ^a	0 ^b	0 ^b			
<i>Melilotus albus</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	7.27 ^a	0.78 ^{ab}	5.88 ^a	0 ^b	0 ^b			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.36 ^a	0.04 ^a	0.39 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	81000	65000	85900					
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	46329 ^a	2579 ^a	45160 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	9266 ^a	516 ^{ab}	8492 ^{ab}	0 ^b	0 ^b			
<i>Onobrychis viciifolia</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	1.46 ^a	1.31 ^a	0.52 ^a	0 ^a	0 ^a			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.07 ^a	0.07 ^a	0.03 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	144	179	131					
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	9 ^a	11 ^a	4 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	1.9 ^a	2.1 ^a	0.8 ^a	0 ^a	0 ^a			
<i>Papaver dubium</i>									
Etab.[%]	1	0.07 ^a	0.01 ^a	0.03 ^a					
Etab.[%]	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					
Pfl./m2	1	0.073 ^a	0.013 ^a	0.099 ^a	0 ^a	0.007 ^a	0 ^a	0 ^a	0.01 ^a
Pfl./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.007 ^a	0 ^a	0.007 ^a	0 ^a	0.07 ^a
Dia./Pfl.	1	17370	47600	13040		8820			22700
Dia./Pfl.	2				8820		17600		16000
Dia./m2	1	1143 ^a	667 ^a	1407 ^a	0 ^a	53 ^a	0 ^a	0 ^a	317 ^a
Dia./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	53 ^a	0 ^a	106 ^a	0 ^a	1058 ^a
V'faktor	1	11.4 ^a	6.7 ^a	4.7 ^a					
V'faktor	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					

Tab. 15. (Forts. - continued)

	Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Papaver rhoeas</i>									
Etab.[%]	1	0.08 ^b	0.08 ^{ab}	0.11 ^{ab}	0.16 ^a	0.05 ^{ab}			
Etab.[%]	2	0.11 ^{ab}	0.49 ^{ab}	0.03 ^b	0.29 ^a	0.03 ^b			
Pfl./m2	1	0.24 ^{ab}	0.23 ^{ab}	0.44 ^{ab}	0.54 ^{ab}	0.79 ^a	0.27 ^b	0.38 ^{ab}	0.20 ^b
Pfl./m2	2	0.32 ^a	1.48 ^a	0.14 ^a	0.96 ^a	0.44 ^a	0.48 ^a	0.91 ^a	0.37 ^a
Dia./Pfl.	1	56375	22280	62500	88980	59422	121875	102000	99800
Dia./Pfl.	2	11743	10077	9127	12648	9763	18178	17500	24750
Dia./m2	1	12672 ^{ab}	6587 ^b	28571 ^{ab}	48724 ^{ab}	50079 ^a	38030 ^b	41640 ^{ab}	13320 ^b
Dia./m2	2	4299 ^a	17315 ^a	1323 ^a	10192 ^a	5169 ^a	6822 ^a	16740 ^a	6151 ^a
V'faktor	1	42 ^b	22 ^b	66 ^{ab}	369 ^a	76 ^{ab}			
V'faktor	2	14 ^b	58 ^{ab}	3 ^b	77 ^a	8 ^{ab}			
<i>Pastinaca sativa</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	24.01 ^a	0.73 ^b	18.92 ^a	0.00 ^b	0.01 ^b			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	2.40 ^a	0.07 ^b	2.57 ^a	0 ^b	0.01 ^b	0.01 ^b	0 ^b	0 ^b
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	8418	2340	6474		19800	5950		
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	17143 ^a	143 ^b	15524 ^a	0 ^b	119 ^b	36 ^b	0 ^b	0 ^b
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	1714 ^a	14 ^b	1209 ^a	0 ^b	1 ^b			
<i>Prunella vulgaris</i>									
Etab.[%]	1	0	0						
Etab.[%]	2	0	0						
Pfl./m2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pfl./m2	2	0	0	0	0	0	0.007	0	0
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2						1980		
Dia./m2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dia./m2	2	0	0	0	0	0	12	0	0
V'faktor	1	0	0						
V'faktor	2	0	0						
<i>Ranunculus arvensis</i>									
Etab.[%]	1			5.21	0	0			
Etab.[%]	2			0.13	0	0			
Pfl./m2	1	0	0	0.52	0	0	0	0	0
Pfl./m2	2	0	0	0.01	0	0	0	0	0
Dia./Pfl.	1			215					
Dia./Pfl.	2			40					
Dia./m2	1	0	0	114	0	0	0	0	0
Dia./m2	2	0	0	0.4	0	0	0	0	0
V'faktor	1			11					
V'faktor	2			0.5					
<i>Scabiosa columbaria</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	0.91 ^a	1.14 ^a	0.70 ^a	0.08 ^a	0.01 ^a			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.03 ^{ab}	0.03 ^{ab}	0.21 ^a	0.01 ^{ab}	0.01 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	0 ^b
Dia./Pfl.	1								
Dia./Pfl.	2	732	678	711	661	707			
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	19 ^a	23 ^a	154 ^a	9 ^a	4 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	6.4 ^a	8.0 ^a	5.1 ^a	0.3 ^a	0.1 ^a			

Tab. 15. (Forts. - continued)

	Jahr	D	D5	H/I/K/L	Swe	Svi	Sto	b/D	b/b
<i>Silene alba</i>									
Etab.[%]	1	0.64 ^{ab}	1.43 ^a	0.29 ^{ab}	0.31 ^{ab}	0.08 ^b			
Etab.[%]	2	4.12 ^a	6.38 ^a	1.65 ^{ab}	1.31 ^{bc}	0.71 ^c			
Pfl./m2	1	0.19 ^{abc}	0.43 ^{ab}	0.54 ^a	0.25 ^{abc}	0.17 ^{ab}	0.09 ^{bc}	0.04 ^c	0.01 ^c
Pfl./m2	2	1.24 ^{ab}	1.91 ^{ab}	3.12 ^a	1.05 ^b	1.42 ^{ab}	0.05 ^c	0.03 ^c	0.02 ^c
Dia./Pfl.	1	1257	1234	1630	1608	710	1150	2600	1180
Dia./Pfl.	2	13938	24118	23148	11476	8870	7690	7845	12935
Dia./m2	1	264 ^{ac}	704 ^{ab}	818 ^a	399 ^{ac}	121 ^{ac}	129 ^{bc}	103 ^c	17 ^c
Dia./m2	2	15918 ^{ab}	35782 ^{ab}	70245 ^a	8930 ^{ab}	7328 ^b	381 ^c	116 ^c	222 ^c
V'faktor	1	2 ^a	5 ^a	4 ^a	5 ^{ab}	1 ^{ab}			b
V'faktor	2	106 ^{ab}	239 ^a	439 ^{ab}	112 ^{ab}	37 ^{bc}			c
<i>Silene noctiflora</i>									
Etab.[%]	1	1.7 ^a	2.1 ^a	1.6 ^a					
Etab.[%]	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					
Pfl./m2	1	1.2 ^a	1.4 ^a	1.6 ^a	0.1 ^b	0.1 ^b	0.3	0.3	0.1
Pfl./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0	0	0
Dia./Pfl.	1	544	378	379	1333	246	580	500	1375
Dia./Pfl.	2								
Dia./m2	1	807 ^a	515 ^a	765 ^a	132 ^b	34 ^b	169 ^b	165 ^b	99 ^b
Dia./m2	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
V'faktor	1	11 ^a	7 ^a	8 ^a					
V'faktor	2	0 ^a	0 ^a	0 ^a					
<i>Tragopogon orientalis</i>									
Etab.[%]	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
Etab.[%]	2	1.5 ^a	5.5 ^a	1.8 ^a	0 ^b	0 ^b			
Pfl./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.03 ^a	0 ^a	0 ^a
Pfl./m2	2	0.30 ^{ab}	1.09 ^a	0.19 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0.04 ^b
Dia./Pfl.	1						204		
Dia./Pfl.	2	336	291	199					175
Dia./m2	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	7 ^a	0 ^a	0 ^a
Dia./m2	2	77 ^{ab}	301 ^a	33 ^{ac}	0 ^c	0 ^c	0 ^c	0 ^c	7 ^{bc}
V'faktor	1	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a			
V'faktor	2	3.9 ^a	15.0	3.3 ^a	0 ^b	0 ^b			
<i>Vaccaria pyramidata</i>									
Etab.[%]	1	9.0 ^b	12.5 ^a	11.4 ^a	7.6 ^b	2.0 ^b			
Etab.[%]	2	0.3 ^b	1.1 ^b	2.5 ^{ab}	4.7 ^a	0.7 ^{ab}			
Pfl./m2	1	0.40 ^{bcd}	0.55 ^{ab}	1.14 ^a	0.61 ^{bcd}	0.81 ^{ab}	0.08 ^{cd}	0 ^d	0.01 ^{cd}
Pfl./m2	2	0.01 ^a	0.05 ^a	0.25 ^a	0.38 ^a	0.28 ^a	0.18 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a
Dia./Pfl.	1	495	339	494	358	398	530		387
Dia./Pfl.	2	256	127	299	138	471	308	127	297
Dia./m2	1	243 ^{bcd}	220 ^{ab}	683 ^a	355 ^{bcd}	469 ^{abc}	52 ^{cd}	0 ^d	2 ^d
Dia./m2	2	4 ^a	6 ^a	88 ^a	79 ^a	164 ^a	82 ^a	2 ^a	2 ^a
V'faktor	1	55 ^c	50 ^{ab}	68 ^a	44 ^{bc}	12 ^c			
V'faktor	2	1 ^b	1 ^{ab}	9 ^{ab}	10 ^a	4 ^{ab}			

Tab. 16. (rechte Seite) Etablierungsrate, Pflanzen m⁻², Samen pro Pflanze, Samen m⁻² und Vermehrungsfaktor von *Agrostemma githago* und *Silene alba*. Mittelwerte von 4 Segmenten. Ausschnitt aus Tab. Z3. Abkürzungen siehe S 4.

Rate of establishment, number of plants m⁻², number of seeds per plant, number of seeds m⁻² and multiplication factor for seeds of Agrostemma githago and Silene alba. Mean of 4 segments. Part of Tab. Z3. Abbreviations see p. 4.

	b	B	e	E	n	N	t	T	z	Z	Mittel 1.	2.J.
Agrostemma githago												
D ; ausgebracht: 10 Samen/m2												
Etab.[%]	38.1	9.9	31.1	5.0	44.0	89.3	39.7	1.6	45.0	11.6	39.6	23.5
Pfl./m2	3.8	1.0	3.1	0.5	4.4	8.9	4.0	0.2	4.5	1.2	4.0	2.3
Dia./Pfl.	1150	105	684	240	498	462	701	222	350	149	677	236
Dia./m2	4370	104	2130	120	2190	4130	2780	36	1570	173	2608	913
V'faktor	437	10	213	12	219	413	278	4	157	17	261	91
D5 ; ausgebracht: 10 Samen/m2												
Etab.[%]	20.2	126.0	16.9	2.3	12.6	32.1	13.2	4.0	23.2	21.2	17.2	37.1
Pfl./m2	2.0	12.6	1.7	0.2	1.3	3.2	1.3	0.4	2.3	2.1	1.7	3.7
Dia./Pfl.	367	109	374	237	300	416	479	173	379	140	380	215
Dia./m2	742	1360	633	55	378	1330	633	69	880	296	653	622
V'faktor	74	136	63	5	38	133	63	7	88	30	65	62
	H ; 8 S./m2		I ; 10 S./m2		K ; 12 S./m2		K ; 12 S./m2		L ; 6 S./m2			
Etab.[%]	41.3	49.6	23.2	3.6	35.3	101.0	45.8	3.3	17.0	3.9	32.5	32.3
Pfl./m2	3.3	4.0	2.3	0.4	4.2	12.1	5.5	0.4	1.0	0.2	3.3	3.4
Dia./Pfl.	1170	106	635	258	539	416	699	216	445	141	698	227
Dia./m2	3870	420	1470	93	2280	5020	3840	86	454	32	2383	1130
V'faktor	484	53	147	9	190	502	320	7	76	5	243	115
Swe ; ausgebracht: 6 Samen/m2												
Etab.[%]	55.7	29.2	21.5	6.1	28.1	40.8	31.5	7.7	8.8	15.4	29.1	19.8
Pfl./m2	3.3	1.8	1.3	0.4	1.7	2.5	1.9	0.5	0.5	0.9	1.7	1.2
Dia./Pfl.	1140	103	592	221	661	442	786	208	384	144	713	224
Dia./m2	3820	180	764	82	1120	1080	1490	96	204	134	1480	314
Svi ; ausgebracht: 32 Samen/m2												
Etab.[%]	18.6	12.6	5.5	0.9	10.3	32.0	14.9	1.9	2.0	4.7	10.3	10.4
Pfl./m2	6.0	4.0	1.8	0.3	3.3	10.3	4.8	0.6	0.6	1.5	3.3	3.3
Dia./Pfl.	1010	95	667	200	603	487	725	168	345	140	670	218
Dia./m2	6000	382	1170	60	1990	4990	3450	101	218	208	2566	1148
Sto												
Pfl./m2	24.5	4.1	2.2	3.0	0.1	0.2	2.3	0.1	12.0	2.2	8.2	1.9
Dia./Pfl.	981	116	467	169	301	419	661	185	268	140	536	206
Dia./m2	24000	480	1000	513	30	96	1530	24	3220	301	5956	283
b/D												
Pfl./m2	2.2	12.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.6	0.3	0.3	0.5	2.8
Dia./Pfl.	1170	125	1020			417		160	317	174	836	219
Dia./m2	2510	1530	31	0	0	413	0	96	105	57	529	419
b/b												
Pfl./m2	0.00	0.63	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.10	0.13	0.30	0.0	0.2
Dia./Pfl.		130		234				173	428	170	86	177
Dia./m2	0	82	0	16	0	0	0	17	56	51	11	33
3D ; ausgebracht: 30 Samen/m2												
Etab.[%]			15.9	4.5					45.2	15.4	30.5	10
Pfl./m2			4.8	1.4					13.6	4.6	9.2	3
Dia./Pfl.			688	197					358	140	523	169
Dia./m2			3270	267					4860	648	4065	458
V'faktor			109	9					162	22	136	16
9D ; ausgebracht: 90 Samen/m2												
Etab.[%]			13.6	1.0					25.0	0.5	19.3	0.8
Pfl./m2			12.2	0.9					22.5	0.4	17.4	0.7
Dia./Pfl.			669	166					243	140	456	153
Dia./m2			8180	153					5460	60	6820	107
V'faktor			91	93					61	36	76	64

Tab. 16. (Forts. - *continued*)

	b	B	e	E	n	N	t	T	z	Z	Mittel	1.	2.J.
<i>Silene alba</i>													
D; ausgebracht: 150 Samen/m2													
Etab.[%]	0.99	4.96	0.22	4.41	0.43	3.75	0.78	4.18	0.78	3.31	0.64	4.12	
Pfl./m2	0.30	1.49	0.07	1.32	0.13	1.13	0.23	1.26	0.23	0.99	0.19	1.24	
Dia./Pfl.	1200	16000	810	2890	794	9220	1170	1280	2310	40300	1257	13938	
Dia./m2	361	23800	57	3810	103	10400	268	1620	531	39900	264	15906	
V'faktor	2	159	0	25	1	69	2	11	4	266	2	106	
D5; ausgebracht: 150 Samen/m2													
Etab.[%]	1.22	6.62	0.33	8.83	1.54	6.51	0.33	5.73	3.76	4.19	1.44	6.38	
Pfl./m2	0.37	1.99	0.10	2.65	0.46	1.95	0.10	1.72	1.13	1.26	0.43	1.91	
Dia./Pfl.	906	17800	825	3150	1110	11300	1140	4740	2190	83600	1234	24118	
Dia./m2	335	35400	83	8360	511	22000	114	8150	2480	105000	705	35782	
V'faktor	2	236	1	56	3	147	1	54	17	700	5	239	
	H; 200 S./m2		I; 200 S./m2		K; 200 S./m2		K; 200 S./m2		L; 150 S./m2				
Etab.[%]	0.41	2.23	0.25	1.74	0.22	1.44	0.07	0.98	0.53	1.88	0.30	1.65	
Pfl./m2	0.83	4.46	0.50	3.47	0.43	2.88	0.13	1.95	0.80	2.81	0.54	3.11	
Dia./Pfl.	1710	15700	1250	2060	1380	7620	2380	1760	1430	88600	1630	23148	
Dia./m2	1420	69800	624	7140	593	22000	310	3440	1150	249000	819	70276	
V'faktor	7	349	3	36	3	110	2	17	8	1660	4	434	
Swe; ausgebracht: 80 Samen/m2													
Etab.[%]	0.33	2.07	0.37	0.45	0.45	1.58	0.41	1.90	0.00	0.54	0.31	1.31	
Pfl./m2	0.27	1.66	0.30	0.36	0.36	1.26	0.33	1.52	0.00	0.43	0.25	1.05	
Dia./Pfl.	2030	9240	1630	2500	1580	7850	1190	2090		35700	1608	11476	
Dia./m2	547	15300	490	900	568	9890	392	3170	0	15300	399	8912	
Svi; ausgebracht: 200 Samen/m2													
Etab.[%]	0.20	1.32	0.02	0.36	0.05	0.83	0.13	0.81	0.02	0.22	0.08	0.71	
Pfl./m2	0.40	2.65	0.03	0.73	0.10	1.66	0.26	1.62	0.03	0.43	0.16	1.42	
Dia./Pfl.	593	4390	517	1670	1030	4590	893	1400	517	32300	710	8870	
Dia./m2	237	11600	16	1220	103	7620	232	2280	16	13900	121	7324	
Sto													
Pfl./m2	0.00	0.13	0.43	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.05	
Dia./Pfl.		12200	1440	3180	860						1150	7690	
Dia./m2	0	1590	619	318	26	0	0	0	0	0	129	382	
b/D													
Pfl./m2	0.00	0.03	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.04	0.03	
Dia./Pfl.		14100	2580					1590			2580	7845	
Dia./m2	0	423	516	0	0	0	0	159	0	0	103	116	
b/b													
Pfl./m2	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.02	
Dia./Pfl.		17600	1180							8270	1180	12935	
Dia./m2	0	529	83	0	0	0	0	0	0	579	17	222	
3D; ausgebracht: 450 Samen/m2													
Etab.[%]			0.04	1.21					0.11	1.58	0.08	0.56	
Pfl./m2			0.03	1.09					0.10	1.42	0.07	0.50	
Dia./Pfl.			860	1310					1030	30600	945	15955	
Dia./m2			26	1430					103	43400	64	8966	
V'faktor			0	16					1	96	1	100	
9D; ausgebracht: 1350 Samen/m2													
Etab.[%]			0.33	0.64					0.00	1.16	0.17	0.36	
Pfl./m2			0.89	1.72					0.00	3.14	0.45	0.97	
Dia./Pfl.			2670	2910						26500	2670	14705	
Dia./m2			2370	5000					0	83300	1185	17660	
V'faktor			2	3					0	309	1	67	

Bei den annuellen Arten bildeten die Pflanzen aus Frühlingssaaten im allgemeinen weniger Blüten und Samen als die Pflanzen aus Herbstsaaten (Tab. 15, Z3 und 16). Der Faktor betrug bei *Agrostemma githago*, *Centaurea cyanus*, *Legousia speculum-veneris* und *Vaccaria pyramidata* rund 1.5, bei *Papaver rhoeas* über 2.

Mehr Samen pro Pflanze bei Frühlingssaat als bei Herbstsaat bildeten *Papaver dubium* (Faktor 2.8) und *Silene noctiflora* (Faktor 1.7).

Im Endeffekt wurden bei *Agrostemma githago*, *Centaurea cyanus*, *Galeopsis angustifolia* und auch *Papaver dubium* bei Herbstsaat mehr (meist wesentlich mehr) Samen pro m² gebildet als bei Frühlingssaat. Bei *Fagopyrum vulgare* und *Legousia speculum-veneris* war es umgekehrt.

Etwa gleich viele waren es bei *Papaver rhoeas* (bezogen auf beide Jahre, im 1. Jahr mehr bei Herbstsaat, im 2. Jahr mehr bei Frühlingssaat) und *Silene noctiflora*.

Bei den zwei- und mehrjährigen Arten war auffällig, dass *Pastinaca sativa*, welche bei Herbstsaaten schon eine deutlich höhere Etablierungsrate hatte als bei Frühlingssaat, bei Herbstsaat zusätzlich eine rund 6 Mal höhere Diasporenproduktion pro Pflanze hatte als bei Frühlingssaat. Damit war der Diasporenvermehrungsfaktor dieser Art bei Herbstsaat über 100 Mal grösser als bei Frühlingssaat.

3.2.3. Evenness

Allgemein war die Evenness innerhalb der spontanen Arten höher als innerhalb der eingesäten Arten (Fig. 4). Der Unterschied war im zweiten Jahr wesentlich ausgeprägter als im ersten Jahr. Die Evenness nahm mit wenigen Ausnahmen vom ersten zum zweiten Jahr zu.

Im ersten Jahr war die Evenness bei Maisaat (im gleichen Jahr) höher als bei Oktobersaat (im Vorjahr) bei derselben Mischung D. Dies bedeutet, dass bei kurzer Wachstumszeit der Beitrag der einzelnen Arten zur produzierten Diasporenmasse ausgeglichener war als bei langer Wachstumszeit.

Die Evenness war am geringsten im Zelgli (Fig. 5). Im ersten Jahr war sie auch auf dem Brüederhof auffällig klein, da dort *Galium aparine* mit vielen grossen Samen stark vertreten war. Diese Art war im 2. Jahr kaum mehr vorhanden.

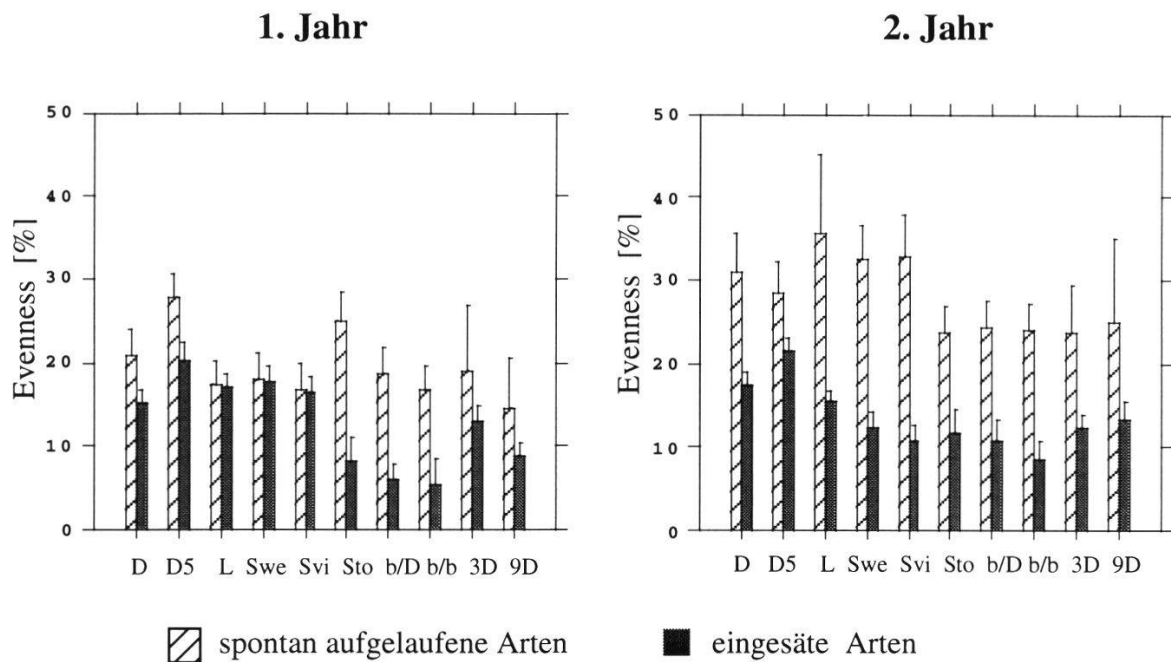


Fig. 4. Evenness bei den verschiedenen Ansätzen, getrennt berechnet nach spontanen Arten und eingesäten Arten. Mittelwerte jeweils von allen Wanderbrachen und allen Wiederholungen ($n=20$ bei D bis b/b, $n=8$ bei 3D und 9D). Abkürzungen siehe S. 4. Error bar = 1 se.
Evenness of the different treatments. Mean from all wandering fallows and all replicates ($n=20$ for D to b/b, $n=8$ for 3D and 9D). Error bars indicate 1 se.

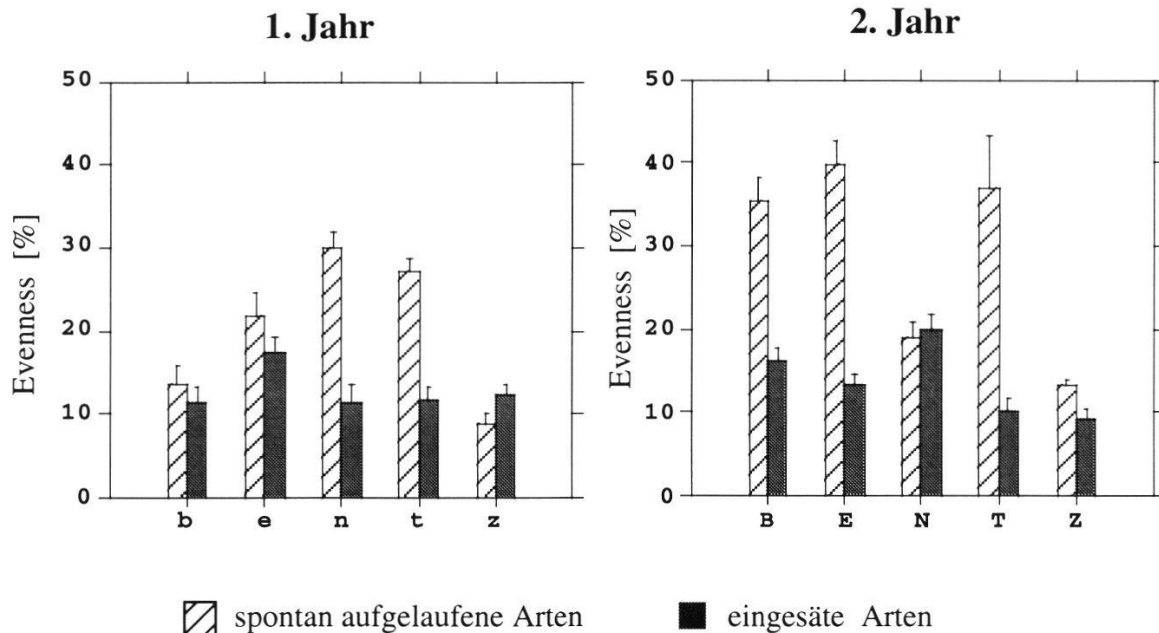


Fig. 5. Evenness auf den verschiedenen Wanderbrachen, getrennt berechnet nach spontan aufgelaufenen Arten und eingesäten Arten. Mittelwerte jeweils von allen Ansätzen und allen Wiederholungen einer Wanderbrache, ausser 3D und 9D ($n=32$). Errorbar = se.
Evenness of the different wandering fallows in the first and second year. Error bars indicate 1 se.

Bei den Ansätzen mit Einsaat (D, D5, Svi, Sto) ist eine Zunahme der Evenness mit zunehmender Artenzahl feststellbar (Fig. 6). Bei den unbehandelten Segmenten (b/D und b/b) ist kein solcher Zusammenhang erkennbar. Bei dieser Graphik ist die Evenness nach den spontan aufgelaufenen und den eingesäten Arten zusammen berechnet.

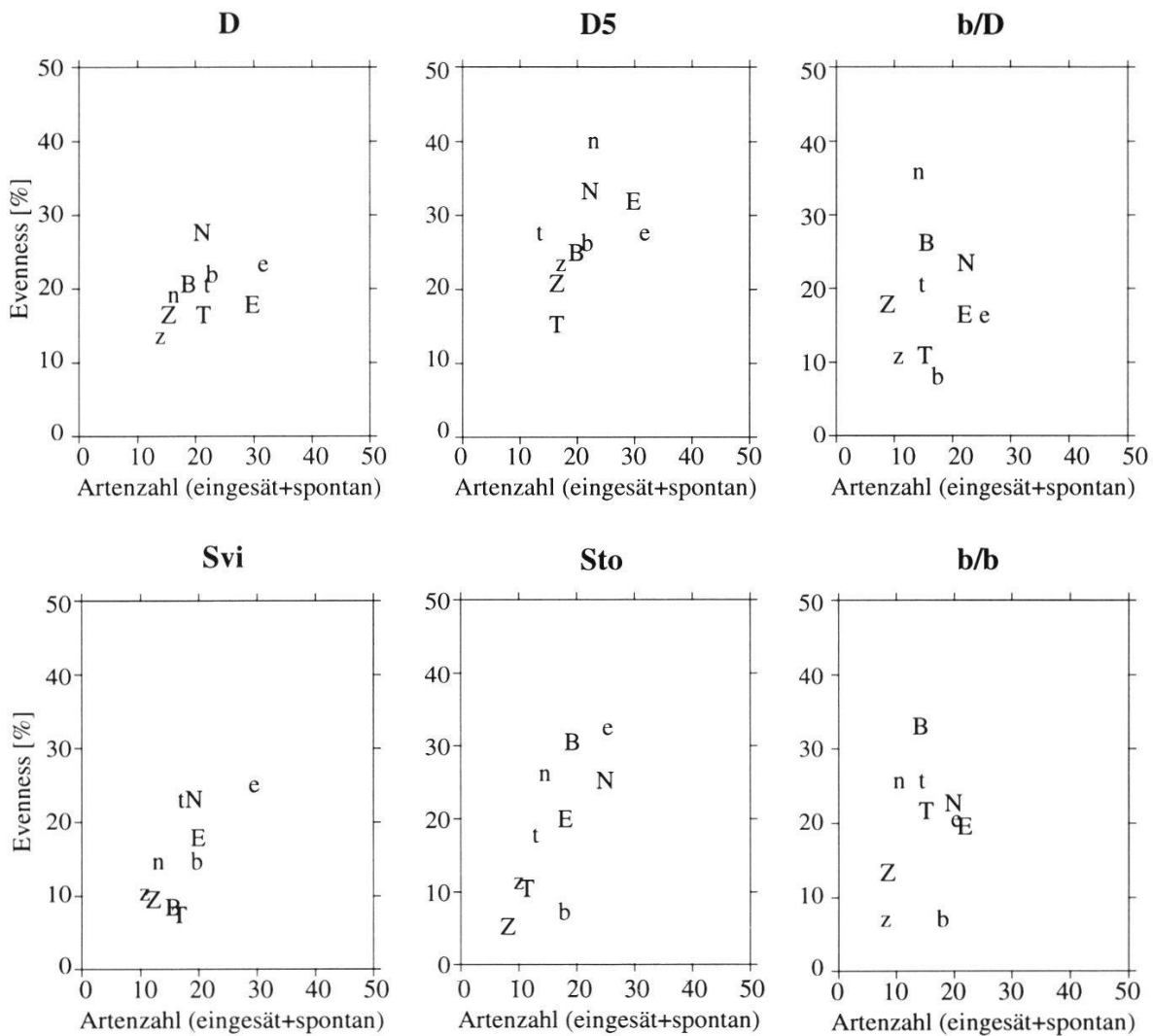


Fig. 6. Evenness aller Arten gegen Anzahl aller Arten bei den verschiedenen Ansätzen. Es wurden nur im jeweiligen Jahr blühende Arten berücksichtigt. Abkürzungen siehe Seite 4. *Number of all species vs. evenness. Only flowering plants were considered. Abbreviations see p. 4.*

Eine interessante Darstellung ergibt sich, wenn die Evenness gegen die Masse der produzierten Diasporen aufgetragen wird (Fig. 7). Eine grosse Diasporenmasse wurde nur bei geringer Evenness produziert, d.h., dass einzelne Arten dominant sein mussten, damit eine grosse Diasporenmasse entstand. Umgekehrt war bei einer hohen Evenness die produzierte Diasporenmasse immer gering (nie grösser als 200 g m^{-2} bei einer Evenness $> 30 \%$). Die Kombination geringe Evenness und geringe Diasporenmasse war auch häufig.

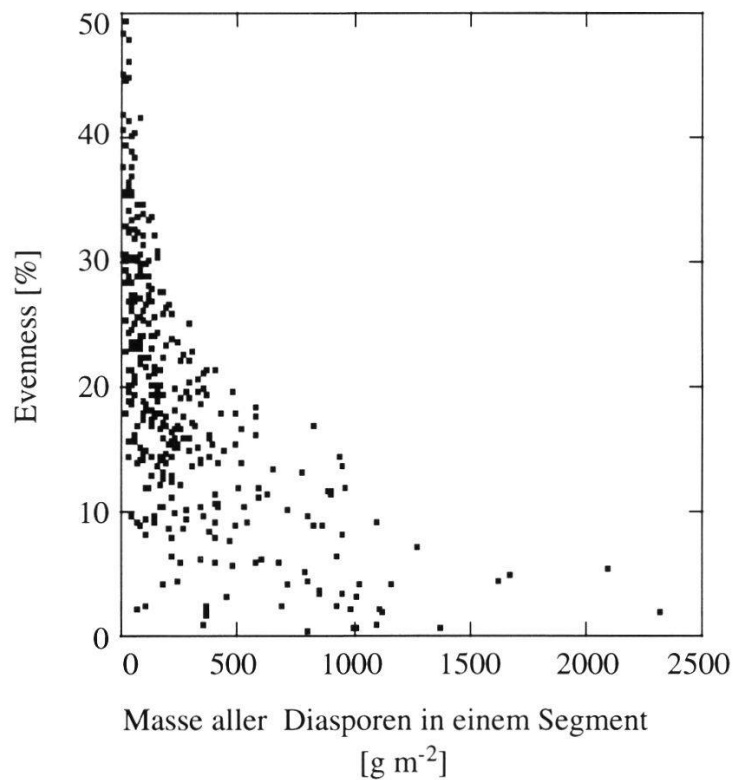


Fig. 7. Evenness gegen Masse aller Diasporen eines Segments. Beide Jahre getrennt berechnet.

Evenness vs. total seed biomass in one segment. Both years are calculated separately.

3.2.4. Deckungswerte

Der Unterschied bei den Deckungswerten zwischen den eingesäten Varianten und der Variante ohne Einsaat (b/b) war schon im ersten Jahr beträchtlich, im 2. Jahr jedoch noch viel ausgeprägter (Fig. 8). Vor allem bei den Ansätzen D und L war der Deckungswert der spontan aufgelaufenen Arten im 2. Jahr sehr gering, währenddem er bei den eingesäten Arten entsprechend hoch war (Fig. 9). Bei der Frühlingssaat (D5) wurden im 2. Jahr die spontan aufgelaufenen Arten deutlich weniger stark unterdrückt als bei den Herbsteinsaaten (D und L). Bei den Schnittgutvarianten war bei Schnittgutübertragung_{viel} eine geringere Deckung der spontan aufgelaufenen Arten zu verzeichnen als bei Schnittgutübertragung_{wenig}, währenddessen bei Schnittgutübertragung_{total} die spontan auflaufenden Arten grosse Deckungswerte erreichten. Bei b/D fällt die grosse Streuung auf. Die Diasporen sind durch die Versamung unregelmässiger auf die neuen Flächen gelangt als durch Einsaat oder Schnittgutübertragung.

Eine Verdreifachung der Aussaatmenge (3D) reduzierte die Deckung der spontan auflaufenden Arten gegenüber D im ersten Jahr. Die neunfache Aussaatmenge (9D) verstärkte dies noch. Die Deckungswerte der eingesäten Arten waren entsprechend höher als bei D. Im zweiten Jahr war dieser Unterschied verwischt. Es gilt jedoch zu beachten, dass 3D und 9D nur auf dem Egghof und im Zelgli verwendet wurden, dass bei diesen beiden Ansätzen also n=8 war gegenüber n=20 bei D.

Ohne Einsaat (b/b) wurden vor allem Gräser gefördert (Fig. 10-11). Auch bei b/D und Sto war der Grasanteil hoch. Bei D5 war der Anteil der Gräser im ersten Jahr noch gering, im zweiten Jahr jedoch höher als bei D.

Die Schwankungen innerhalb eines Ansatzes bezüglich der erfassten Deckungswerte von Gefässpflanzen waren bei b/D, b/b sowie Sto grösser als bei den eingesäten Varianten.

Moose kamen vor allem im ersten Jahr auf (Fig. 12). Im zweiten Jahr konnten sie sich nur bei den Varianten ohne Einsaaten sowie bei der Frühlingssaat D5 in nennenswertem Umfang halten.

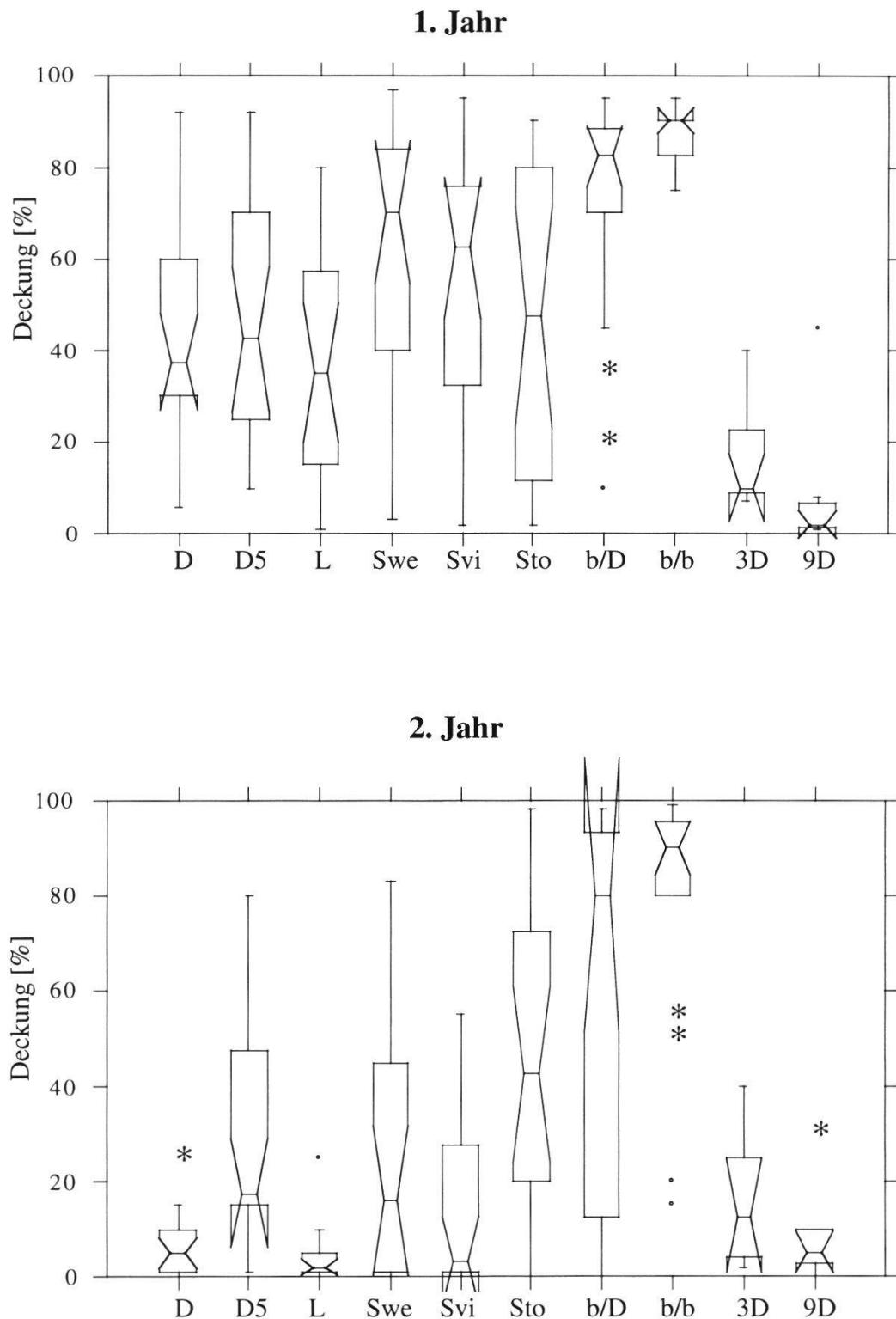


Fig. 8. Boxplot der Deckungswerte aller spontan aufgelaufenen Arten im ersten und im zweiten Jahr; $n=20$ für D bis b/b, $n=8$ für 3D und 9D. Erklärungen zu den Boxplots in URBAN et al. (1992).

Boxplot of the coverage of all spontaneously occurring species in the first and in the second year; $n=20$ for D to b/b, $n=8$ for 3D and 9D.

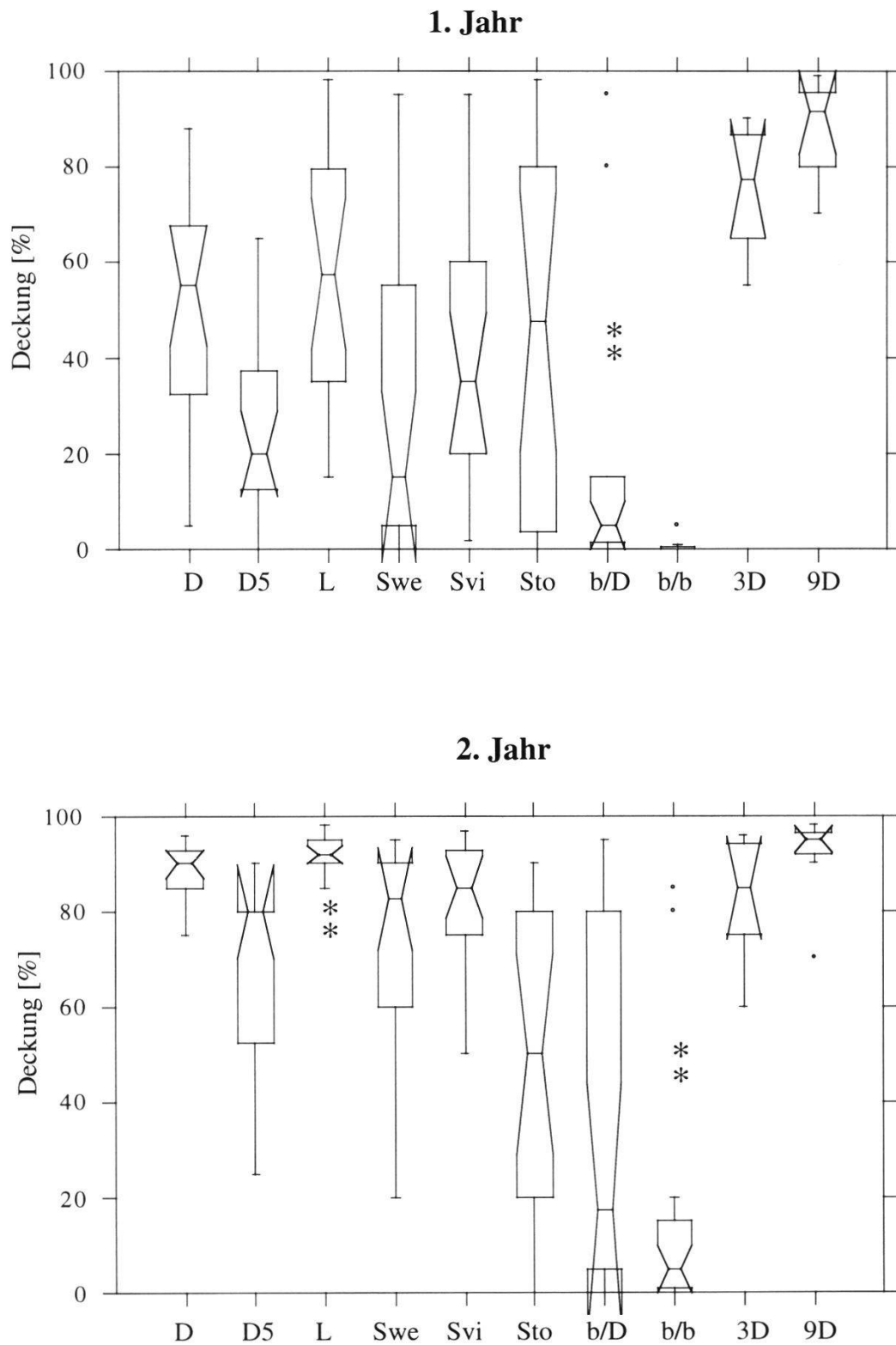
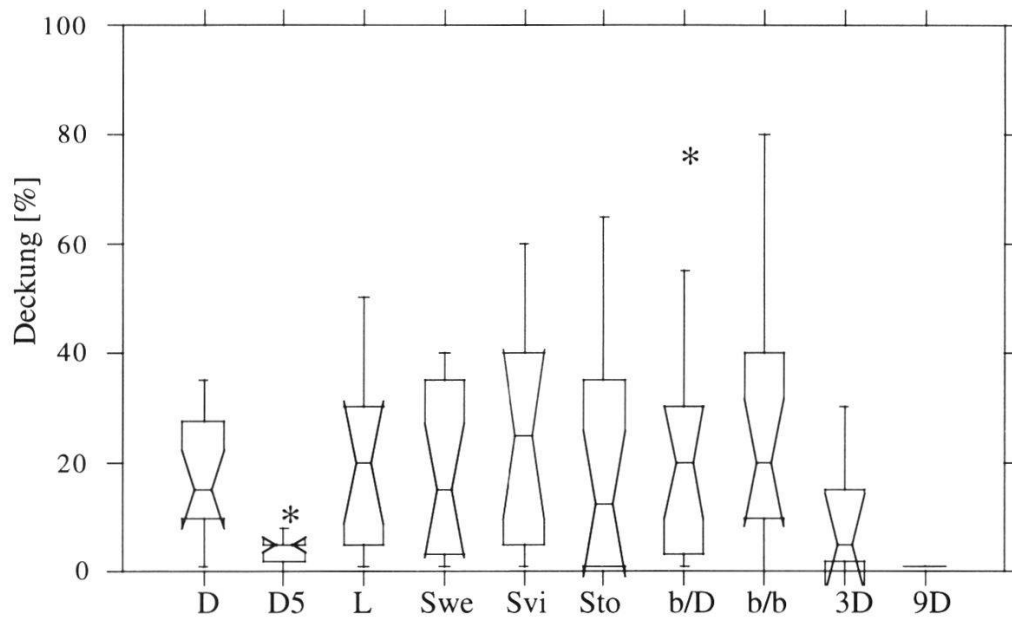


Fig. 9. Boxplot der Deckungswerte aller eingesäten Arten im ersten und im zweiten Jahr; $n=20$ für D bis b/b, $n=8$ für 3D und 9D.

Boxplot of the coverage of all sown species in the first and in the second year; $n=20$ for D to b/b, $n=8$ for 3D and 9D.

1. Jahr



2. Jahr

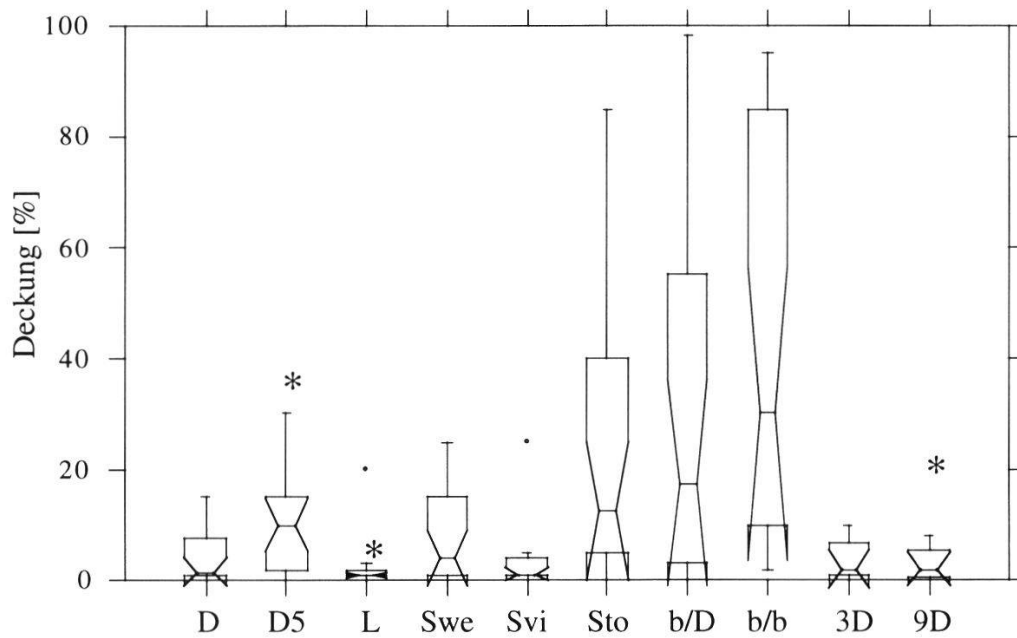
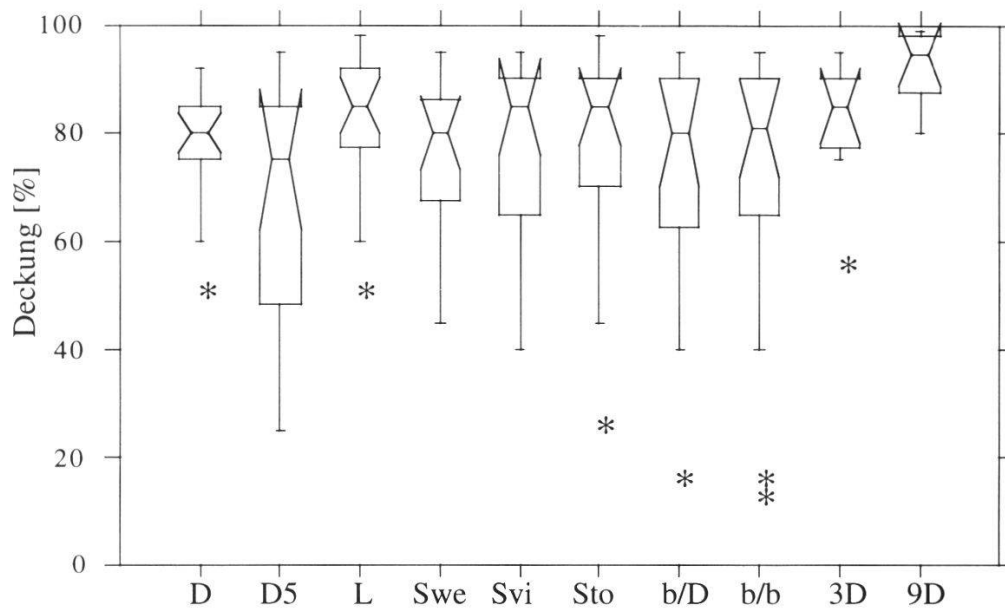


Fig. 10. Boxplot der Deckungswerte von Monocotyledonae im ersten und im zweiten Jahr; n=20 für D bis b/b, n=8 für 3D und 9D.

Boxplot of the coverage of all monocot species in the first and in the second year; n=20 for D to b/b, n=8 for 3D and 9D.

1. Jahr



2. Jahr

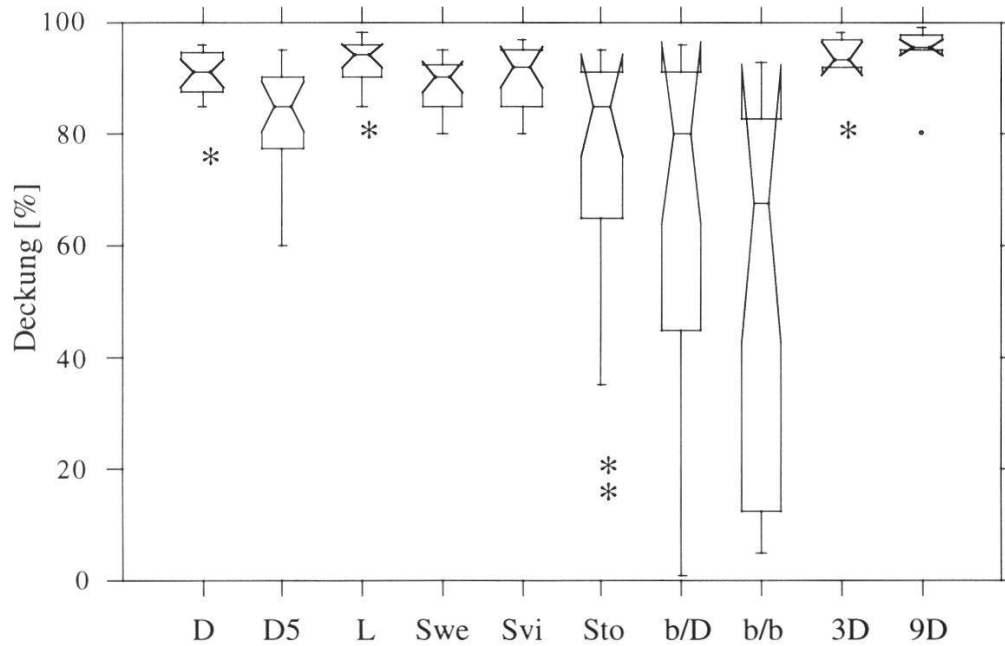
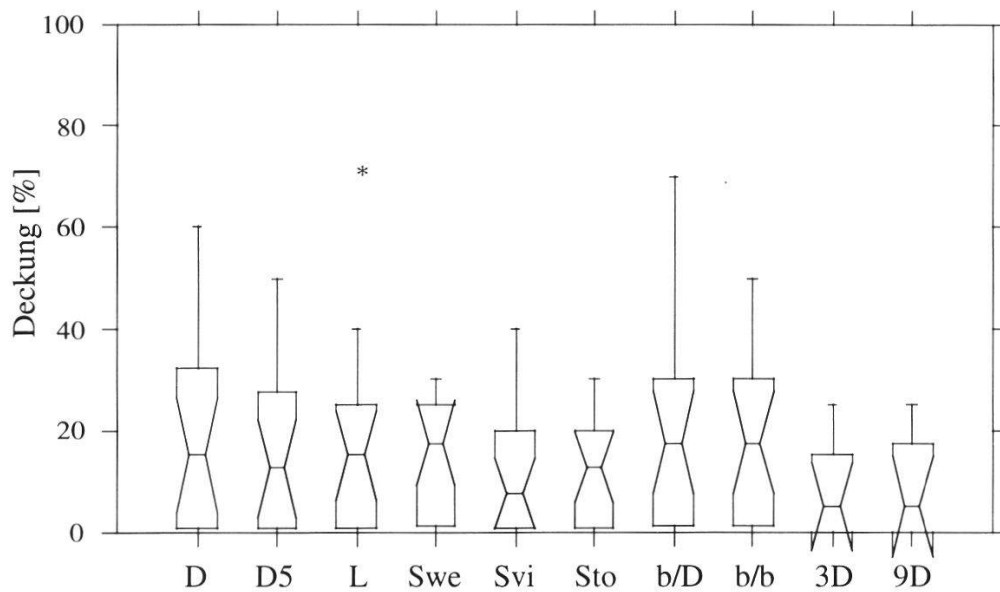


Fig. 11. Boxplot der Deckungswerte von Dicotyledonae im ersten und im zweiten Jahr; n=20 für D bis b/b, n=8 für 3D und 9D.

Boxplot of the coverage of all dicot species in the first and in the second year; n=20 for D to b/b, n=8 for 3D and 9D.

1. Jahr



2. Jahr

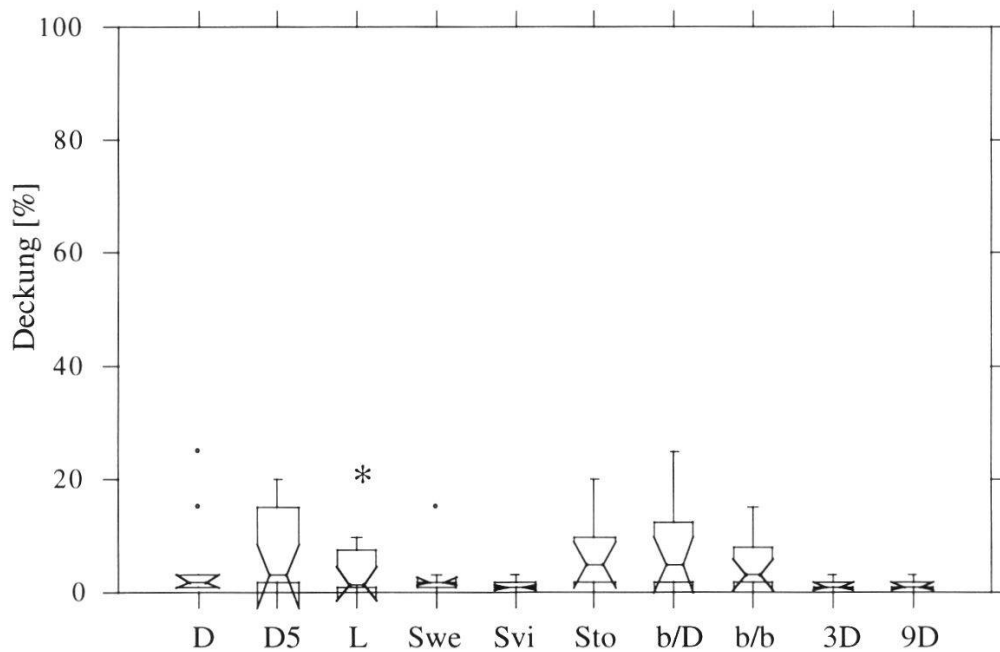


Fig. 12. Boxplot der Deckungswerte von Moosen im ersten und im zweiten Jahr; n=20 für D bis b/b, n=8 für 3D und 9D.

Boxplot of the coverage of all mosses in the first and in the second year; n=20 for D to b/b, n=8 for 3D and 9D.

3.2.5. Bestäubungsbiologische Einheiten

Schauapparatfläche nach Farben. Mit 44 Arten überwogen die gelbblühenden Arten, gefolgt von den weiss- und grünblühenden mit je 36 Arten, den rotblühenden mit 33 Arten, den blaublühenden mit 23 Arten und den braunblühenden mit 5 Arten.

Die Unterschiede der im Verlaufe einer Vegetationsperiode gebildeten Schauapparatflächen zwischen den Versuchsflächen waren gross (Fig. 13). Auffällig ist, dass der Egghof, welcher die meisten seltenen Ackerbegleitarten aufwies, eine geringe Schauapparatfläche hervorbrachte. Der Bestand auf dem Egghof war eben lückig, wodurch sich die seltenen und konkurrenzschwachen Arten überhaupt halten konnten.

Im allgemeinen war die Schauapparatfläche im 2. Jahr grösser als im ersten Jahr, vor allem bei den eingesäten Varianten. Auch hier waren die Unterschiede zwischen den Versuchsflächen gross.

Die individuell angepassten Mischungen H, I, K und L schnitten besser ab als die Mischung D.

Mit Ausnahme des Brüederhofs im ersten und der Nidereien im zweiten Jahr fiel die Schauapparatfläche bei Frühlingssaaten geringer aus als bei Herbstsaaten.

Die Farbverteilung war bei den eingesäten Varianten gleichmässiger als bei den Varianten ohne Einsaat oder bei Schnittgutübertragung_{total}.

Auffällig ist die grosse grüne Schauapparatfläche im Zelgli im 1. Jahr. Diese war vor allem durch *Alopecurus myosuroides* bedingt, welche - wie leicht ersichtlich - im Frühling kaum keimte oder sich nicht etablieren konnte und bei Herbstsaat durch die beiden Mischungen D und L auf rund die Hälfte gegenüber den nicht eingesäten Varianten gehalten wurde. Im 2. Jahr ging der Anteil grüner Blüten deutlich zurück. Sie waren nur noch bei den beiden brach belassenen Ansätzen b/D und b/b in nennenswertem Ausmass vertreten.

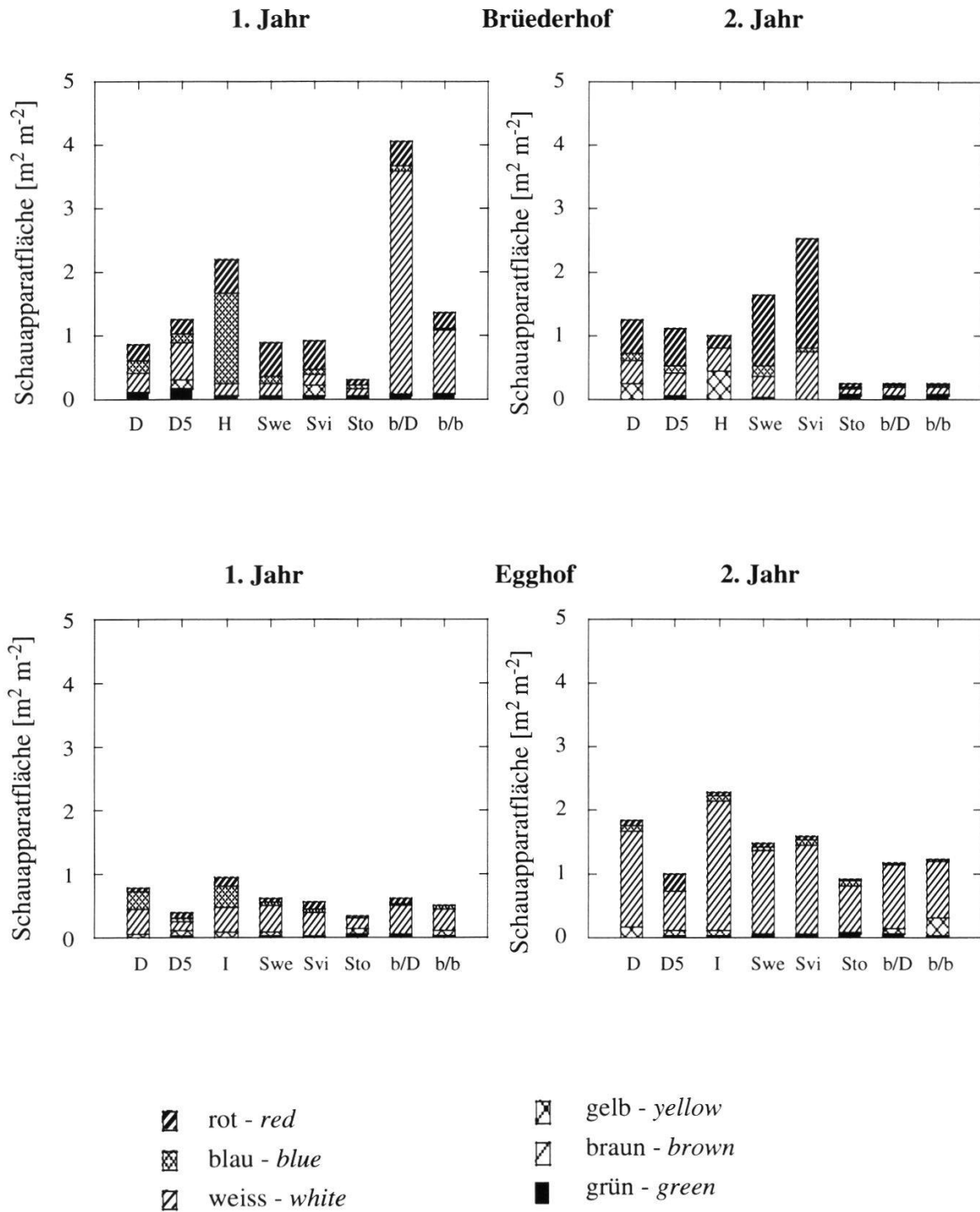


Fig. 13. Auf den Wanderbrachen während der ganzen Vegetationsperiode entstandene Schauapparatfläche in $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ Aufnahme- fläche, aufgeteilt nach Farben.
Show area of the flowers developed in the wandering fallows during the entire growing season, in $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ground area, with the different colours indicated.

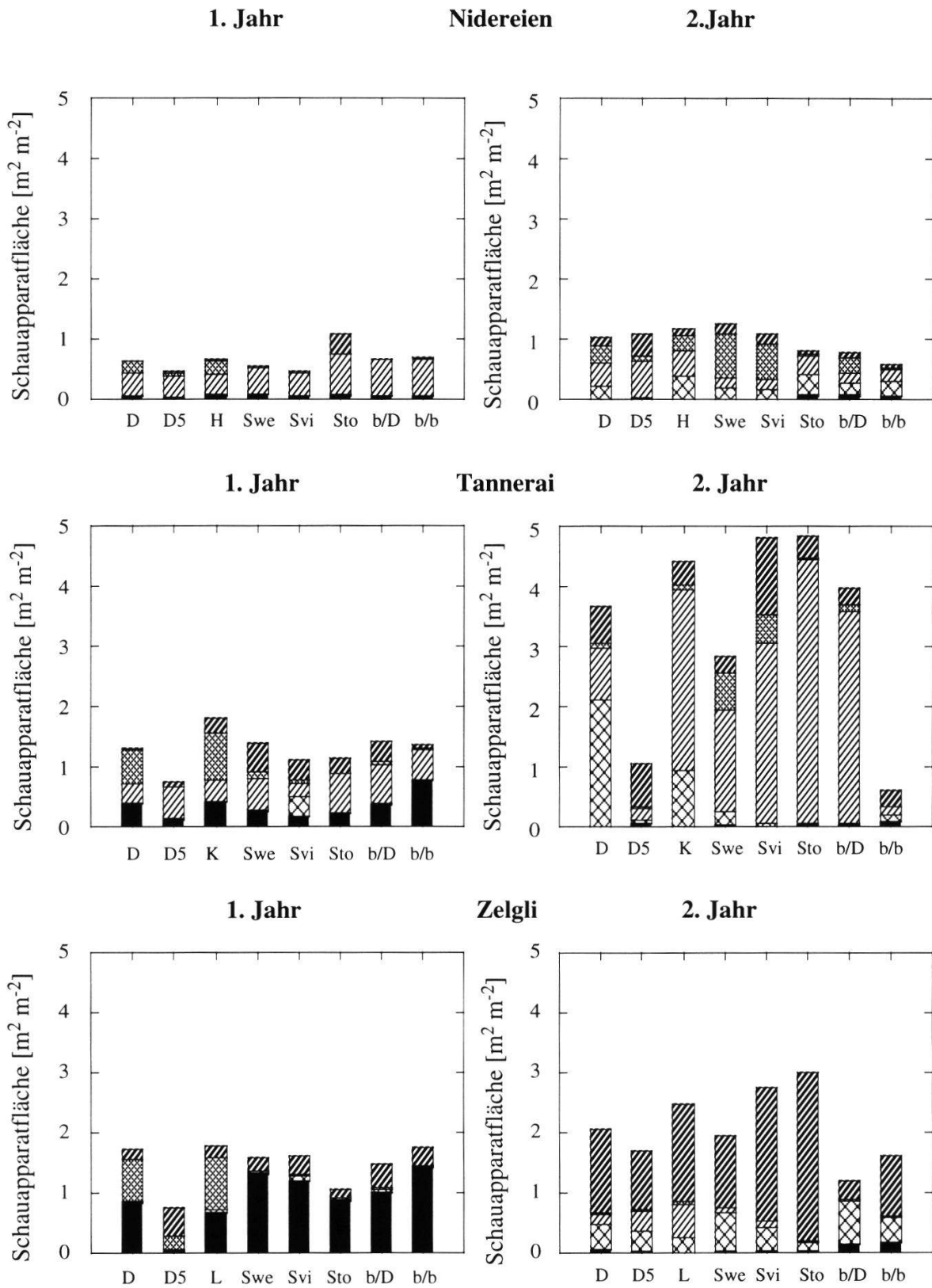


Fig. 13. (Forts. - continued)

Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten. Es hat sich gezeigt, dass es vor allem Unterschiede zwischen Farben und zwischen den beiden Jahren gab (Fig. 14). Die Unterschiede zwischen den Ansätzen waren eher gering.

Auffällig war im ersten Jahr die grosse Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten bei den kleinen Grössenklassen bei den Frühlingssaaten bei blau, weiss und - etwas weniger ausgeprägt - rot.

3.2.6. Diasporenproduktion

Anzahl Diasporen. Die Unterschiede zwischen den Wanderbrachen und zwischen den Ansätzen waren bei der Anzahl der produzierten Diasporen pro m² nicht sehr gross (Tab. 17). Der geringste Wert war bei b/b auf dem Brüederhof im 2. Jahr mit 29 000 Diasporen pro m², die grösste Diasporenanzahl fand sich im Tannerai im 2. Jahr bei Sto mit 660 000 Diasporen pro m². Dieser hohe Wert wurde vor allem mit *Epilobium* - Arten erreicht.

Bei den Segmenten ohne Einsaat (b/b) war die Anzahl der produzierten Diasporen im 1. Jahr grösser als im 2. Jahr, mit Ausnahme von den Nidereien, wo die beiden Werte praktisch gleich waren. Bei den eingesäten Segmenten D und L lagen die Verhältnisse umgekehrt. Dies liegt daran, dass viele eingesäte Arten im 2. Jahr fruchteten, währenddessen von spontan auflaufende Arten anteilmässig weniger bienn und perennierend waren.

Tab. 17. Summe der entstandenen Diasporen aller Arten m⁻² auf den 5 Wanderbrachen im 1. und im 2. Jahr, aufgetrennt nach Ansätzen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen. Abkürzungen siehe Seite 4.

Sum of propagules produced by all species m⁻² on all wandering fallows in the first and in the second year with the different treatments. Mean of 4 replicates. Abbreviations see p.4.

Beh.	Anzahl Diasporen x 1000 m ⁻²										Mittel	
	b	B	e	E	n	N	t	T	z	Z	1.J.	2.J.
D	100	120	150	350	120	110	270	520	220	250	170	270
D5	120	99	61	120	97	140	190	210	420	330	180	180
L	150	140	170	370	110	160	320	570	240	430	200	330
Swe	120	160	170	150	140	96	330	230	340	290	220	190
Svi	190	240	160	170	130	89	270	340	360	290	220	230
Sto	72	49	44	84	290	290	280	660	230	260	180	270
b/d	550	29	200	110	170	220	390	530	380	310	340	240
b/b	230	33	160	150	170	180	500	370	380	240	290	200
Mittel	190	110	140	190	150	160	320	430	320	300	230	240

Diasporenmasse. Die produzierte Diasporenmasse war bei Frühlingssaat immer geringer als bei Herbstsaat, auch im 2. Jahr (Fig. 15). Bei den Varianten mit Einsaaten bildeten die eingesäten und die spontan aufgelaufenen Arten im 1. Jahr im Schnitt über alle Wanderbrachen etwa eine gleichgrosse Diasporenmasse. Im 2. Jahr dominierten dann die eingesäten Arten deutlich.

Beinahe überall entstand im 2. Jahr mehr Diasporenmasse als im 1. Jahr. Ausnahmen waren die Brachsegmente (b/b und z.T. b/D) und Segmente mit Schnittgutübertragung auf dem Brüederhof und dem Egghof.

Die produzierten Diasporenmassen erreichten Werte von Weizenernten in der Gegend (80 dt/ha).

Diasporenmassenverteilung. Die Massenverteilung der Diasporen war im 1. und im 2. Jahr sehr ähnlich (Fig. 16). Auch unterschieden sich die verschiedenen Behandlungen nicht sehr auffällig. Die Kurve der nicht eingesäten Flächen (b/b) flacht auf der rechten Seite (bei den grossen Diasporen) etwas stärker ab als die andern Kurven. Bei 3D zeigte sich, verglichen mit den andern angegebenen Behandlungen, eine leichte Verschiebung hin zu den schwereren Diasporen.

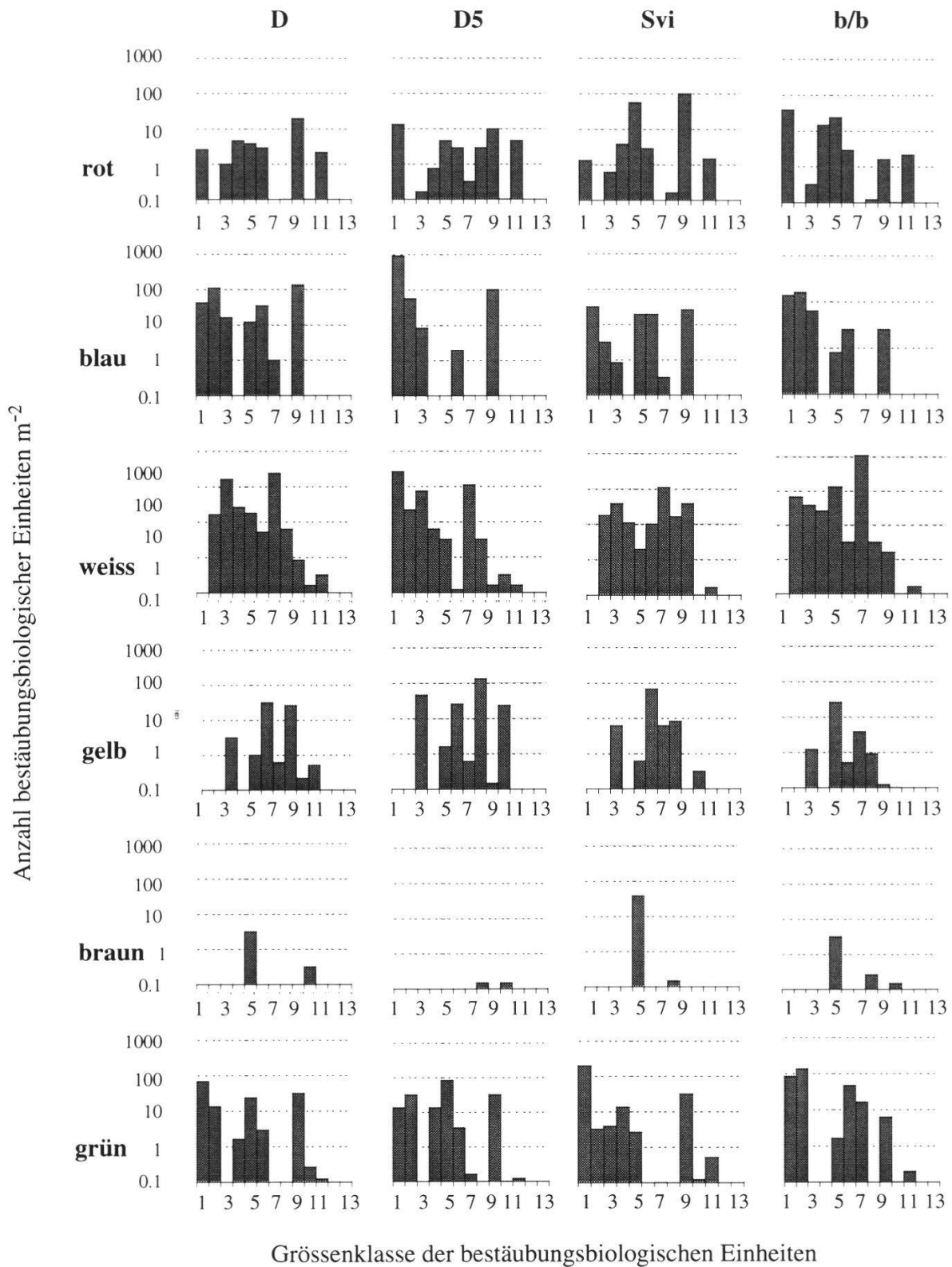


Fig. 14a. Histogramm der Grössenklassen bestäubungsbiologischer Einheiten, aufgetrennt nach Farben. 1. Klasse: Schauapparatfläche $\leq 4 \text{ mm}^2$, 2.Kl.: $4 \text{ mm}^2 < \text{Fläche} \leq 8 \text{ mm}^2$, ..., 13. Kl.: Fläche $> 80 \text{ cm}^2$. Man beachte die logarithmische Skala. **1. Jahr.**
Histogram of the size classes of the pollination units, split by colours. Logarithmic scale. First year.

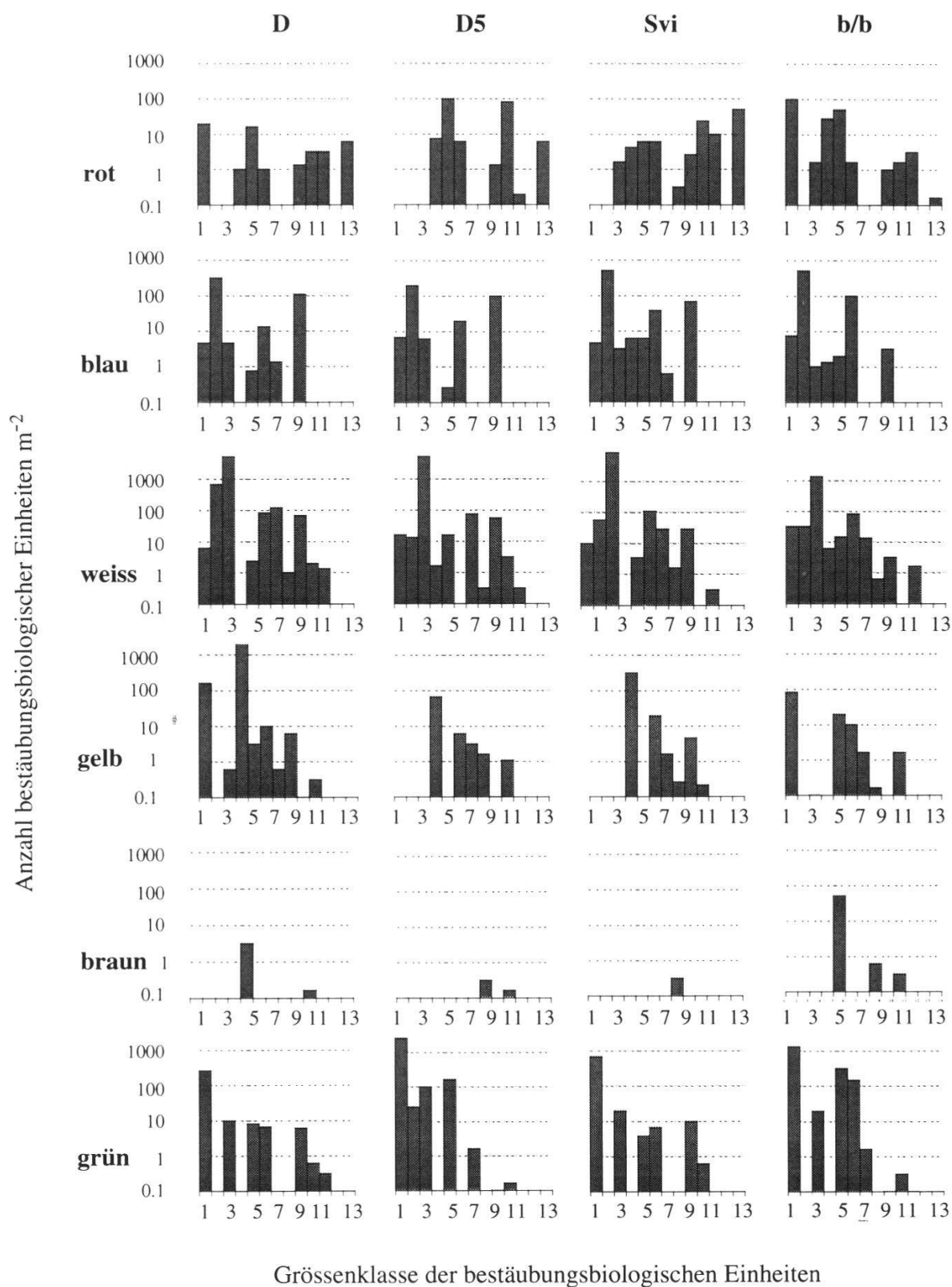


Fig. 14b. Histogramm der Grössenklassen bestäubungsbiologischer Einheiten, aufgetrennt nach Farben. **2. Jahr.**
Histogram of the size classes of the pollination units, split by colours. Second year.

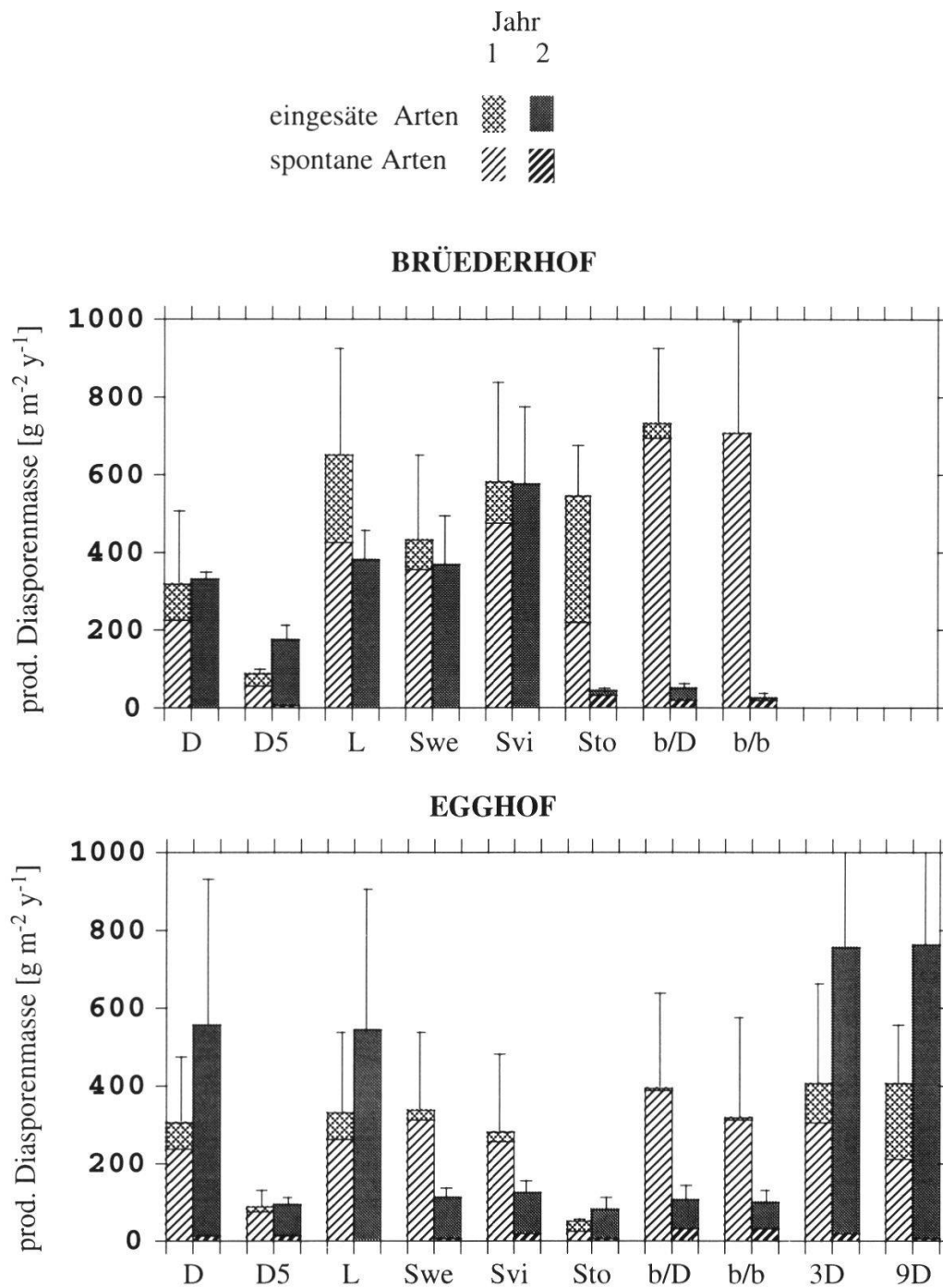


Fig. 15. Jährlich produzierte Diasporenmasse auf den verschiedenen Wanderbrachen in Abhängigkeit von den Ansätzen. Innerhalb eines Ansatzes sind links jeweils die Werte für das 1. Jahr und rechts für das 2. Jahr aufgetragen. Die Diasporenmasse der spontan aufgelaufenen und der eingesäten Arten sind übereinander gezeichnet, wodurch die gesamte Masse ersichtlich ist. Errorbar: 1 se über die gesamte Diasporenproduktion (eingesäte und spontane Arten zusammen). Mittelwerte von jeweils 4 Wiederholungen.

Total seed mass produced by all species on the different wandering fallows. For each treatment the first bar corresponds to year 1 and the second bar to year 2. The mass of the propagules of the sown species is indicated above the mass of the propagules of the spontaneously occurring species. The error bars indicate 1 se over the whole propagule production (sown and spontaneous). Mean of 4 replicates.

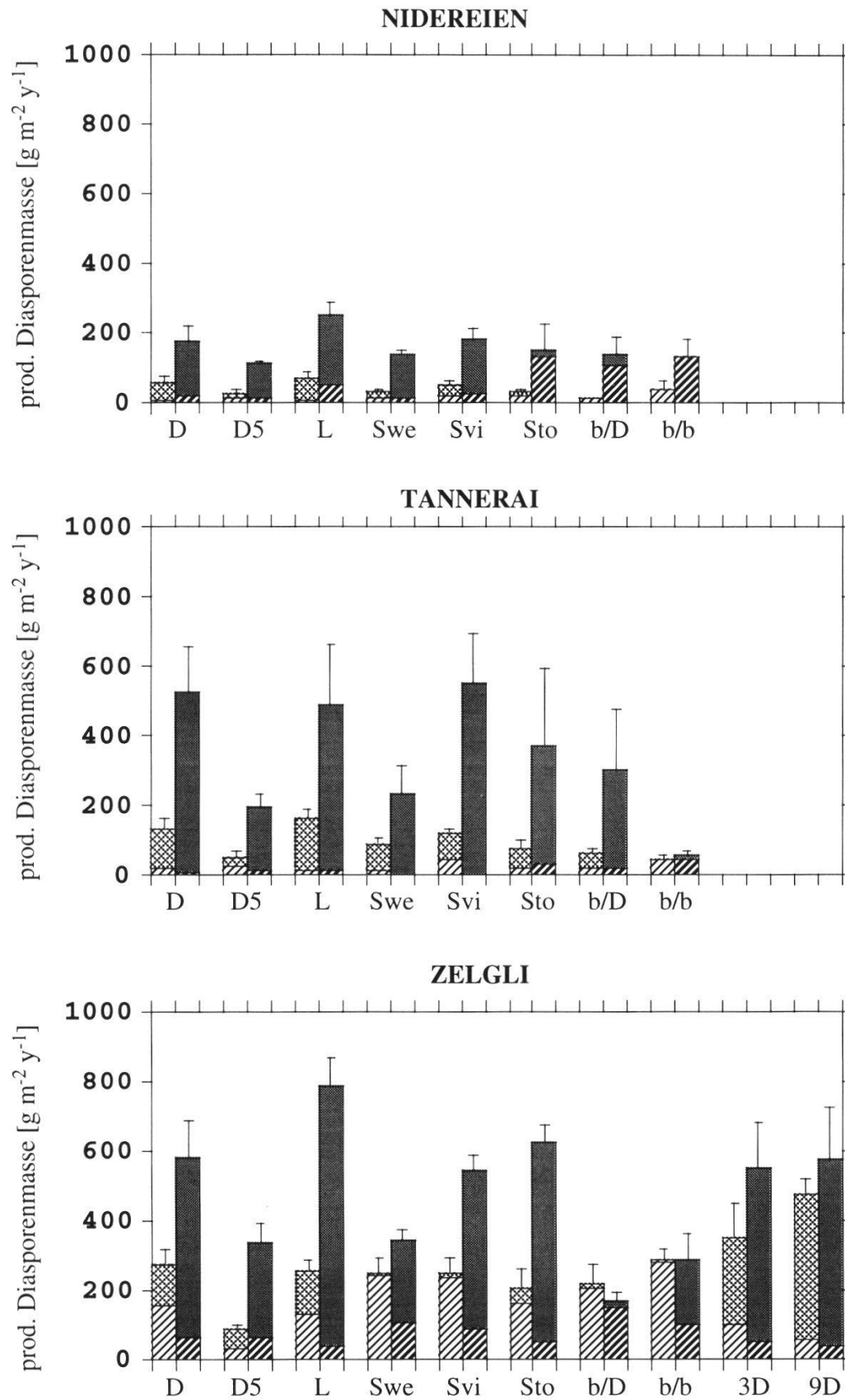


Fig. 15. (Forts. - *continued*)

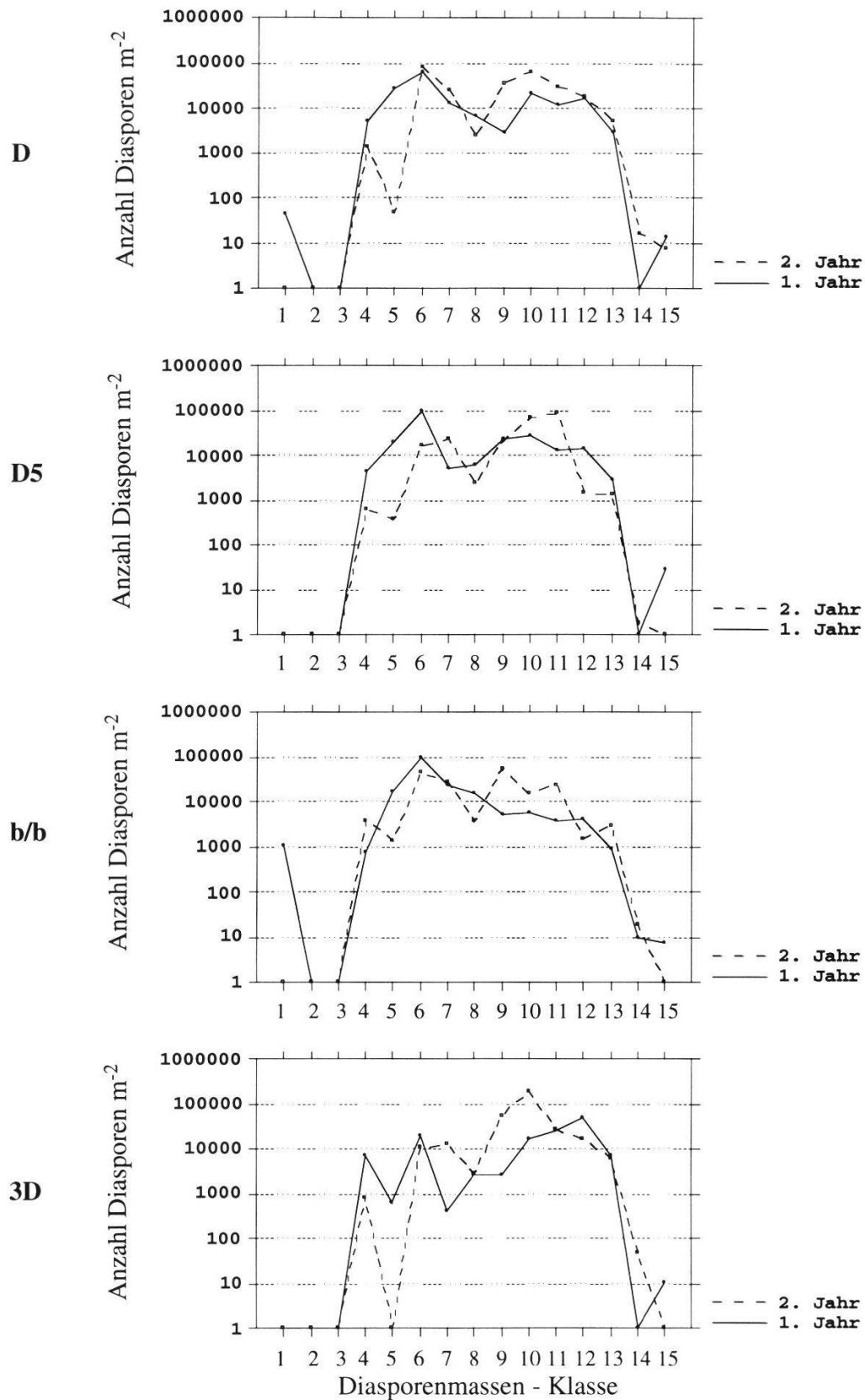


Fig. 16. Verteilung der Diasporenmasse auf 15 Masse-Klassen. Mittelwerte von allen Segmenten mit gleichen Ansätzen ($n=20$). Logarithmische Skala.
Distribution of seed weight in 15 classes. Mean of all segments with a special treatment ($n=20$). Logarithmic scale.

4. DISKUSSION

4.1. ZU DEN METHODEN

Bestäubungsbiologische Einheiten, Schauapparatfläche. Die Zählung bzw. Schätzung der bestäubungsbiologischen Einheiten weist verschiedene Vorteile gegenüber der Schätzung der Deckungswerte auf. Zum einen ist sie nicht so stark vom Aufnahmezeitpunkt abhängig wie die Aufnahme der Deckungswerte. Dies kann am Beispiel von *Matricaria chamomilla* gezeigt werden. Der Deckungswert dieser Art fiel nach dem Verblühen Ende Juli innerhalb von rund 3 Wochen von 70% auf 10%. Mit der Blütenschätzungsmethode werden dagegen vor und nach dem Verblühen keine wesentlich verschiedenen Werte notiert.

Ein wichtiger Vorteil der verwendeten Methode besteht darin, dass die produzierte Diasporenmenge abgeschätzt werden kann. Der Fehler kann jedoch beträchtlich sein, vor allem bei Arten mit mehreren Generationen pro Jahr. Wenn es je eine klare Frühlings- und Herbstkohorte gibt (z.B. bei *Veronica persica*, *Lamium purpureum*), ist das Problem leicht lösbar. Schwierig wird es bei Arten mit sich überschneidenden Generationen (z.B. *Stellaria media*). Die Schätzung der Anzahl gebildeter Blüten ist auch bei Arten mit einer offenen Architektur schwierig. Man weiss nie sicher, wieviele Blüten noch entstehen werden.

Bei der Samenproduktion kann die Anzahl Samen pro Frucht (z.B. Kapsel bei *Papaver*) recht unterschiedlich sein. Darin liegt ein weiterer Unsicherheitsfaktor bei der Schätzung der Samenproduktion. Zudem nimmt die Masse der einzelnen Samen im Verlauf des Jahres bei den meisten Arten ab (CAVERS und STEELE 1984, FENNER 1985). Im weiteren ist die Prädation der Samen manchmal schwer abzuschätzen. Nach meinen Beobachtungen war der Befallsgrad einer bestimmten Art auf allen Wanderbrachen in einem Jahr erstaunlich konstant, schwankte aber stark von Jahr zu Jahr. Es wurden jedoch keine diesbezüglichen quantitativen Erhebungen gemacht. Gemäss CRAWLEY (1988) beträgt die Samenprädation der meisten Arten 30-100%.

Aufgrund der Untersuchungen von NORRIS (1992) kann angenommen werden, dass die Samenproduktion eher unter- als überschätzt wurde. Dieser Autor fing alle produzierten Samen von *Echinochloa crus-galli* auf Folien auf und verglich sie mit den Schätzwerten, welche ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit gewonnen wurden, nämlich durch Hochrechnung aus der Anzahl

Fruchtstände mal Anzahl Samen pro Fruchtstand. Die Anzahl Samen auf den Folien war über 10 Mal höher als die bisherigen Schätzungen der Samenproduktion dieses Grases.

Wie vorgehend diskutiert, ist die absolute Anzahl der produzierten Diasporen sowie die Diasporenmasse mit ziemlich grosser Unsicherheit behaftet. Die relativen Werte zum Vergleich der einzelnen Ansätze sind jedoch recht genau, da die zu vergleichenden Aufnahmen am selben Tag durch dieselbe Person gemacht wurden. Ein möglicher Fehler bei der Schätzung der absoluten Diasporenproduktion wird also bei allen Aufnahmen proportional etwa gleich gross sein, wodurch der Quotient z.B. Diasporenproduktion bei D zu b/b, nicht beeinflusst wird.

Im Gegensatz zu den Aufnahmen von KRÜSI (1981), welcher jede Woche "flowering units" (Blütenköpfe, Dolden) zählte, ist bei der für die vorliegende Arbeit entwickelten Methode die Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten, wie sie sich zu einem bestimmten Zeitpunkt einem Betrachter präsentiert, nicht bekannt, da die verschiedenen Arten unterschiedliche lange blühen. Lange offene Blüten leisten einen grösseren Beitrag zum Blühaspekt der Flächen als schnell verwelkende Blüten.

Der Nachteil der Blütenschätzmethode liegt im erheblichen Arbeitsaufwand, da ab Anfang Mai etwa alle 3 Wochen ein Durchgang notwendig ist, um alle Arten zum optimalen Aufnahmezeitpunkt zu erfassen.

Evenness. Bei der Berechnung der Evenness, welche auf Deckungswerten basiert, ergeben sich ähnliche Probleme wie bei der Angabe von Deckungswerten an sich (siehe S. 93 oben): die sich im Jahresverlauf ändernden Deckungswerte. Dies bedeutet, dass Diversitätsindices, welche auf Deckungswerten beruhen, vom Aufnahmezeitpunkt abhängig sind. Ebenfalls stark vom Aufnahmezeitpunkt abhängig sind Berechnungen, welche sich auf die Biomasse beziehen. Dieses Problem ergibt sich nicht, wenn die im Jahresverlauf produzierte Diasporenmasse als Basis für die Diversitätsberechnung genommen wird, wie dies bei dieser Arbeit erfolgte.

Die Gewichtung der Evenness nach der Diasporenmasse ist bei Arbeiten, wo Nahrungsnetze interessieren, sinnvoll. Bei der vorliegenden Arbeit mit Arten, welche sich schon nach ein bis zwei Vegetationsperioden reproduzieren, ist diese Basis nur in wenigen Fällen problematisch. Wieweit die Berechnungsmethode bei anderen Standorten angewendet werden kann, muss ausprobiert werden.

Parzellengrösse. Die Wahl der Flächengrösse für Aussaatversuche ist immer ein Kompromiss. Bei kleinen Flächen können seltene Arten nicht vertreten sein; bei grossen Flächen ist die Wahrscheinlichkeit, dass Bodeneigenschaften verschieden sind, grösser als bei kleinen Flächen. Der Samenvorrat der meisten Arten ist im Boden fleckig gehäuft. Auf Fruchtfolgeflächen werden die Diasporen durch die verschiedenen Bearbeitungsgeräte unterschiedlich verteilt oder angehäuft (Mähdrescher), wie dies CHAUVEL et al. (1989) zeigten. Bei Untersuchungen von DESSAINT et al. (1991) waren einzig *Avena fatua* und *Chenopodium polyspermum* zufällig verteilt. Aus dem geringen Grad an Autokorrelation bei 0.5 m entfernten Samenvorratsproben schlossen sie, dass die Fleckengrösse bei knapp der Hälfte der Arten kleiner als 0.5 m ist, bei den restlichen grösser. Aufgrund dieser Angaben kann angenommen werden, dass eine Parzellengrösse von 2.5 x 4 m für die meisten Arten durchaus ausreichend sein sollte, um genügend Flächen mit hoher und mit niedriger Samenkonzentration in einer Parzelle zu haben. Bei älteren Brachen ist jedoch oft eine stark fleckenhafte Physiognomie zu beobachten (HARD 1976). Daher sollte für langjährige Untersuchungen ohne ausgleichende Störfaktoren (Bodenbearbeitung, Schnitt) die Flächengrösse grösser gewählt werden als bei 2-jährigen Untersuchungen.

4.2. ZU DEN ERGEBNISSEN

4.2.1. Sukzession auf Brachflächen

Artenzahl. Untersuchungen über den Verlauf der Sukzession auf Brachflächen sind zahlreich, insbesondere in den Vereinigten Staaten von Amerika (MARSHALL und HOPKINS 1990, GLENN-LEVIN et al. 1992). Es ist jedoch sehr schwierig, allgemeine Gesetzmässigkeiten abzuleiten. Die Anzahl der Einflussfaktoren ist gross.

EGLER stellte 1954 das 'initial floristic composition'-Konzept (IFC) vor, wonach die Weiterentwicklung von Brachflächen durch den bereits vorhandenen Samenvorrat weitgehend vorgegeben ist. Bei den hier vorgestellten Versuchen wurde durch die Einsaat auf verschiedenen Flächen ein ähnlicher Samenvorrat geschaffen. Trotzdem entwickelten sich die Flächen ziemlich verschieden. Daher neige ich dazu, das IFC abzulehnen, wobei doch die Weiterentwicklung meiner Versuchsflächen noch abgewartet werden muss.

Neben der bestehenden Samenbank spielt das Substrat (REBELE 1992) und der

Nährstoffeintrag von benachbarten Flächen (KLEYER 1991) eine wichtige Rolle für die floristische Weiterentwicklung von Brachen.

Ein Problem beim Erfassen einer Sukzession sind die jährlichen Schwankungen, wie SCHMIDT (1986) feststellte. Auf seinen Untersuchungsflächen reichten die Schwankungen von 29 bis 62 Arten pro 150 m², ohne dass eine gleichgerichtete Tendenz eine einheitliche Ursache erkennen liess. Bei diesen Versuchen handelte es sich um jährlich gepflügte Brachflächen. Die Versuchsanordnung war somit verschieden zu den hier vorgestellten Untersuchungen, wo die Artenzahlen im ersten und im zweiten Jahr nach Aufgabe der Bewirtschaftung erfasst wurden. Trotzdem lässt sich aus den Beobachtungen von SCHMIDT schliessen, dass bei Vergleichen von Artenzahlen auf Brachflächen von verschiedenen Autoren Vorsicht geboten ist, da diese normalerweise nur in einem bestimmten Jahr erhoben wurden. SCHMIDTS Ergebnisse decken sich auch mit meinen Beobachtungen während der Vorversuche, wo Arten in einem Jahr z.T. abundant auftraten, in den Folgejahren jedoch trotz gleichem Brachlegungstermin überhaupt nicht mehr (z.B. *Euphorbia helioscopia* auf dem Tannerai, *Panicum capillare*, *Tussilago farfara* und *Urtica dioeca* im Zelgli).

Für die Artenzahlen von Brachen scheint auch die Position der Flächen innerhalb des Feldes wichtig zu sein. VAN ELSSEN und GÜNTHER (1992) fanden im ersten Jahr von Ackerstillegungen mehr seltene Arten am Ackerrand als im Feldinnern. Im Feldrandbereich entwickelten sich jedoch durch die Ausbreitung mehrjähriger Arten schneller grünlandartige Pflanzenbestände als im Feldesinnern, so dass bereits im 2. Jahr im Feldesinnern mehr Rote Liste - Arten gefunden wurden als im Feldrandbereich. Bei BORNKAMM und HENNIG (1982) nahm die durchschnittliche Artenzahl auf 1 m² grossen, ungeernteten Versuchsflächen vom 1. zum 2. Jahr auf 9.9 Arten zu und von da an wieder ab. Die Untersuchungen fanden in Berlin statt. Beim Sukzessionsversuch Zöberitz fanden KLOTZ et al. (1991) auf 4 m² grossen Teilflächen einer einjährigen Ackerbrache durchschnittlich 19 Arten bei gedüngten Varianten, 21 Arten bei ungedüngten Varianten. Im Folgejahr waren es 12 Arten bei der gedüngten Variante und 22 Arten bei der ungedüngten Variante. Die Artenzahl nahm also bei Düngung ab, ohne Düngung nahm sie leicht zu.

Bei den hier vorgestellten Untersuchungen nahm die mittlere Artenzahl auf den Flächen ohne Einsaaten (b/b) vom ersten zum zweiten Jahr immer ab, mit Ausnahme der Nidereien, wo sie zunahm (Tab. Z1).

Bei Untersuchungen von FRIEBEN (1990) lag die mittlere Artenzahl bei biologisch-dynamisch bewirtschafteten Äckern mit durchschnittlich 30 Arten rund

doppelt so hoch wie bei konventionell bewirtschafteten Äckern mit durchschnittlich 15 Arten (in den bewirtschafteten Flächen). Bei meinen Untersuchungen lag der biologische Betrieb (Brüederhof) mit 59 Arten auf den Brachflächen in der Mitte der andern Betriebe (85, 76, 53 und 42 Arten). Die meisten Arten an sich und auch die meisten seltenen Arten waren auf dem Egghof zu finden, welcher zwar konventionell, jedoch auf einem tiefen Düngungsniveau geführt wird.

Artenspektrum. Typische annuelle Ackerunkräuter nahmen schon im 2. Brachejahr deutlich ab, so *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Delphinium consolida*, *Legousia speculum-veneris* und *Ranunculus arvensis*. Im Gegensatz jedoch zu LEPS J. (1987) und OSBORNOVA et al. (1990), bei welchen *Papaver rhoeas* von bis über 80% Deckung im ersten Jahr auf etwas über 10% im zweiten Jahr absank, konnte sich diese Art auf den meisten Versuchsflächen recht gut behaupten.

Bisher konnten sich nur wenige perennierende Gräser etablieren, wie dies aufgrund von Beobachtungen verschiedener Autoren auf Brachen zu befürchten war, z.B. TISCHEW und SCHMIEDEKNECHT (1993). Diese beziehen sich jedoch auf Flächen ohne Einsaaten. Auf den Segmenten ohne Einsaaten waren die Deckungswerte der Gräser denn auch höher als auf den Segmenten mit Einsaaten (siehe Fig. 10, S.80). Die Gräser nahen im 3. und 4. Jahr weiter zu. Die entsprechenden Daten werden später publiziert.

Evenness. Für Vergleiche der Evenness im Verlaufe der Entwicklung spielt die Basis eine wichtige Rolle (siehe 4.1., S. 94). TRAMER (1975) stellte fest, dass die Evenness auf Brachflächen im Juli des zweiten Jahres sprunghaft zunahm, wenn sie nach Abundanzen berechnet wurde. Sie nahm jedoch ab, wenn sie nach Biomasse berechnet wurde. Mit meiner Berechnungsmethode nahm die Evenness auf den untersuchten Flächen vom ersten zum zweiten Jahr praktisch immer zu. Bei Untersuchungen der Sukzession auf Brachäckern in Illinois von BAZZAZ (1975) nahm die Shannon-Diversität vom ersten zum zweiten Jahr zu und nahm dann wieder ab. Dies stimmt mit den bisherigen Ergebnissen überein, wo der Shannon-Index bei den Brachparzellen (b/b) auf 3 Wanderbrachen zunahm und auf 2 Wanderbrachen praktisch unverändert blieb. (In dieser Arbeit wird in den graphischen Darstellungen und den Tabellen die Evenness wiedergegeben. Für Vergleiche lässt sich der Shannon-Index jedoch leicht errechnen, indem die Evenness mit dem Logarithmus der Artenzahl multipliziert wird).

4.2.2. Diasporenproduktion

Anzahl Diasporen. Die von SALISBURY (1942) ausgezählten *Papaver rhoeas* - Kapseln liegen mit einem Mittelwert von 1360 Samen pro Kapsel etwas über meinen Zählungen von 1000 Samen pro Kapsel. Der Schwankungsbereich liegt bei SALISBURY zwischen 463 bis 2556 Samen pro Kapsel.

Auch bei *Papaver dubium* liegt sein Mittelwert mit 2008 über dem meinigen von 1600 Samen pro Kapsel. Die geringere Anzahl Samen pro Kapsel bei meinen Zählungen dürfte auf Konkurrenz zurückzuführen sein. SALISBURY entnahm seine Pflanzen relativ konkurrenzfreien Standorten. Bei *Hypericum perforatum* stimmen die Angaben bei SALISBURY und meine Zählungen gut überein: 84 resp. 80 Samen pro Kapsel. Ein sehr grosser Unterschied der Anzahl Samen pro Kapsel ergibt sich bei *Linaria vulgaris*. SALISBURY gab 25 als durchschnittlichen Wert an. Diese Zahl wäre für die Pflanzen auf den Wanderbrachen auch in etwa zutreffend gewesen; fast alle Kapseln waren jedoch von Insekten befallen oder blühten so spät, dass die Samen nicht mehr reif wurden. Der für die Berechnung der Samenproduktion eingesetzte Wert betrug mit Einbezug der Totalverluste 0.5 Samen / Kapsel. Ebenfalls wegen starkem Insekten-Befall ermittelte ich bei *Sonchus arvensis* nur gerade 10 Achänen pro Köpfchen, währenddem SALISBURY 156 Achänen pro Köpfchen zählte. Bei den andern beiden *Sonchus*-Arten waren die Unterschiede geringer: 120 zu 140 bei *Sonchus oleraceus* und 80 zu 197 bei *Sonchus asper*.

Die von WEHSARG (1954) als maximale Werte für eine Pflanze angegeben Werte für die Samenproduktion werden auf Wanderbrachen leicht übertroffen. Für *Silene alba* stellte dieser Autor 31 500 Samen / Pflanze als Maximalwert fest. Im Zelgli brachte es eine Pflanze auf 140 000 Samen pro Pflanze. Der Durchschnittwert über alle Wanderbrachen liegt jedoch nur bei 10 800. Für *Papaver rhoeas* gibt WEHSARG maximal 79 800 Samen pro Pflanze an. Im Tannerai war der Maximalwert bei 250 000. Der Durchschnitt über alle Wanderbrachen liegt bei 47 500. WILSON et al. (1988) geben für diese Art einen Maximalwert von 530 000 Samen pro Pflanze an.

Bezogen auf die Samenproduktion pro Flächeneinheit liegen Daten von OSBORNOVA et al.(1990) vor. Die produzierte Samenmenge auf trockenen Brachflächen in Zentral-Böhmen, Tschechische Republik, betrug bei *Papaver rhoeas* 228 000 pro m² (auf Wanderbrachen maximal 135 000), bei *Anagallis arvensis* 2 700 pro m² (auf Wanderbrachen maximal 2000) und bei *Chenopodium album* 25 000 (auf Wanderbrachen maximal 2000).

HARPER und GAJIC (1961) geben für *Agrostemma githago* in Reinkultur eine Samenproduktion von 32 000 Samen pro m² an. Die höchste Anzahl Samen pro m² wurde bei Schnittgutübertragung_{total} auf dem Brüederhof erreicht. Sie betrug 24 000 Samen pro m², was 312 g pro m² entspricht und nahe an den von HAMMER et al. (1982) angegebenen Wert von 360-380 g pro m² reicht (Reinkultur).

Vermehrungsfaktor Über den Vermehrungsfaktor sind nur wenige Angaben in der Literatur vorhanden. WERNER (1977) säte *Dipsacus silvester* - Diasporen in die bestehende Vegetation von Ackerbrachen. Sie fand nach 2-4 Jahren einen Vermehrungsfaktor von 7. Auf den Wanderbrachen liegt der durchschnittliche Vermehrungsfaktor dieser Art nach 2 Jahren bei der Mischung D zwischen 350 (Egghof) und 14 800 (Zelgli). Wahrscheinlich ist der unbedeckte Boden entscheidend für die Etablierung von *Dipsacus*-Diasporen.

4.3. BEURTEILUNG VON WANDERBRACHEN IM AGROÖKO-SYSTEM

Rolle im Nahrungsnetz. Die Diasporenmasse, welche im Durchschnitt auf Wanderbrachen produziert wird, ist mit bis über 700 g pro Quadratmeter und Jahr beträchtlich. Wie weit und von welchen Organismengruppen dieses Nahrungsangebot tatsächlich genutzt wird, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Ein paar qualitative Beobachtungen seien trotzdem vermerkt.

Offensichtlich werden die Wanderbrachen vom Wild beäst. Besonders oft abgefressen waren *Papaver*-Arten, *Vaccaria pyramidata* und *Silene alba*. *Agrostemma githago* wurde auf dem Egghof im ersten Jahr der Versuche (1988) verbissen, in den folgenden Jahren jedoch weit weniger. *Agrostemma*-Samen enthalten im Embryo Triterpensaponine, die bei empfindlichen Tieren zu Vergiftungserscheinungen führen können (HAMMER et al. 1982).

Fast ganz verschont blieb *Centaurea cyanus*.

Im Herbst und Winter wurden die Fruchtstände von Karden (*Dipsacus silvester*) häufig von finkenartigen Vögeln (*Fringillidae*) besucht. Diese Art war auch beliebt bei Mäusen, welche im Winter die Rübenwurzeln der jungen Rosettenpflanzen frassen.

Dr. Markus Jenny stellte fest, dass die Jungen von Feldlerchen, welche in der Nähe von Wanderbrachen aufgezogen wurden, im Durchschnitt wesentlich besser ernährt waren als die Jungvögel in einer Feldflur ohne entsprechende Fläche (mündl. Mitteilung). Dieser Erfolg dürfte vor allem auf eine erhöhte Insektendichte auf krautigen Ausgleichsflächen zurückzuführen sein. Weitergehende ornithologische Untersuchungen sind im Gange.

Mit der für diese Arbeit verwendeten Methode wird die Produktion an reifen Diasporen abgeschätzt. Zur Abschätzung der Rolle im Nahrungsnetz müsste auch die Nektar- und Pollenproduktion der wichtigsten Arten erfasst werden. Dies ist aber aufwendig, da die Nektarproduktion unter anderem von der Temperatur, der Wasserversorgung und den Nährstoffreserven der Pflanzen abhängt (KUGLER 1970).

Deckung und Vermehrungsmöglichkeiten für Tiere. Aus zahlreichen Einzelbeobachtungen kann geschlossen werden, dass Wanderbrachen von Hasen und Rehen als Deckung genutzt werden.

Es gilt jedoch zu beachten, dass der Prädatorendruck in linearen Strukturen grösser sein kann als in flächigen Strukturen, da ein Räuber einen Streifen effizienter nach Beute absuchen kann als eine Fläche (Dr. H. P. Pfister, mündl.).

Botanischer Artenschutz. Es hat sich gezeigt, dass sich auf den Versuchsfeldern mehrere Arten der Roten Liste von LANDOLT (1991) spontan einstellten (siehe Tab. 12, S.55) und sich auch reproduzieren konnten, d.h. den Samenvorrat im Boden auffüllen konnten. Von den eingesäten Arten konnte sich vor allem *Centaurea cyanus* auch in der nachfolgenden Kultur halten, und zwar zum Teil auch noch im dritten Jahr nach dem Durchgang einer Wanderbrache. *C. cyanus* war auch die einzige von mehreren in Ackerschonstreifen eingesäten Segetalarten, welche sich bei den Untersuchungen von STROTDRESS (1990) etablieren konnte.

Herbologische Aspekte. Die meisten der eingesäten Unkrautarten gehören nach der Einteilung von HOLZNER (1991 a,b) dem Typ H "Steppenkräuter" an: *Delphinium consolida*, *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Papaver dubium*, *Ranunculus arvensis*). Diese Arten weisen eine nur geringe bis mässige Konkurrenzkraft (2-3 nach diesem Autor) dem Getreide gegenüber auf. Ebenfalls keine Gefahr für Kulturpflanzen stellen die 2 Vertreter des Typs I ("Spezialisten": *Agrostemma githago* und *Vaccaria*

pyramidata) dar. Die zweijährigen Arten des Typs M "Pionierkerzen" (*Echium vulgare*) und des Typs N "Pionierdisteln" (*Arctium lappa*, *Dipsacus silvester* und *Pastinaca sativa*) sind ohnehin kein Problem in den nachfolgenden Kulturen. Für die Landwirte werden somit nur Arten problematisch, welche spontan auflaufen und sich in den Wanderbrachen stärker vermehren können als dies unter Kulturbedingungen der Fall wäre. Im Zelgli war dies vor allem der Fall bei *Alopecurus myosuroides*. Nach ROEBUCK (1987) sowie WILSON und BRAIN (1990) bleiben die Samen von *A. myosuroides* maximal 3 Jahre im Boden lebensfähig. Der Samenvorrat dieser Art nahm bei DESSAINT et al. (1991) zwischen 73 und 83 % pro Jahr ab. Wenn also ein erneutes Absamen verhindert werden kann, so ist das Problem zeitlich ziemlich eng begrenzt. Auch der Diasporenvorrat von *Galium aparine* nimmt jährlich stark ab (DESSAINT et al. 1991). Letztere vermehrte sich vor allem auf dem Brüederhof stark.

Eine Art, welche bislang kaum als Unkraut in Erscheinung getreten ist, konnte sich in grossem Ausmass auf die umliegenden Felder versamen und dort vor allem in Hackkulturen keimen. Es handelt sich um *Lactuca serriola*. Diese Art bildet nach MARKS und PRINCE (1981) keine Diasporenbank und keine perennierenden Strukturen. Sie dürfte also nach Wiederaufnahme der Kultur recht schnell wieder verschwinden, kann jedoch im ersten oder zweiten Jahr einen zusätzlichen Bekämpfungsaufwand erforderlich machen. In den Wanderbrachen selbst kann der Kompasslattich unangenehm dominant werden. Es kann daher unter Umständen vorteilhaft sein, diese Art nicht absamen zu lassen.

Die herbologisch bedeutsamste Art mit einer langjährigen Samenbank im Boden - *Rumex obtusifolius* - liessen wir vorsichtshalber nicht absamen. Auch *Cirsium arvense* wurde entfernt. Die Samen dieser Art sind zwar meist steril oder hoch parasitiert (OESAU 1992). Bei der grossen Anzahl produzierter Samen genügen jedoch auch wenige Promille um einen Bestand aufzubauen. Die Pflanzen können sich auch vegetativ vermehren und werden dann häufig bei der Bodenbearbeitung verschleppt.

4.4. VERGLEICH MIT ÄHNLICHEN PROJEKTEN

Ackerschonstreifen. Ackerschonstreifen sind Randstreifen eines Feldes, auf welchen eine landwirtschaftliche Nutzung erfolgt. Auf den entsprechenden Flächen wird der Pestizideinsatz und z.T. die Düngung eingeschränkt.

In Deutschland wurde dieses System von SCHUMACHER (1980, 1984) unter dem Namen Ackerrandstreifen vorgestellt. Seither sind in allen deutschen Bundesländern Programme für Ackerschonstreifen angelaufen, z.T. auch unter anderen Namen. Die Auflagen sind dabei verschieden. Sie reichen vom Verbot von Herbiziden und Einschränkung der mechanischen Unkrautregulierungsmassnahmen bis zum Verbot aller Pestizide und Einschränkungen bei der Düngung im Streifen.

Meist werden die Flächen gezielt durch die Beauftragten nach Schutzkriterien ausgewählt (z.B. WOLFF-STRAUB 1988), zum Teil werden grundsätzlich alle von Landwirten angebotenen Flächen in die Programme aufgenommen.

Die Bereicherung der Streifen durch Ausbringung von seltenen Arten wird unterschiedlich gehandhabt.

Entsprechende pestizidfreie Ackerschonstreifen gibt es in England mindestens seit 1982 (SCHUMACHER 1987). Auch in der Schweiz lief in den 80-er Jahren ein entsprechendes Programm (Aktion Kornblume), welches jedoch versandete; wohl vor allem deshalb, weil die Flächen nicht gezielt genug ausgewählt wurden und sich daher hauptsächlich triviale Unkrautarten etablierten (AMMON 1990). Neuerdings werden auch in der Schweiz Ackerschonstreifen wieder gefördert.

Die besten Resultate werden erreicht, wenn die Flächen gezielt ausgewählt werden. Bei entsprechend sorgfältiger Auswahl gibt es sehr viele Erfolgsmeldungen über Arten, welche z.T. bereits als verschollen galten und wieder spontan in Ackerschonstreifen aufgetreten sind (MARGENBURG 1991). OESAU (1987) empfiehlt, bei der Auswahl der zu fördernden Flächen auf jeden Fall auf das Vorkommen von Problem-Unkräutern (*Galium aparine*, *Cirsium arvense*, *Agrostis spica-venti*) zu achten und nur solche Flächen aufzunehmen, auf denen die Problem-Unkräuter nicht häufig sind. Probleme können sich vor allem bei der Ernte ergeben, wenn durch die Unkräuter der Feuchtigkeitsgehalt des Erntegutes erhöht wird.

Gemäss HOLZ (1988) sind Ackerschonstreifen auf bisher intensiv bewirtschafteten Flächen nur bedingt für eine Förderung von seltenen Ackerwildkräutern geeignet.

Verglichen mit Wanderbrachen liegt der Vorteil von Ackerschonstreifen darin, dass es sich um ein 'natürlicheres' System handelt. Auf diesen Flächen erfolgt noch eine landwirtschaftliche Nutzung, was zwar von den übersättigten Getreidemärkten her gesehen ungünstig ist, jedoch die Akzeptanz bei den Landwirten erhöht. Die notwendigen Entschädigungen sind niedriger als bei Wanderbrachen. Möglicherweise können sich auf Ackerschonstreifen

lichtbedürftige Ackerbegleitarten besser halten als in den recht dichten Wanderbrachen. Entsprechende Vergleiche auf benachbarten Flächen sollten durchgeführt werden.

Verglichen mit Wanderbrachen entfällt bei den Ackerschonstreifen die Deckung sowie das Blüten- und Diasporenangebot nach der Ernte. Auch sind die Überwinterungsstrukturen nicht gegeben.

Feldflorareservate. Feldflorareservate sind ganze Felder, welche extensiv bewirtschaftet werden. Dadurch wird das minimale Areal, welches von Populationen zum Überleben benötigt wird, bei mehr Arten erreicht als bei Ackerschonstreifen. Zudem können auch gezielt Kulturarten angebaut werden, welche für das Überleben von entsprechend spezialisierten Ackerbegleitarten notwendig sind, z.B. Flachs für *Camelina alyssum* (RITTER und WALDIS 1983). Auch können Brachen in die Fruchtfolge gelegt werden. Diese wirken sich besonders günstig auf die Artenzahlen aus (ILLIG 1990).

Zum Teil werden in Feldflorareservaten Einsaaten von seltenen Arten vorgenommen (RODI 1986). Feldflorareservate sind vor allem aus Deutschland bekannt.

In Österreich läuft ein ähnliches Projekt unter dem Namen "Wildacker". Dabei wird die Dreifelderwirtschaft mit einem Brachjahr wiederaufgenommen (FARASIN und SCHRAMAYR 1988).

Feldflorareservate sind für den Artenschutz günstig. Ihr Beitrag zur flächigen Ökologisierung der Landwirtschaft dagegen ist gering.

Ackerrandstreifen. Ackerrandstreifen sind brach liegende Streifen am Ackerrand. Meist werden seltene Ackerbegleitarten eingesät. Auf den Flächen erfolgt jährlich eine Bodenbearbeitung (pflügen oder grubbern).

Der Begriff Ackerrandstreifen wird häufig auch für Ackerschonstreifen verwendet. KLANSEK und VAVRA (1993) benutzen den Ausdruck 'Öko-Wertstreifen' für Ackerrandstreifen im östlichen Weinviertel, Österreich.

Die Ackerrandstreifen unterscheiden sich von den Ackerschonstreifen durch die wegfallende landwirtschaftliche Nutzung. Von den Ackerkrautstreifen (siehe nächste Seite) und den Wanderbrachen heben sie sich dadurch ab, dass die Pflanzenbestände nur einjährig sind. Die Überwinterungsmöglichkeit für Insekten in abgestorbenen Pflanzenteilen fällt damit weitgehend weg.

Von Wanderbrachen unterscheiden sie sich zusätzlich durch die fehlende Verschiebung. Ackerrandstreifen haben den Vorteil, dass die Gefahr der Verunkrautung der benachbarten Kulturen geringer ist als bei Wander-

brachen. Der Nachteil liegt jedoch darin, dass die Artenvielfalt im Laufe der Jahre wahrscheinlich abnimmt. Langjährige Erfahrungen sind mir nicht bekannt. Aus den Versuchen mit der Schnittgutübertragung kann jedoch geschlossen werden, dass die Artenvielfalt abnehmen wird. Bei der Schnittgutübertragung_{total} gelangten wie bei den Ackerrandstreifen alle Diasporen eines Jahres auf das frisch zubereiteten Saatbeet. Im Folgejahr war die Artenvielfalt dann deutlich geringer als bei der selektiven Schnittgutübertragung. In der Schweiz gibt es vor allem im Kanton Aargau Ackerrandstreifen (M. Bolliger, mündl.).

Ackerkrautstreifen (verschieben oder nicht verschieben?). Ackerkrautstreifen sind ähnlich wie Wanderbrachen. Der Hauptunterschied liegt darin, dass die Ackerkrautstreifen nicht seitlich verschoben werden. Wie bei den Wanderbrachen erfolgt zu Beginn eine Einsaat von Ackerbegleit- und Wiesenarten. Die Streifen werden nach ein paar Jahren erneuert. Die Ackerkrautstreifen können sich am Feldrand oder im Feldinnern befinden. Ackerkrautstreifen werden hauptsächlich an der Universität Bern (Gruppe von Prof. Nentwig) untersucht. Sie sind auch bekannt unter den Bezeichnungen Sukzessionsstreifen, Ackerwildkrautstreifen, Wildkrautstreifen. Die Auswahl der einzusäenden Pflanzenarten erfolgt hauptsächlich nach deren Nützlingsförderungspotential (NENTWIG 1993).

Der Vorteil von Ackerkrautstreifen gegenüber Wanderbrachen liegt vor allem darin, dass die Verunkrautungsgefahr für die benachbarten landwirtschaftlichen Nutzflächen geringer ist als bei Wanderbrachen. Dagegen können sich in den Brachestreifen bei langer Dauer Wurzelunkräuter wie *Agropyron repens*, *Sonchus arvensis* und *Cirsium arvense* ausbreiten (HEITZMANN 1993).

Der Nachteil von Ackerkrautstreifen gegenüber Wanderbrachen dürfte darin liegen, dass die Artenvielfalt in den Streifen im Laufe der Jahre abnehmen dürfte. Auf den hier untersuchten Flächen nahm die Artenzahl bereits vom ersten zum zweiten Jahr ab. Vor allem seltene Ackerunkrautarten wie *Centaurea cyanus*, *Delphinium consolida*, *Legousia speculum-veneris* und *Ranunculus arvensis* nahmen stark ab. Diese Arten sind auf eine häufige Störungen des Standortes angewiesen. Die Erhaltung einer vielfältigen Ackerbegleitflora ist ein wichtiger Grund für das Verschieben. Der von MÜLLER (1984) ursprünglich angegebene Grund für die Verschiebung - das Verhindern der Verstrauchung - ist weniger stichhaltig, denn der Aufwand zum Ausreissen der paar wenigen, noch kleinen Büsche wäre verhältnis-

mässig klein gegenüber dem Aufwand zum Verschieben von Wanderbrachen. Dass sich auf Brachflächen anfänglich nur wenige holzige Arten einstellen, deckt sich mit den Beobachtungen von SCHMIDT (1983).

Im grossen und ganzen nahm bei den vorliegenden Untersuchungen das Blütenangebot und die Diasporenproduktion vom ersten zum zweiten Jahr zu. Das Blütenangebot an sich nimmt unter Umständen auch nach mehreren Jahren nicht ab. Falls dies tatsächlich zutrifft, kann der Aspekt des Blütenangebots und der Diasporenproduktion bei Ackerkrautstreifen als günstiger eingeschätzt werden als bei Wanderbrachen, währenddessen die Wanderbrachen vom Artenschutz her gesehen besser abschneiden. Ob das Blütenangebot tatsächlich im Laufe der Jahre nicht abnimmt und wie sich die Artenvielfalt wirklich entwickelt, kann nur mit einem direkten Vergleich mit denselben Methoden ermittelt werden. Bisher bestehen auch mit Ackerkrautstreifen keine langfristigen Erfahrungen.

Flächenstillegungen, Grünbrachen Die Möglichkeit zur Flächenstillegung von Agrarflächen, welche seit Juni 1988 alle EG-Länder ihren Landwirten anbieten, wird manchmal mit dem Argument des Naturschutzes angepriesen. Der naturschützerische Wert dieser Massnahmen ist jedoch gering (GRIESE 1990). Die Möglichkeit einer Flächenstillegung ist seit 1992 auch den schweizerischen Landwirten im Rahmen der "Verordnung über Produktionslenkung und extensive Bewirtschaftung im Pflanzenbau" gegeben. Diese Massnahme ist zeitlich befristet.

5. FOLGERUNGEN UND FORSCHUNGSPERSPEKTIVEN

5.1. FOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS

5.1.1. Parzellenauswahl

Berücksichtigung des Diasporenvorrats im Boden. Die Literaturangaben über den Diasporenvorrat in ackerbaulich genutzten Böden reichen von ein paar hundert Diasporen pro m² bis zu 500 000 Diasporen pro m² (JENSEN 1969 in FROUD-WILLIAMS et al. 1983). Eine Zusammenstellung von Angaben verschiedener Autoren findet sich bei CAVERS und BENOIT (1989). Das Verteilungsmuster des Diasporenvorrats im Boden ist meist deutlich rechtsschief bzw. linkssteil (FORCELLA et al. 1993).

Von den vielen Samen im Boden keimt nur ein kleiner Prozentsatz. Nach BEURET (1984) sind dies nie mehr als etwas über 3%, nach FROUD-WILLIAMS et al. (1983) sind es gar nur etwa 1.9% auf gepflügten Böden und 0.3 % auf Böden ohne Bodenbearbeitung, wobei der prozentuale Anteil der Arten recht verschieden sein kann. Aus der Zusammensetzung der aktuellen Vegetation kann nur sehr bedingt auf die Zusammensetzung des Samenvorrats im Boden geschlossen werden (THOMPSON und GRIME 1979, DEBAEKE 1988a). Daher ist eine langjährige Erfahrung der Landwirte mit ihrem Land von Vorteil, um eine spezielle Unkrautgefährdung zu erkennen.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist nur ein grosser Samenvorrat von *Rumex obtusifolius* im Boden problematisch. Falls trotzdem eine Wanderbrache angelegt wird, so ist mit einem ziemlich grossen Aufwand zum Entfernen dieser Pflanzen zu rechnen.

Bei einem grossen Samenvorrat an typischen Maisunkräutern (*Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus* u.a.) ist eine Herbstsaat angezeigt. Auch bei einer nicht dicht schliessenden Pflanzendecke keimen diese Arten dann im Frühling nicht. Um einem grossen Samenvorrat an *Alopecurus myosuroides* zu begegnen, empfiehlt sich eine Frühlingssaat, da diese Art bevorzugt im Herbst keimt.

Berücksichtigung der edaphischen und klimatischen Verhältnisse. Die Mischungen H, I, K und L waren Mischungen, welche "individuell" an die verschiedenen Wanderbrachen angepasst waren. Wie aus Fig. 13 (Schauapparatfläche) und Fig. 15 (Diasporenmasse) ersichtlich ist, war der "Erfolg"

dieser individuellen Anpassung durchaus vorhanden. Eine solche Anpassung an verschiedene Standorte ist jedoch aufwendig. Ich plädiere daher für ein pragmatisches Vorgehen: 1 Samenmischung für alle Standorte. Natürlich sind dadurch für einzelne Standorte zuviele Arten in der Mischung, also auch Arten, welche sich an diesem Standort nicht werden etablieren können. Der Verlust ist jedoch rein ökonomischer Natur durch die zuviel ausgebrachten Samen. Dies fällt nicht ins Gewicht, wenn man diesen Verlust mit dem Mehraufwand vergleicht, welcher sich durch eine Vielzahl von Mischungen ergeben würde (J. Burri, VOLG Winterthur, mündl.).

Lage im Gelände. Wenn Wanderbrachen neben Naturschutzaufgaben und Nützlingsförderung auch die Funktion von Konturgrasstreifen zur Erosionsminderung übernehmen sollen (siehe 1.2.5. Seite 22), so müssen sie parallel zu den Höhenlinien angelegt werden.

Die Anlage von Wanderbrachen neben Wegen ist vom Naturschutz her gesehen als ungünstig einzustufen, da dort bodenbrütende Vögel usw. stärker gestört werden als bei Flächen in der offenen Flur. Vor allem Hunde beeinträchtigen den Wert von Ausgleichsflächen in der Nähe von Wegen. Andererseits werden Buntbrachen von Spaziergängern geschätzt und können zu einem bessern Verständnis der Bevölkerung für die Landwirtschaft beitragen.

5.1.2. Beurteilung der Mischungen

Aufgrund der Erfahrungen mit den in 2.5.2. (S.36) vorgestellten Mischungen sowie einer nebenher ausgesäten und verfolgten Mischung "m" schlage ich die in Tab. 18 zusammengestellte Mischung "o" als Mischung für Wanderbrachen vor. Diese Mischung wurde bereits auf mehreren Wanderbrachen erfolgreich angewendet. Sie eignet sich nicht nur für Wanderbrachen, sondern ebenso sehr für stationäre Brachen.

Einige Bemerkungen zu einzelnen Arten in der Mischung:

- *Chrysanthemum vulgare*: wurde bei KAPLAN (1987) vegetationsbestimmend. Daher ist Vorsicht mit dieser Art geboten. Es sei schon einer späteren Publikation vorweggenommen, dass diese Art im 3. Jahr (1993) auf allen 4 Segmenten mit der Mischung 'm' auf der Nidereien dominant wurde, währenddem sie auf dem Tannerai fast völlig verschwand. Die beiden Versuchsflächen liegen nur etwa 1 km entfernt.

Tab. 18. Samenmischung o - seed mixture o

Art	Masse Diasp. ⁻¹ [mg]	Diasporen m ⁻²	Masse m ⁻² [mg]
<i>Achillea millefolium</i>	0.15	50	7.5
<i>Agrimonia eupatoria</i>	23.9	10	239
<i>Agrostemma githago</i>	13.0	10	130
<i>Arctium lappa</i>	10.2	6	61.2
<i>Centaurea cyanus</i>	4.30	10	43.0
<i>Centaurea jacea</i>	2.64	20	52.8
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	0.90	10	9.0
<i>Chrysanthemum vulgare</i>	0.11	30	3.4
<i>Cichorium intybus</i>	1.37	15	20.6
<i>Daucus carota</i>	1.09	20	21.8
<i>Delphinium consolida</i>	1.16	30	34.8
<i>Dipsacus silvester</i>	3.14	1	3.1
<i>Echium vulgare</i>	2.92	5	14.6
<i>Fagopyrum vulgare</i>	26.7	10	267
<i>Hypericum perforatum</i>	0.12	50	6.0
<i>Knautia arvensis</i>	6.04	10	60.4
<i>Legousia speculum-veneris</i>	0.42	100	42.0
<i>Linaria vulgaris</i>	0.21	50	10.5
<i>Malva alcea</i>	2.39	5	11.9
<i>Melilotus albus</i>	1.90	5	9.5
<i>Onobrychis viciifolia</i>	18.9	10	189
<i>Papaver rhoeas</i>	0.11	600	66.0
<i>Papaver dubium</i>	0.14	100	14.0
<i>Pastinaca sativa</i>	7.09	5	35.5
<i>Ranunculus arvensis</i>	15.5	10	155
<i>Scabiosa columbaria</i>	1.37	30	41.1
<i>Silene alba</i>	0.70	30	21.0
<i>Silene noctiflora</i>	1.22	50	61.0
<i>Tragopogon orientalis</i>	7.37	10	73.7
<i>Vaccaria pyramidata</i>	9.04	5	45.2
<i>Verbascum lychnitis</i>	0.15	30	4.4

- *Vaccaria pyramidata*: gegenwärtig ist kein Saatgut aus der Gegend verfügbar, weshalb diese Art sistiert wird.

Die Aussaatdichte liegt, verglichen mit ähnlichen Projekten, mit 1.2 g m^{-2} und $1190 \text{ Samen m}^{-2}$ relativ tief. KREBS und KAULE (1990) empfehlen mit einer ähnlichen Mischung $2-5 \text{ g m}^{-2}$, JOCHIMSEN und JANZEN (1991) gebrauchten 10 g m^{-2} mit $29\,000 \text{ Samen}$ zur Begrünung von Halden. STOCKEY (1993) verwendete 5 und 15 g m^{-2} in Saatmischungen an Fliessgewässern. Landschaftsgärtner verwenden bis zu 25 g m^{-2} .

Je nach Verhältnissen kann die Aussaatdichte auch erhöht oder erniedrigt werden. Eine Erhöhung ist angezeigt, wenn grosser Wert auf die Unterdrückung von spontan auflaufenden, schwer bekämpfbaren Arten gelegt wird. Eine Erniedrigung, wenn seltene Arten im Samenvorrat des Bodens erwartet werden und diese auch keimen sollen. Wenn das Hauptziel eines Projektes der Schutz von bodenbrütenden Vögeln ist, so ist eine erniedrigte Aussaatdichte günstiger, damit der Bestand nicht zu dicht wird und dadurch die Vögel in der Fortbewegung behindert werden (Dr. M. JENNY und B. JÄGGLI, mündl.). Mit einer Veränderung der Aussaatdichte erscheinen jedoch die einzelnen Arten nicht proportional mehr oder weniger. Es wird eine Verschiebung der Artenverhältnisse geben. Vgl. dazu Mischung D, 3D und 9D in Tab. Z3 sowie BERGELSON und PERRY (1989). Je nach Zielsetzung eines Projektes und örtlichen Gegebenheiten (niederschlagsarm, nährstoffarm, seltene Ackerbegleitarten im Samenvorrat des Bodens) kann auch vollständig von einer Einsaat abgesehen werden.

Individuelle Lösungen sind von der Naturschutzseite her durchaus erwünscht. Die oben vorgestellte Mischung kann auch abgeändert werden. Dazu sollen neue Arten vorsichtig zugegeben werden. Die neuen Arten sollen auf jeden Fall auf einer kleinen Fläche mit unterschiedlicher Aussaatdichte getestet werden, bevor sie in grösserem Ausmass in einer Mischung eingesetzt werden. Die Etablierungsrate der ausgebrachten Samen ist schwer vorhersehbar. Sie erreicht in wenigen Fällen 50% , häufig ist sie unter 1% . Bei grossen Samen ist sie im allgemeinen höher als bei kleinen Samen. Ich empfehle, für die niedrigste Dichte die dreifache Samenmenge der angestrebten Anzahl Pflanzen pro Flächeneinheit zu wählen. Je ein Ansatz wird dann noch für die zehnfache und die hundertfache Samenmenge angesetzt. Die endgültige Dichte kann dann zwischen einem dieser Ansätze liegen.

Die minimale Fläche für einen solchen Test sollte 10 m^2 nicht unterschreiten. Wenn genügend Fläche zur Verfügung steht, so ist es günstiger, wenn mit 4 bis 6 Wiederholungen statt mit einer grossen Parzelle getestet wird.

5.1.3. Aussaatzeitpunkt

Es hat sich gezeigt, dass der Aussaatzeitpunkt einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände von Wanderbrachen hat. Am eindrücklichsten ist der Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstsaat bei *Pastinaca sativa*, welcher sich fast nur bei Herbstsaat etablieren konnte. Die Verhältnisse sind kompliziert. *Papaver rhoeas* konnte sich auf dem Brüederhof bei Herbstsaat besser etablieren als bei Frühlingsaat. Auf der Nidereien war es umgekehrt und auf den restlichen Flächen war kein Unterschied auszumachen. ROBERTS und BODDRELL (1984) fanden, dass *P. rhoeas* im Frühling am besten keimte, während *P. dubium* im Herbst besser erschien. Bei FROUD-WILLIAMS et al. (1984) war *Papaver rhoeas* nach Trockenlagerung im Frühling am wenigsten dormant.

Auf Grund der meist höheren Etablierungsrate und höheren Diasporenproduktion bei Herbstsaat empfehle ich eine Herbstsaat. Ein regelmässigeres Auflaufen bei Herbstsaaten als bei Frühlingsaaten beobachtete auch KREBS und KAULE (1990). Dies im Gegensatz zu HEITZMANN et al. (1992), welche mit Frühlingsaat bessere Erfahrungen machten als mit Herbstsaat. Dies kann daran liegen, dass meine Herbstsaaten erst spät, nämlich Anfang Oktober erfolgten (Krebs und Kaule empfehlen Ende September bis Anfang November). Damit überwinterten die meisten Arten als Samen und nicht als Keimlinge, welche stark gefährdet gewesen wären. Untersuchungen von DEBAEKE (1988b) über die Überwinterung verschiedener Ackerunkrautarten zeigten bei fast allen untersuchten Arten eine hohe Wintermortalität (durchschnittlich 70% in den Jahren 1984/85 und 93% in den Jahren 1984/85 und 1985/86). Die Sterblichkeit war bei kleinen Keimlingen deutlich höher als bei grossen Keimlingen. Dies berichtet auch GROSS (1980) von ihren Versuchen mit *Verbascum thapsus*. Als Hauptgrund für die Wintersterblichkeit von Keimlingen in Gaps von Halbtrockenrasen gibt RYSER (1990) Frosthebung an. Dieser Grund dürfte auch auf Äckern wichtig sein, vor allem auf solchen ohne Pflanzendecke.

Offensichtlich ist bei den untersuchten Arten der Frost nicht wichtig für die Keimung. Ausser evtl. bei *Galeopsis angustifolia*, welche bei Herbstsaat eine wesentlich höhere Etablierungsrate hatte als bei Frühlingsaat. Anhand der Resultate kann jedoch nicht entschieden werden, ob die Samen nur im Herbst keimen, oder ob sie im Frühling nur nach Frost keimen.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass bei Untersuchungen von BORNKAMM (1988) auch ohne Ansaaten der Zeitpunkt der Brachlegung einen

entscheidenden Einfluss auf die Weiterentwicklung von Brachflächen hatte. Arten, welche zu Beginn der Sukzession dominant waren, hatten einen Einfluss auf die Weiterentwicklung der Flächen, selbst wenn sie nach 2 Jahren verschwanden.

5.1.4. Aussaatmethode

FROUD-WILLIAMS und CHANCELLOR (1984) untersuchten das Keimverhalten von verschiedenen grossen Samen in Abhängigkeit von der Tiefe im Boden. Sie stellten fest, dass Einarbeiten von Samen in den Boden die Keimprozente von kleinen Samen gegenüber oberflächlicher Saat reduzierte. Demgegenüber hatten grosse Samen erhöhte Keimprozente, wenn sie in den Boden eingearbeitet wurden. Auch HARPER et al. (1965) stellten fest, dass die Mikrotopographie einen entscheidenden Einfluss auf die Keimlingsetablierung ausübt, wobei der Einfluss auf unterschiedliche Arten verschieden ist.

Die Wahl der Sämethode kann daher die Auflaufraten der Arten beeinflussen. Bei einer Aussaat auf grobscholligem Saatbeet und anschliessendem Walzen können die Samen recht tief in den Boden gelangen. Grobscholliges Saatbeet sollte daher grosssamige Arten in der Mischung fördern. Ob dies wirklich zutrifft, wird innerhalb der Diplomarbeit von Käthi Winiger an der Universität Zürich untersucht.

5.1.5. Breite von Wanderbrachen

Die Untersuchung von KELLER (1992) über die Ausbreitung von Wanderbrachearten hat gezeigt, dass die Breite von Wanderbrachen einen entscheidenden Einfluss auf deren botanische Zusammensetzung hat, falls bei der Verschiebung nicht mit Schnittgutübertragung nachgeholfen wird. Falls ein Teilstreifen nur 2 m breit ist, kann *Agrostemma githago* leicht zur Dominanz gelangen, da sie sich bis zu dieser Distanz leicht ausbreitet. Bei 4 m breiten Streifen dagegen würde diese Art ohne Schnittgutübertragung wohl aus den Flächen verschwinden. Die Studie zeigte auch, dass bei der Verschiebung im Herbst auch ohne Schnittgutübertragung genügend Diasporen auf die neuen Streifen gelangen. Offensichtlich können sie sich dann aber nicht in genügendem Umfang etablieren. Ob dies an der Keimung der frischen Samen oder an der Etablierung liegt, wird innerhalb der Diplomarbeit von Sandro Wermelinger an der Universität Zürich untersucht.

5.1.6. Seitliche Verschiebung von Wanderbrachen

Aus Fig. 3, Tab. 15 sowie Z1 ist ersichtlich, dass bei eigenständiger Verschiebung der Wanderbrache, d.h. ohne Schnittgutübertragung und ohne Nachsaat, die Artenzahl der eingesäten Arten schnell abgenommen hat, und zwar von 7.6 auf 1.9 Arten beim einjährigen Streifen und von 12.4 auf 3.8 Arten beim zweijährigen Streifen. Diese Angaben beziehen sich auf das Mittel aller je 20 Segmente mit gleiche Ansätzen (D verglichen mit b/D).

Bei wenig Schnittgutübertragung (Swe) ging die Artenzahl auf durchschnittlich 4.9 im ersten und 8.4 im zweiten Jahr zurück. Bei viel Schnittgutübertragung (Svi) waren es entsprechend 6.1 und 7.6 Arten. Wenn alles Schnittgut übertragen wurde (Sto), so waren es im ersten Jahr 3.1 und im zweiten Jahr 4.4 Arten. Dies bedeutet, dass die Artenzahl auch bei Schnittgutübertragung abnimmt. Dies kann verschiedene Ursachen haben:

Die frisch übertragenen Diasporen waren, obwohl äusserlich betrachtet reif, noch nicht keimbereit (angeborene Keimruhe). Dieses Phänomen findet man bei Wildpflanzensamen häufig; gut untersucht z.B. bei *Pastinaca sativa* (BASKIN und BASKIN 1979). Bis die Samen nachgereift waren, waren schon spontane Arten gekeimt und haben die Keimung der dann reifen Samen gehemmt. Gemäss BAZZAZ (1979) verhindert ein hohes infrarot/rot-Verhältnis - wie es bei Vegetationsbedeckung vorherrscht - das Keimen von Samen von Arten früher Sukzessionsstadien. Die Vermutung, dass auch schon eine geringe Vegetationsbedeckung die Keimung der Samen verhindert haben könnte, wird durch die Untersuchungen von GROSS (1987) erhärtet. Bei ihren Aussaatversuchen konnten sich bei nur leicht besiedelten Feldern einzig 2 von 4 eingesäten Arten etablieren. Ohne Besiedlung gediehen alle 4 Arten. Nach BOUWMEESTER (1990) wird die Keimung von typischen Ackerunkräutern ausser durch Licht und Nitratgehalt des Bodens auch durch wechselndes Austrocknen der Samen stimuliert. Bei einer Bedeckung des Bodens durch Vegetation ist der Wasserhaushalt jedoch ausgeglichener als ohne Bedeckung.

Eventuell keimten aber auch wesentlich mehr Pflanzen und Arten, gelangten aber wegen der Konkurrenz nicht mehr zur Blüte und wurden dadurch mit meiner Aufnahmemethode nicht erfasst. Bei Untersuchungen von GROSS (1980) an *Verbascum thapsus* keimten die Samen in Gaps und in der Vegetation, aber nur diejenigen in genügend grossen Gaps gelangten zur Reproduktion. Auch bei Experimenten von HOLT (1972) hatte eine Verspätung im Eintreffen von *Daucus*-Samen eine erhebliche Reduktion der Anzahl

Pflanzen und der Samenproduktion pro Flächeneinheit zur Folge, was hauptsächlich auf die Konkurrenz der schon etablierten Pflanzen zurückgeführt wurde.

5.1.7. Diasporen-Handling

Die Vermehrung von Wildsaatgut ist nicht ganz einfach. Der oft unregelmässige Saataufgang und der ungleichmässige Samenansatz haben zur Folge, dass ein offenbar grundsätzlich hohes Risiko bei Ansaaten besteht, der Erfolg von Vermehrungskulturen ist somit schwer kalkulierbar (ISSELSTEIN 1992). Bei vielen Arten kann die Dormanz gebrochen werden durch wechselnde Temperaturen (KNAPP 1967, THOMPSON und GRIME 1983) sowie abwechselndes Befeuchten und wieder austrocknen lassen (FENNER 1985). Vor allem bei den hartschaligen *Fabaceen* kann die angeborene Dormanz durch Skarifikation (mechanische bzw. chemische Beschädigung der Samenschale) gebrochen werden (URBANSKA 1992). RUGE (1955) gibt an, dass die zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Saatgutlagerung ermittelte Keimschnelligkeit und Keimfähigkeit nichts aussagen über die Keimeigenschaften zur Zeit der Aussaat. Nach seinen Erfahrungen entwickelt sich eine Pflanze relativ schwach und verzögert, wenn sie aus Saatgut gezogen wurde, das z.B. im Zuge der Keimrhythmik z.Z. der Aussaat eine geringe Keimfähigkeit besitzt. Sie entwickelt sich dagegen kräftig, wenn das Saatgut zu einer Zeit mit hoher Keimbereitschaft ausgesät wird. Es wäre interessant, dies zu überprüfen.

BASKIN und BASKIN (1989) untersuchten die ziemlich komplizierten Dormanzverhältnisse bei *Capsella bursa-pastoris*. Sie kommen zum Schluss, dass durch die Lagerung der Samen eine bedingte Dormanz eintreten kann. MOLZAHN (1986) gibt seiner Hoffnung Ausdruck, dass mit zunehmender Dauer eines gesteuerten, kontrollierten Anbaues auch höhere Keimwerte gesichert werden können. Gerade dies ist aber meiner Ansicht nach nicht erwünscht. Das Wildmaterial sollte nicht wegen der besseren Vermehrbarkeit züchterisch verändert werden. Bei VOLG Winterthur wird immer wieder nach wenigen Generationen Saatgut aus Wildfunden in Kultur genommen, auch wenn genug gärtnerisch vermehrtes Material zur Verfügung steht. Dieser Aufwand wird betrieben, um gerade keine Selektion zu betreiben (J. Burri, mündl.), was sehr zu begrüßen ist.

5.2. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Beim Start von Wanderbrachen ist auf durchschnittlichen Äckern des schweizerischen Mittellandes die Einsaat einer Mischung nötig, wenn ein vielseitiges Blüten- und Samenangebot für verschiedene Tiergruppen geschaffen werden soll. Nur in den seltenen Fällen, wo noch eine reichhaltige Ackerbegleitflora als Diasporenvorrat im Boden vorhanden ist, ist von der Einsaat einer Mischung in eine Wanderbrache abzuraten. Ohne Einsaaten können Gräser dominant werden. Es wird empfohlen, *Rumex obtusifolius* und *Cirsium arvense* durch Einzelstockbehandlung oder mechanisch aus den Wanderbrachen zu entfernen. Unter Umständen kann auch *Lactuca serriola* Probleme geben, weshalb das Absamen bei dieser Art auch verhindert werden sollte.

Wanderbrachen sind gut geeignet für den Artenschutz von hochwüchsigen Segetalarten ohne spezielle Standortansprüche, wie z.B. *Centaurea cyanus* oder *Agrostemma githago*. Niederwüchsige Arten wie *Bupleurum rotundifolium* und *Legousia speculum-veneris* können sich nicht in allen Wanderbrachen halten. Wanderbrachen sind vor allem auch gut geeignet, um Feldflorareservate mit Segetalarten zu 'beimpfen', da mit der wandernden Brache ein tausendfaches der ursprünglich ausgesäten Samenmenge auf und in den Boden gelangt. Ob eine Massnahme mit einer Einsaat grundsätzlich als Artenschutzmassnahme akzeptiert wird oder nicht, ist eine Frage der Weltanschauung.

Für den Schutz seltener Ackerbegleitarten sind Wanderbrachen besser geeignet als Ackerkrautstreifen, währenddessen bei Ackerkrautstreifen die Vermehrungsgefahr von Unkräutern als geringer einzustufen ist als bei Wanderbrachen.

Die Anlage einer Wanderbrache ist eine flexible Massnahme, die deshalb von vielen Landwirten eher akzeptiert wird als die Anlage einer Hecke oder eines Feuchtbiotopes, die über Jahrzehnte unverändert bleiben. Offenes Land, welches schon seit langer Zeit offen war, wird durch Wanderbrachen offen erhalten.

5.3. FORSCHUNGSPERSPEKTIVEN

Es gilt nun vor allem, die gewonnen Erkenntnisse in die Praxis umzusetzen. Innerhalb verschiedener Projekte wurden bereits rund 30 Wanderbrachen angelegt, welche eine reiche Praxiserfahrung liefern.

Die immer wieder an uns gerichtete Frage ist die Frage der Verschiebung. Von Landwirten werden stationäre Streifen (Ackerkrautstreifen, Ackerrandstreifen) eher bevorzugt. Diese erscheinen einfacher in der Handhabung als Wanderbrachen. Unsere Annahme ist jedoch, dass die Artenvielfalt in solchen Streifen recht schnell abnimmt, vor allem seltene Ackerbegleitarten verschwanden bei den Versuchen bereits im 2. Jahr weitgehend. Wie sich die Artenvielfalt weiterentwickelt, muss noch genauer untersucht werden. Deshalb wandern wir mit den 5 Versuchswanderbrachen vorerst nicht weiter. Auf den nun stationären Streifen nehmen wir die Vegetation jährlich mit der in dieser Arbeit vorgestellten Methode auf. Dadurch können auch weitere Erkenntnisse über den Sukzessionsverlauf auf solchen Flächen gewonnen werden. Die 5 Versuchsflächen wurden innerhalb von 2 Tagen angelegt. Damit variieren nur die Bodenverhältnisse und der Diasporenvorrat im Boden, nicht aber der Termin der Brachlegung oder das Klima. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse kann schon gesagt werden, dass auch unter ähnlichen Startbedingungen die Entwicklung auf den verschiedenen Flächen sehr unterschiedlich verläuft.

Eine weitere wichtige Untersuchung betrifft die Verschiebung der Wanderbrachen, welche noch optimiert werden kann. 2 laufende Diplomarbeiten wurden bereits in den entsprechenden Kapiteln 5.1.4 und 5.1.5 (S. 111) erwähnt.

Mit der Frage der Verschiebung ist auch die Frage der Verunkrautung der benachbarten Parzellen, resp. der Streifen auf ehemaligen Wanderbracheflächen, verknüpft. Innerhalb von kantonalen, agrarökologischen Projekten wurden im Frühjahr 1993 schon einige Wanderbrachen angelegt, welche auf einem begrenzten Streifen von 12 bis 25 m hin und her wandern. Dadurch kann der nach wenigen Jahren noch vorhandene Samenvorrat im Boden genutzt werden. Der Rest der Fläche wird auf tiefem Düngungsniveau und mit wenig Pestizideinsatz ackerbaulich genutzt.

In der Diplomarbeit von Markus Bürgisser - ebenfalls an der Universität Zürich - wird geprüft, wie sich eine Gründüngung nach einer frühen Ernte der Vorfrucht vor der Anlage einer Wanderbrache im Herbst auf die Etablierung der neuen Wanderbrache auswirkt. Mit der durchgehenden Bodenbedeckung soll vor allem die Nitratauswaschung verhindert werden.

Bei der Dissertation von Robert Zollinger steht das Thema Saatgutvermehrung im Zentrum.

Die Fragestellung einer weiteren geplanten Untersuchung ist die Herkunft des Saatgutes. Spielt es eine Rolle, ob das Ausgangsmaterial einer Vermehrung

aus der Region stammt oder nicht? Wie weit darf die Distanz sein? Wie kann sich die genetische Struktur einer vorhandenen lokalen Population verändern unter dem Einfluss von angesäten Genotypen und welche Konsequenzen hat dies?

Auf der zoologischen Seite ist die Dissertation von Igor Kramer über den Einfluss von Wanderbrachen auf *Carabidae*, *Syrphidae*, *Sphecidae*, *Vespidae* und *Apoidea* am Entomologischen Institut der ETH demnächst abgeschlossen. Eine Dissertation zum Einfluss von Wanderbrachen auf Feldlerchenpopulationen ist in Vorbereitung. Eine Untersuchung von Patrick Wiedemeier zur Überwinterung von verschiedenen Arthropoden in Wanderbrachen im Vergleich zu verschiedenen anderen Flächen ist in Bearbeitung.

Die Dissertation von Lukas Kohli befasst sich mit dem Einfluss von Wanderbrachen auf Bodenmikroorganismen.

Mehr von wissenschaftlichem denn von praktischem Interesse ist die weitere Auswertung des bestehenden und um die Aufnahmen aus der Vegetationsperiode 1993 erweiterten Datensatzes hinsichtlich:

- Ähnlichkeitberechnungen mit verschiedenen Indices (Jaccard, Sørensen).
- Hauptkomponentenanalyse
- Berechnung der mittleren Schauapparatfläche zu einem Zeitpunkt. Dazu müssen die Blütenöffnungszeiten der wichtigsten Arten bestimmt werden.
- Vergleich von Evenness-Berechnungen mit verschiedener Basis.

Vor allem wäre es interessant, die Evennessberechnungen auf der Basis von Biomasse mit der vorgestellten Basis zu vergleichen. Dazu muss von allen Arten das Verhältnis der Biomasse zum Verhältnis der Samenproduktion bestimmt werden. Gemäss WILSON et al. (1988) und DEBAEKE (1988b) ist die Trockenmasse der meisten Arten gut korreliert mit der produzierten Diasporenmasse. Sollte sich dies für den Grossteil der Wanderbrachearten bewahrheiten, kann mit dem artspezifisch zu ermittelnden Umrechnungsfaktor und dem schon bestehenden Datensatz die Biomasse aller Arten in guter Annäherung errechnet werden. Weiterhin kann auch die Evenness der Samenmasseklassen und der Klassen der bestäubungsbiologischen Einheiten direkt berechnet werden, wie dies WAINE und BAZZAZ (1993) vorgeschlagen haben. Die bisherigen Berechnungen beruhten auf Arten, nur die Gewichtung erfolgte über die Samenmasse. Neu wären dann die Samenmasseklassen direkt die Berechnungsgrundlage für die Evenness.

ZUSAMMENFASSUNG

Wanderbrachen sind 6 bis 8 m breite, landwirtschaftlich nicht genutzte Streifen einer Fruchtfolgefläche. Diese Streifen werden jährlich um die Hälfte ihrer Breite verschoben. Sie dienen dem Schutz seltener Pflanzenarten und verschiedener Tiergruppen. Weitere Ziele sind Nützlingsförderung und Bodenverbesserung. Die Aufgabe für die vorliegende Arbeit bestand darin, spezielle Samenmischungen zu entwickeln, welche eine hohe Artenvielfalt an Pflanzen und Tieren in solchen Streifen ermöglichen. Diese Mischungen wurden auf 5 Versuchswanderbrachen mit je 4 Wiederholungen im Herbst und im Frühling angesät und mit Varianten ohne Einsaaten verglichen. Weiterhin wurde beim seitlichen Verschieben der Wanderbrachen auch die Schnittgutübertragung aus den bestehenden Brachestreifen untersucht.

Auf den 5 Versuchsflächen von je 242 m² entwickelten sich im ersten Jahr zwischen 25 und 65 spontan auflaufende Arten, im zweiten Jahr waren es zwischen 28 und 59 Arten. Von den insgesamt 159 spontanen Arten sind 22 in der Roten Liste von LANDOLT (1991) als in der betreffenden Region gefährdet oder stark gefährdet aufgeführt. Die Zahl der Arten, welche sich durch Einsaat etablieren konnte, korrelierte leicht mit der Anzahl spontan aufgelaufener Arten.

Bei Ansaaten im Oktober ist die Etablierungsrate der typischen Segetalarten *Agrostemma githago* und *Centaurea cyanus* um das doppelte bis dreifache höher als bei Ansaaten Anfang Mai. Dagegen ist die Etablierungsrate von *Legousia speculum-veneris* bei Frühlingssaat 4 Mal höher als bei Herbstsaat. Auch die meisten biennen und perennierenden Arten konnten sich bei Herbstsaat besser etablieren als bei Frühlingssaat. Am ausgeprägtesten war dies bei *Pastinaca sativa*, welcher sich bei Frühlingssaat nur gerade zu 0.7% etablieren konnte, bei Herbstsaat jedoch zu 24%. Zudem war die Samenproduktion dieser Art pro Pflanze bei Herbstsaat rund 3 Mal höher als bei Frühlingssaat, so dass gesamthaft gesehen bei Herbstsaat über hundert mal mehr Samen pro Flächeneinheit entstanden als bei Frühlingssaat. Dagegen konnten sich *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea* und *Tragopogon orientalis* bei Frühlingssaat besser etablieren als bei Herbstsaat. Bei den meisten Arten ist die Anzahl gebildeter Samen pro Pflanze und pro m² höher bei Herbstsaat als bei Frühlingssaat.

Die Etablierungsrate war bei den meisten Arten gering, wenn die Samen als Schnittgut von den alten Wanderbrachestreifen auf die neuen Streifen gebracht wurden.

Im zweijährigen Streifen wurden vor allem Wiesen- und Ruderalarten wie *Echium vulgare* dominant. Von den seltenen, annuellen Segetalarten verschwinden *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Delphinium consolida*, *Legousia speculum-veneris* und *Papaver dubium* weitgehend, während *Papaver rhoeas* als einzige annuelle Art auch im zweiten Jahr sogar etwas mehr Pflanzen hatte als im ersten Jahr. Dafür war die Anzahl Blüten pro Pflanze im zweiten Jahr im Durchschnitt rund 4 Mal geringer als im ersten Jahr, so dass insgesamt im ersten Jahr doch mehr Samen von *P. rhoeas* entstanden als im zweiten Jahr.

Der Diasporenvermehrungsfaktor von *Centaurea cyanus* lag bei über 1000, von *Agrostemma githago* bei 600. Somit eignen sich Wanderbrachen zum "Beimpfen" von Flächen, welche entsprechend bewirtschaftet werden, speziell von Feldflorenreservaten.

Durch die Einsaaten wird die Samenproduktion von herbologisch bedeutsamen Arten wie *Galium aparine*, *Capsella bursa-pastoris*, *Matricaria chamomilla* usw. stark reduziert, jedoch nicht vollständig verhindert. Im zweiten Jahr ist die Unterdrückung dieser Arten ausgeprägter als im ersten Jahr.

Die gesamthaft produzierte Diasporenmasse ist bei Herbstsaat immer grösser als bei Frühlingssaat. Sie lag im ersten Jahr bei Herbstsaat zwischen 58 und 320 g/m² (Mittel 220 g/m²) und bei Frühlingssaat zwischen 28 und 90 g/m² (Mittel 69 g/m²). Im zweiten Jahr waren es bei Herbstsaat zwischen 180 und 560 g/m² (Mittel 440 g/m²) und bei Frühlingssaat zwischen 96 und 340 g/m² (Mittel 180 g/m²).

Die mittlere Anzahl produzierter Diasporen reichte von 29 000 bis 660 000 pro m². Dabei gab es kein Zuordnungsmuster zu einem bestimmten Ansatz oder zu einer bestimmten Versuchsfläche.

Im ersten Jahr wirkten sich die Einsaaten nicht wesentlich auf die aufaddierte Schauapparatfläche der Blüten aus. Im zweiten Jahr jedoch war diese Fläche bei Einsaaten deutlich grösser als bei Segmenten nur mit spontan auflaufenden Arten.

Die Evenness, gewichtet nach der Masse der entstandenen Diasporen, nahm vom 1. zum 2. Jahr zu. Wenn man die eingesäten und die spontanen Arten getrennt betrachtet, so ist die Evenness bei den eingesäten Arten durchwegs geringer als bei den spontan aufgelaufenen. Bei grosser gesamthaft gebildeter Diasporenmasse (> 1000 g/m²) war die Evenness immer gering (< 10%). Dagegen war bei relativ grosser Evenness (> 30%) die produzierte Samenmasse immer sehr klein (< 200 g/m²). Die Kombination geringe Diasporenmasse und geringe Evenness kam auch vor.

Für die Praxis wird eine Mischung "o" vorgestellt, welche sowohl für Wanderbrachen als auch für Wechselbrachen und stationäre Brachen gut geeignet ist.

SUMMARY

A 'Wanderbrache' (wandering fallow) is a stripe of arable field, 6 to 8 m wide, which remains fallow. Each year, the fallow stripe is moved by half of its width. This system serves to protect rare plant species as well as animals. Wandering fallows also promote beneficial arthropods and improve soil quality. The aim of this thesis was to develop special mixtures of seeds to achieve a high diversity of flora and fauna in such stripes. The mixtures were sown on wandering fallows at 5 experimental sites with 4 replicates each in the autumn and spring. Comparisons were made on these sown plots, plots without sowing, and plots sown with cut infructescences.

On the 5 wandering fallows (each 242 m² in area), 25 to 65 species grew spontaneously in the first year and 28 to 59 species in the second year (volunteers). 22 of the total 159 spontaneous species are endangered or vulnerable in the particular region according to the Red List of LANDOLT (1991). The number of sown species which established was weakly correlated with the number of spontaneous species.

The rates of establishment of *Agrostemma githago* and *Centaurea cyanus* was two to three times higher on fields sown in October than fields sown in May, which is typical for segetal flora. However, *Legousia speculum-veneris* established four times better when sown in May than when sown in October.

Most biennial and perennial species established better after sowing in autumn as well. In particular *Pastinaca sativa* established to only 0.7% after spring-sowing but to 24% when sown in autumn. This species produced three times as many seeds per plant and more than 100 times as many seeds per area when sown in autumn compared to the spring. Whereas *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea* and *Tragopogon orientalis* established better when sown in spring. In general, most species developed more seeds per plant, as well as more seeds per m², when sown in autumn.

Most species had a low establishment rate when transferred by cut infructescences.

In the stripes which are two years old mostly ruderals and meadow species such as *Echium vulgare* and *Pastinaca sativa* were dominant. The rare, annual segetals *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Delphinium consolida*, *Legousia speculum-veneris* and *Papaver dubium* nearly disappeared, whereas *Papaver rhoeas* was the only annual with more plants per m² in the second year than in the first year. However, in the second year, *P. rhoeas* produced four times fewer flowers per plant, so that the final seed production per m² was lower in the second year.

Centaurea cyanus had a propagule multiplication factor of 1000, *Agrostemma githago* of 600. This indicates that the system of wandering fallows is a good method to introduce suitable species to arable lands, especially to segetal reserves.

The seed production of the naturally occurring weedy species like *Galium aparine*, *Capsella bursa-pastoris* and *Matricaria chamomilla* was reduced by sowing the developed seed mixture, but not completely suppressed. This competitive effect is stronger in the second year.

The total propagule-biomass produced was always higher when the initial seeds were sown in the autumn than when the initial seeds were sown in the spring: 58 - 320 g m⁻² (mean 220 g m⁻²) versus 28-90 g m⁻² (mean 69 g m⁻²) in the first year; and 180 - 560 g m⁻² (mean 440 g m⁻²) versus 96 - 340 g m⁻² (mean 180 g m⁻²) in the second year.

29,000 - 660,000 propagules m⁻² year⁻¹ were produced on average, though there were no significant differences among treatments or sites.

There was no influence of sowing upon the show area of the pollination units (projection of the biggest diameter to the plane) in the first year but in the second year the show area increased considerably in plots sown with the seed mixtures as compared to the unsown plots.

The evenness based on seed mass increased from the first to the second year. It was lower for sown species than for spontaneous species when the two were looked at separately. Plots with high propagule biomass (>1000 g m⁻²) always had a low evenness; whereas plots with a low propagule biomass (< 200 g m⁻²) had evenness-values ranging from low values to values as high as 30%.

Finally, a seed mixture "o" is proposed which is not only good for wandering fallows but for stationary fallow stripes as well.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALBRECHT H., 1989: Untersuchungen zur Veränderung der Segetalflora an sieben bayerischen Ackerstandorten zwischen den Erhebungszeiträumen 1951/68 und 1986/88. Dissertationes Botanicae, J.Cramer, Berlin 141, 201 S.
- ALBRECHT H. und BACHTHALER G., 1990: Veränderungen der Segetalflora Mitteleuropas während der letzten vier Jahrzehnte. Verh.Ges.Ökol.(Osnabrück 1989), XXI.II, 364-372.
- ALTIERI M.A., 1987: Agroecology; the scientific basis of alternative agriculture. Westview Press, Boulder, 227 S.
- ALTIERI M.A., 1988: The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. In: ALTIERI M.A. und LIEBMAN M. (eds.), Weed management in agroecosystems: ecological approaches. CRC Press, Boca Raton, 1-6.
- AMMON H.U., 1990: Erfahrungen mit Ackerrandstreifen. Landfreund 68(18), 36-37.
- AMMON H.U. und NIGGLI U., 1990: Unkrautbekämpfung im Wandel. Landwirtschaft Schweiz 3(1-2), 33-44.
- AMMON H.U., STALDER L. und NIGGLI U., 1985: Pflanzenschutz im Feldbau: Unkrautbekämpfung. Huber & Co.AG, Frauenfeld, 71 S.
- ANDOW D. A., 1988: Management of weeds for insect manipulation in agroecosystems. In: ALTIERI M.A. and LIEBMAN M. (eds.), weed management in agroecosystems: ecological approaches, 265-301.
- ANONYM, 1982: Leitlinien zur Ausbringung heimischer Wildpflanzen, verabschiedet durch das ANL/BFANL-Kolloquium in Bad Windsheim am 24.Oktober 1980. Ber.ANL 6, 279-281.
- ARLT K., HILBIG W. und ILLIG H., 1991: Ackerunkräuter - Ackerwildkräuter. Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg Lutherstadt, 160 S.

- BASKIN J.M. und BASKIN C.C., 1979: Studies on the autoecology and population biology of the weedy monocarpic perennial, *Pastinaca sativa*. J.Ecol. 67, 601-610.
- BASKIN J.M. und BASKIN C.C., 1989: Germination responses of buried seeds of *Capsella bursa-pastoris* exposed to seasonal temperature changes. Weed Res. 29, 205-212.
- BAZZAZ F.A., 1975: Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. Ecology 56, 485-488.
- BAZZAZ F.A., 1979: The physiological ecology of plant succession. Annu.Rev.Ecol.Syst. 10, 351-371.
- BAZZAZ F.A. und MORSE S.R., 1991: Annual plants: potential responses to multiple stresses. In: MOONEY H., WINNER W und PELL E. (eds.): Response of plants to multiple stresses. Academic press, San Diego, N.Y., 283-305.
- BEGON M., HARPER J.L. und TOWNSEND C.R. (1991): Ökologie. Individuen, Populationen, Lebensgemeinschaften. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 1024 S.
- BERGELSON J. und PERRY R., 1989: Interspecific competition between seeds: Relative planting date and density affect seedling emergence. Ecology 70(6), 1639-44.
- BEURET E., 1984: Stock grainiers des sols et pratiques culturales: la relation flore réelle-flore potentielle. Schweiz.Landw.Forsch. 1/2, 89-97.
- BIGLER F., 1988: Schonung der Nützlingsfauna beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Feldbau. Landwirtschaft Schweiz 1, 17-24.
- BORNKAMM R., 1988: Mechanisms of succession on fallow lands. Vegetatio 77, 95-101.
- BORNKAMM R. und HENNIG U., 1982: Experimentell-ökologische Untersuchungen zur Sukzession von ruderalen Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Böden.. Flora 172, 267-316.
- BORNKAMM R., EGGERT A., KÜPPERS M., SCHMID B. und STÖCKLIN J. (1991): Liste populationsbiologisch relevanter Begriffe. In: SCHMID B. und STÖCKLIN J. (eds.): Populationsbiologie der Pflanzen. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin, 87-95.
- BOUWMEESTER H. J., 1990: The effect of environmental conditions on the seasonal dormancy pattern and germination of weed seeds. Dissertation Agricultural University Wageningen, 157 S.
- BROGGI M. und SCHLEGEL H., 1989: Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Berichte des nationalen Forschungsprogramms Boden, Liebefeld-Bern 31, 180 S.
- BUCHLI M., 1936: Ökologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz.. Beitr.Geobot.Landesaufn.Schweiz. Bern 19, 354 S.
- BUDD A.C., CHEPIL W.S. und DOUGHTY J.C., 1954: Germination of weed seeds. III. The influence of crops and fallow on the weed seed population of the soil. Can.J.Agricultural Sci. 34, 18-27.
- BÜRKI H.-M. und HAUSAMMANN A., 1993: Überwinterung von Arthropoden im Boden und an Ackerkräutern künstlich angelegter Ackerkrautstreifen. Agrarökologie, Bern 7, 158 S.
- CAVERS P.B. und BENOIT D.L., 1989: Seed banks in arable land. In:LECK M.A., PARKER V.T. und SIMPSON R.L.(eds.): Ecology of soil seed banks, 309-328.
- CAVERS P.B. und STEELE M.G., 1984: Patterns of change in seed weight over time on individual plants. Am.Nat. 124, 324-335.
- CHAUVEL B., GASQUEZ J. und DARMENCY H., 1989: Changes of weed seed bank parameters according to species, time and environment. Weed Res. 29, 213-219.
- CORNELIUS R., 1989: Zum Einsatz populationsbiologischer Konzepte bei der Kausalanalyse urbaner Vegetationseinheiten. Verh.Ges.Ökol., Essen 18, 701-709.
- COX G.W. und ATKINS N.D., 1979: Agricultural ecology. Freeman and Company, San Francisco, 721 S.
- CRAWLEY M. J., 1988: Herbivores and Plant Population Dynamics. In: DAVY, A.J. et al.: Plant Population Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 221-248.

- CREMER J., 1991: Acker-und Gartenwildkräuter. Ein Bestimmungsbuch mit 3 Bestimmungsschlüsseln für Samen, Keimpflanzen und blühende Pflanzen. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 288 S.
- DEBAEKE P., 1988a: Dynamique de quelque dicotyledones adventices en culture de cereale. I. Relation flore levée - stock semencier. *Weed Res.* 28(4), 251-263.
- DEBAEKE P., 1988b: Dynamique de quelque dicotyledones adventices en culture de cereale. II. Survie, floraison et fructification. *Weed Res.* 28(4), 265-279.
- DESSAINT F., CHADOEUF R. und BARRALIS G., 1991: Spatial pattern analysis of weed seeds in the cultivated soil seed bank. *J.Appl.Ecol.* 28, 721-730.
- EDWARDS P.J., 1987: Herbivores and plant succession. In: GRAY A.J., CRAWLEY M.J. and EDWARDS P.J. (eds.): Colonization, succession and stability. Blackwell scientific, Oxford, 295-314.
- EGLER F.E., 1954: Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* 4, 412-417.
- EUROPEAN WEED RESEARCH SOCIETY EWRS, 1986: Satzung vom 13. März 1986. Polykopte, 13 S.
- FARASIN K. und SCHRAMAYR G., 1988: Biotopflächenentwicklung Schrick. Umweltbundesamt Monographien, Wien 7, 73 S.
- FENNER M., 1985: Seed ecology. Chapman and Hall, London, 151 S.
- FICK G.W., POWER A.G., 1992: Pests and integrated control. In PEARSON C.J.(ed.): Ecosystems of the world 18: Field crop ecosystems. Elsevier. Amsterdam, London, N.Y., Tokyo, 59-83.
- FLÜECK R., 1983: Wiederansiedlung gefährdeter Tier-und Pflanzenarten. Dokumentation für Umweltschutz und Landespflege, Köln, 23 N.F., Sonderherft 1, Bibliographien 39-40.
- FORCELLA F., ERADAT-OSKOU K. und WAGNER S.W., 1993: Application of weed seedbank ecology to low-input crop management. *Ecological Applications* 3(1), 74-83.
- FREI G. und MANHART C. 1992: Nützlinge und Schädlinge an künstlich angelegten Ackerkrautstreifen in Getreidefeldern. *Agrarökologie* 4. Bern, 140 S.
- FRIEBEN B., 1990: Bedeutung des organischen Landbaus für den Erhalt von Ackerwildkräutern. *Natur und Landschaft* 65(7/8), 379-382.
- FROUD-WILLIAMS R.J., 1988: The effect of extensification and set-aside on annual broad-leaved weed species in cereals. *Aspects of Applied Biology* 18: Weed Control in Cereals and the Impact of Legislation on Pesticide Application, 1-14.
- FROUD-WILLIAMS R.J., CHANCELLOR R.J. und DRENNAN D.S.H., 1983: Influence of cultivation regime upon buried weed seeds in arable cropping systems. *J.Appl.Ecol.* 20(1), 199-208.
- FROUD-WILLIAMS R.J. und CHANCELLOR R.J., 1984: The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *J.Appl.Ecol* 21(2), 629-641.
- FROUD-WILLIAMS R.J., DRENNAN D.S.H. und CHANCELLOR R.J., 1984: The influence of burial and dry storage upon cyclic changes in dormancy germination and response to light in seeds of various arable weeds. *New Phytol.* 96(3), 473-482.
- FRY G.L.A., 1991: Conservation in Agricultural Ecosystems. In: SPELLERBERG I.F., GOLD-SMITH F.B. und MORRIS M.G. (eds.): The scientific management of temperate communities for Conservation. Blackwell Sci.Publications. London, 415-443.
- GAUDCHAU M., 1981: Zum Einfluss von Blütenpflanzen in intensiv bewirtschafteten Getreidebeständen auf die Abundanz und Effizienz natürlicher Feinde von Getreideblattläusen. *Mitt.Dtsch.Ges.Allg.Angew.Ent.* 3, 312-315.
- GEISSLER P., URMI E., 1988: Liste der Moose der Schweiz und angrenzender Gebiete. Manuskript unpubl., 113 S.
- GLENN-LEWIN D., PEET R.K. und VEBLEN T.T. (1992): Plant succession. Theory and pre-

- diction. Chapman & Hall, London, 432 S.
- GRIESE B., 1990: Ökologische und raumplanerische Anforderungen an die Stilllegungskonzepte landwirtschaftlicher Nutzflächen. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 74. Berlin, 76 S.
- GROEGER U., 1992: Untersuchungen zur Regulation von Getreideblattlauspopulationen unter dem Einfluss der Landschaftsstruktur. Agrarökologie 6, Bern 169 S.
- GROSS K. L., 1980: Colonisation by *Verbascum thapsus* (Mullein) of an old-field in Michigan: experiments on the effects of vegetation. J.Ecol. 68, 919-927.
- GROSS K. L., 1987: Mechanisms of colonization and species persistence in plant communities. In: JORDAN W.R., GILPIN M.E. und ABER J.D. (eds.): Restoration ecology. Cambridge university press, Cambridge, 173-188.
- HAASE I. und SCHMIDT W., 1989: Veränderungen der Ackerwildkrautflora im Nordwesten des Landkreises Göttingen. Göttinger Naturkundliche Schriften 1, 7-24.
- HABER W., 1990: Intensivwirtschaft. In: HAUG G., SCHUHMAN G und FISCHBECK G., (eds.): Pflanzenproduktion im Wandel. VCH, Weinheim, 481-498.
- HAEUPLER H., 1982: Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation - Untersuchungen zum Diversitäts-Begriff. Habilitationsschrift. Dissertationes Botanicae, Vaduz 65, 268 S.
- HAMEL G., KNAPP H.-D., JESCHKE L. und VOIGTLÄNDER U., 1989: Empfehlung zur einheitlichen Regelung künstlicher Bestandsbegründungen gefährdeter und geschützter Pflanzenarten der Flora der DDR. Kulturbund der DDR. Zentralvorstand der Gesellschaft für Natur und Umwelt. Zentraler Fachausschuss Botanik. Flugschrift.
- HAMMER K., 1991: Die Bedeutung von Kulturpflanzen-Unkraut-Komplexen für die Evolution der Kulturpflanzen. In: MAHN E.-G. und TIETZE F. (eds.), Agro-Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft. Martin-Luther-Univ.Halle-Wittenberg. Wissensch.Beitr. 1991/6, 14-22.
- HAMMER K. und HANELT P., 1980: Variabilitäts-Indices von *Papaver rhoeas*-Populationen und ihre Beziehungen zum Entwicklungsstand der Landwirtschaft. Biol.Zentralbl. 99(3), 325-343.
- HAMMER K., HANELT P. und KNÜPFER H., 1982: Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Agrostemma L.*. Kulturpflanze 30, 45-96.
- HAMPICKE U., 1988: Extensivierung der Landwirtschaft für den Naturschutz - Ziele, Rahmenbedingungen und Massnahmen. Schriftenr.Bayer.Landesamt Umweltschutz 84, 9-35.
- HAMPICKE U., TAMPE K., KIEMSTEDT H. und HORLITZ T., 1991: Kosten und Wertschätzung des Arten -und Biotopschutzes. Umweltbundesamt, Berichte 3/91. Erich Schmidt, Berlin, 627 S.
- HARD G., 1976: Vegetationsentwicklung auf Brachflächen. KTBL-Schrift 195: Brachflächen in der Landschaft. Landw.V.GmbH Münster-Hiltrup, 195 S.
- HARPER J.L. und GAJIC D., 1961: Experimental studies of the mortality and plasticity of a weed. Weed Res. 1(2), 91-104.
- HARPER J.L., WILLIAMS J.T. und SAGAR G.R., 1965: The behaviour of seeds in soil. I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. J.Ecol. 53, 273-286.
- HARPER J.L., LOVELL P.H. und MOORE K.G., 1970: The shapes and sizes of seeds. Annu. Rev.Ecol.Syst. 1, 327-356.
- HEINISCH O., 1955: Samenatlas. Druckhaus Einheit, Leipzig, 258 S.
- HEITZMANN A., 1993: Einsaat und Sukzession ausgewählter, nützlingsfördernder Pflanzenarten in Acker(rand)streifen. Verh.Ges.Ökol. 22, 65-72.
- HEITZMANN A., LYS J.-A. und NENTWIG W., 1992: Nützlingsförderung am Rand - oder: Vom Sinn des Unkrautes. Landwirtschaft Schweiz 5(1-2), 25-36.
- HESPELER B., 1988: Artenreiche Flur Feuchtwangen. Wild und Hund, Paul Parey, Ham-

- burg 91(6):4-9.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-1980: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. (2.Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde, 2690 S.
- HILBIG W., 1985: Aufgaben und Ziele des Schutzes von Ackerwildpflanzen im Rahmen des Arten- und Biotopschutzes. Arch.Nat.schutz Landsch.forsch., Berlin, 25(2), 101-108.
- HOBBS R. J., 1992: The role of corridors in conservation: solution of bandwagon. Trends Ecol.Evol. 7(11), 389-392.
- HOLT B.R., 1972: Effect of arrival time on recruitment, mortality, and reproduction in successional plant populations. Ecology 53, 668-673.
- HOLZ B., 1988: Die landschaftsökologische Bedeutung der Ackerrandstreifenprogramme. Schriftenr.Bayer.Landesamt Umweltschutz 84, 245-261.
- HOLZNER W., 1982: Concepts, categories and characteristics of weeds. In: HOLZNER W. und NUMATA M. (eds.): Biology and ecology of weeds. Geobotany 2. Dr.W.Junk Publ., The Hague, Boston, London, 3-69.
- HOLZNER W., 1991a: Unkraut-Typen. Eine Einteilung der Ruderal- und Segetalpflanzen nach komplexen biologisch-ökologischen Kriterien. 1. Teil: die "ein- und zweijährigen" Arten. Bodenkultur 42, 1-20.
- HOLZNER W., 1991b: Unkraut-Typen. Eine Einteilung der Ruderal- und Segetalpflanzen nach komplexen biologisch-ökologischen Kriterien. 2. Teil: die ausdauernden, dominanten Arten. Bodenkultur 42, 135-146.
- HUBER W., 1992: Zur Ausbreitung von Blütenpflanzenarten an Sekundärstandorten der Nordschweiz. Bot.Helv. 102, 93-108.
- HÜPPE J. und HOFMEISTER H., 1990: Syntaxonomische Fassung und Übersicht über die Ackerunkrautgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland. Ber.Reinh.Tüxen-Ges., Hannover 2, 61-81.
- ILLIG H., 1990: Keimung und Entwicklung von Segetalpflanzen - ein Vergleich von Winterung, Sommerung und Brache im Feldflora-Reservat bei Luckau-Freesdorf. Gleditschia 18, 31-36.
- ISSELSTEIN J., 1992: Kräuteransaat aus keimungsbiologischer Sicht. Rasen-Turf-Gazon 4, 95-100.
- JÄGGLI B., 1992: Samenproduktion sechs ausgewählter Unkrautarten auf verschiedenen Ackerstandorten. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 58, 86-100.
- JEDICKE E., 1990: Biotopverbund. Ulmer, Stuttgart, 254 S.
- JOCHIMSEN M. und JANZEN D., 1991: Structure and phytomass production of a pioneer community. In: ESSER G. und OVERDIECK D. (eds.): Modern ecology, basic and applied aspects. Elsevier, 39-60.
- JONIN P.F., 1992: Dynamik der Verunkrautung in Getreide-Brache-Fruchtfolgen Westsibiriens. Z.PflKrankh.PflSchutz, Sonderh.XIII, 285-290.
- KAPLAN K., 1987: Zur Entwicklung junger Ackerbrachen im NSG "Fürstenkuhle", Kreis Borken. Natur- und Landschaftskunde 23, 90-96.
- KAULE G., 1986: Arten- und Biotopschutz. Eugen Ulmer; UTB grosse Reihe, Stuttgart, 461 S.
- KAULE G., 1991: Artenschutz in intensiv genutzten Agrarlandschaften. In: MAHN E.-G. und TIETZE F. (eds.), Agro-Ökosysteme und Habitatsinseln in der Agrarlandschaft. Martin-Luther-Univ.Halle-Wittenberg.Wissensch.Beitr. 1991/6, 386-396.
- KELLER M., 1992: Samenausbreitung in der Wanderbrache. Ist eine selbständige Verschiebung möglich? Diplomarbeit Universität Zürich, 52 S. (Polykopie).
- KELLER S., 1987: Die Bedeutung ökologischer Ausgleichsflächen für den Pflanzenschutz. Mitt.f.d.Schw.Landw. 1/2, 56-65.
- KELLER S., 1989: Blattlaustötende Pilze. Landwirtschaft Schweiz 2(8), 456.
- KLANSEK E. und VAVRA I., 1993: Revitalisierung der Ackerlandschaft. Die Pirsch 4, 36-39.

- KLEYER M., 1991: Die Vegetation linienförmiger Kleinstrukturen in Beziehung zur landwirtschaftlichen Produktionsintensität. Dissertationes Botanicae 169, 242 S.
- KLINGER K., 1987: Auswirkungen eingesäter Randstreifen an einem Winterweizen-Feld auf die Raubarthropodenfauna und den Getreideblattlausbefall. J.Appl.Ent. 104, 47-58.
- KLOTZ ST., SCHMIEDEKNECHT A. und TISCHEW S., 1991: Zur Vegetationsentwicklung auf Acker- und Grünlandbrachflächen in der intensiv genutzten Agrarlandschaft: Bodensamenvorrat - Vegetationsstruktur. In: MAHN E.-G. und TIETZE F. (eds.), Agro-Ökosysteme und Habitatinseln in der Agrarlandschaft. Martin-Luther-Univ.Halle-Wittenberg.Wissensch.Beitr. 1991/6, 183-193.
- KLÖTZLI F., 1965: Qualität und Quantität der Rehäsung. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 38, 186 S.
- KNAPP R., 1967: Experimentelle Soziologie und gegenseitige Beeinflussung der Pflanzen. Eugen Ulmer; Zusatzband zu "Einführung in die Pflanzensoziologie", Stuttgart, 266 S.
- KORNAS J., 1988: Speirochore Ackerwildkräuter: von ökologischer Spezialisierung zum Aussterben. Flora 180, 83-91.
- KREBS S. und KAULE G., 1990: Gras- und Krautsäume - Strukturelemente der Kulturlandschaft. Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg. Stuttgart, 63 S.
- KRÜSI B., 1981: Phenological methods in permanent plot research. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 75, 115 S.
- KUGLER H., 1970: Blütenökologie. 2.Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 345 S.
- LAMBELET-HAUETER C., 1990: Mauvaises herbes et flore anthropogene I: définitions, concepts et caractéristiques écologiques. Saussurea 21, 47-73.
- LAMBELET-HAUETER C., 1991: Les mauvaises herbes de la région genevoises: aspects théoriques, floristiques et pratiques. Thèse. Université de Genève (Polykopia).
- LANDOLT E., 1991: Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz, mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 185 S.
- LEPS J., 1987: Vegetation dynamics in early old-field succession: a quantitative approach. Vegetatio 72, 95-102.
- LUKEN J.O., 1990: Directing ecological succession. Chapman and Hall, London. 251 p.
- LYS J.-A. und NENTWIG W., 1992: Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. IV. Surface activity, movements and activity density of abundant carabid beetles in a cereal field. Oecologia 92, 373-382.
- MAGURRAN A. E., 1989: Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm. London, Sydney, 179 S.
- MAHN E.G., 1989: Anpassungen annualer Pflanzenpopulationen an anthropogen veränderte Umweltvariable. Verh.Ges.Ökologie, Essen 18, 655-663.
- MARGENBURG K., 1991: Erfahrungen mit dem Ackerrandstreifen-Programm, dargestellt am Beispiel der Kreise Soest und Una. Natur- und Landschaftskunde 27(4), 91-96.
- MARKS M. und PRINCE S., 1981: Influence of germination date on survival and fecundity in wild lettuce *Lactuca serriola*. Oikos 36, 326-330.
- MARSHALL E.J.P. und HOPKINS A., 1990: Plant species composition and dispersal in agricultural land. In: BUNCE R.G.H. und HOWARD D.C., (eds.): Species Dispersal in Agricultural Habitats. Belhaven Press, London, 98-116.
- MITTNACHT A., 1980: Segetalflora der Gemarkung Mehrstetten 1975-1978 im Vergleich zu 1948/49. Diss.Univ.Hohenheim, 105 S.
- MOLDER F. und SKIRDE W., 1993: Entwicklung und Bestandesdynamik artenreicher Ansaaten. Natur und Landschaft 68, 173-180.
- MOLTHAN J. und RUPPERT V., 1988: Zur Bedeutung blühender Wildkräuter in Feldrainen und Äckern für blütenbesuchende Nutzinsekten. Mitteil.Biol.Bundesanst.Land-u.Forstwirtschaft 247, 85-99.

- MOLZAHN G., 1986: Zur Saatgutversorgung bei Wildpflanzen. Z.Vegetationst 9, 108-115.
- MORRIS M.G. und WEBB N.R., 1987: The importance of field margins for the conservation of insects. In: WAY J.M. und GREIG-SMITH P.W.(1987), Field margins. PCPC Monograph 35, 53-65.
- MÜLLER A., 1984: Mit Wanderbrachen gegen die Unvernunft. Tages Anzeiger Magazin, Zürich 44, 48-51.
- MÜLLER-SCHNEIDER P., 1986: Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Veröff.Geobot.Inst.ETH,Stiftung Rübel,Zürich 85, 268 S.
- NENTWIG W., 1989: Augmentation of beneficial arthropods by strip-management. II. Successionalstrips in a winter wheat field. Z.PflKrankh.PflSchutz 96, 89-99.
- NENTWIG W., 1992: Die nützlingsfördernde Wirkung von Unkräutern in angesäten Unkrautstreifen. Z.Pfl.Krankh.Pfl.Schutz Sonderh.13, 33-40.
- NENTWIG W., 1993: Nützlingsförderung in Agrarökosystemen. Verh.Ges.Ökol. 22, 9-14.
- NIEMANN P. 1990: Unkräuter und Ungräser. In: HAUG G., SCHUHMANN G. und FISCHBECK G. (eds.): Pflanzenproduktion im Wandel.VCH,Weinheim, 481-498.
- NOHL W. und SCHARPF H., 1976: Erlebniswirksamkeit von Brachflächen. KTBL-Schrift 195: Brachflächen in der Landschaft.
- NORRIS R.F., 1992: Predicting seed rain in barnyardgrass, (*Echinochloa crus-galli*). Proceedings IXe colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon 1992, Paris, 377-386.
- OESAU A., 1987: Ackerrandstreifen. Die Anlage von Ackerrandstreifen als Beitrag zur Förderung der Artenvielfalt von Ackerwildkräutern. Landespflanzenschutzamt Rheinland-Pfalz. Mainz, 28 S.
- OESAU A., 1992: Erhebungen zur Verunkrautungsgefährdung bewirtschafteter Äcker durch stillgelegte Nachbarflächen. Z.PflKrankh.PflSchutz,Sonderh.13, 61-68.
- OSBORNOVA J., KOVAROVA M., LEPS J. und PRACH K., 1990: Succession in abandoned fields. Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Geobotany 15, 184 S.
- OTTE A., 1984: Änderungen in Ackerwildkrautgesellschaften als Folge sich wandelnder Feldbaumethoden in den letzten 3 Jahrzehnten. Dissertationes Botanicae 78, J.Cramer,Vaduz, 165 S.
- OTTE A., 1990: Die Entwicklung von Ackerwildkraut-Gesellschaften auf Böden mit guter Ertragsfähigkeit nach dem Aussetzen von Unkrautregulierungsmassnahmen. Phytocoenologia, Berlin, Stuttgart 19(1), 43-92.
- PALMBLAD I.G., 1968: Competition in experimental population of weeds with emphasis on the regulation of population size. Ecology 49, 26-34.
- PEGTEL D.M., 1976: On the ecology of two varieties of *Sonchus arvensis* L. Dissertation, Rijksuniversiteit Groningen, Niederlande.
- PERRY M.W., 1992: Cereal and fallow/pasture systems in Australia. In: PEARSON C.J. (ed.), Ecosystems of the world 18: Field crop ecosystems. Elsevier. Amsterdam, London, N.Y., Tokyo, 451-483.
- PFADENHAUER J., 1988: Ökologische Bedeutung verschiedener Brachen. VDLUFA-Schriftenreihe 28, Kongressband 1988, Teil II, 1211-1224.
- PFADENHAUER J., 1990: Renaturierung von Agrarlandschaften - Begründung, Konzepte, Massnahmen als Aufgabe ökologischer Naturschutzforschung. Laufener Seminarbeitr. 3, 40-43.
- RADOSEVICH ST. R., HOLT J. S., 1984: Weed ecology. Implications for vegetation management. John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 265 S.
- REBELE F., 1992: Colonization and early succession on anthropogenic soils. J.Vegetation Sci. 3, 201-208.
- RIEDEL W., 1990: Overwintering and spring dispersal of polyphagous predators from established hibernation sites in a winter wheat field. 7.Danske Plantevaernskonference 1990, Sygdomme og skadedyr, 249-259.

- RIES C., 1992: Überblick über die Ackerunkrautvegetation Österreichs und ihre Entwicklung in neuerer Zeit. Dissertationes Botanicae, Cramer, Berlin 187, 188 S.
- RIHAN J.R., EDWARDS P.J., GRAY A.J. und FENNER M., 1992: Genetic variation within and between british species of *Papaver* L.: An overview. Proceedings IXe colloque international sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon 1992, Paris, 409-415.
- RITTER M. und WALDIS R., 1983: Übersicht zur Bedrohung der Segetal- und Ruderalflora der Schweiz; mit Roter Liste der Segetal- und Ruderalflora. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 5. Basel, 46 S.
- ROBERTS H.A. und BODDRELL J.E., 1984: Seed survival and periodicity of seedling emergence in 4 weedy species of *Papaver*. Weed Res. 24(3), 195-200.
- RODI D., 1986: Modelle zur Einrichtung und Erhaltung von Feldflora-Reservaten in Württemberg. Verh.Ges.Ökol. XIV, 167-172.
- ROEBUCK J.F., 1987: Agricultural problems of weeds on the crop headland. In: WAY J.M. und GREIG-SMITH P.W.(1987), Field margins. PCPC monograph 35, 11-22.
- RUGE U., 1955: Keimschwankungen bei gärtnerischen Kulturpflanzen im Jahreszyklus. Die Gartenbauwissenschaft 2(3), 291-300.
- RUPPERT V., 1993: Einfluss blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsekten insbesondere der *Syrphinae* (Diptera: *Syrphidae*). Agrarökologie 8. Bern, 149 S.
- RYSER P., 1990: Influence of gaps and neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. Veröff.Geobot.Inst.ETH,Stiftung Rübel 104, 71 S.
- SALISBURY E.J., 1942: The reproductive capacity of plants. Studies in quantitative biology. G.Bell and Sons, Ltd London, 244 S.
- SAUPE G., 1992: Wirkung von Konturgrasstreifen zur Erosionsbekämpfung unter Praxisbedingungen. Z.Kulturtechnik Landentwicklung 33, 150-162.
- SAUR R. und LÖCHER F., 1986: Unkräuter als Wirtspflanzen von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Proc.EWRS Symposium 1986, Economic Weed Control, 225-232.
- SCHIER A. und OHNESORGE B., 1990: Untersuchungen zur Populationsdynamik der Getreideblattläuse auf Winterweizen: Einfluss von natürlichen Feinden und Bewirtschaftungsintensität. In: HEITEFUSS R.(ed): Integrierte Pflanzenproduktion. VCH Weinheim, 108-125.
- SCHMID A. 1992: Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkräutern für aphidophage Marienkäfer (*Coloeptera*, *Coccinellidae*). Agrarökologie 5. Bern, 122 S.
- SCHMIDT W., 1983: Experimentelle Syndynamik - Neuere Wege zu einer exakten Sukzessionsforschung, dargestellt am Beispiel der Gehölzentwicklung auf Ackerbrachen. Ber.Deutsch.Bot.Ges.96, 511-533.
- SCHMIDT W., 1986: Über die Dynamik der Vegetation auf bodenbearbeiteten Flächen. Tuxenia 6, 53-74.
- SCHMUTTERER H. und GAUDCHAU M., 1986: Anlockung von Syrphiden durch künstlich als Ersatz für Unkräuter in Winterweizenbeständen angesäte Phacelie, (*Phacelia tanacetifolia*) und Auswirkung auf Getreideblattläuse. In: FEHRMANN H. et al. (eds.), Herbizide II. Forschungsbericht DFG. VCH, Weinheim, 115-128.
- SCHOONHOVEN A. VAN, CARDONA C., GARCIA J. und GARZON F., 1981: Effect of weed cover on *Empoasca kraemeri* Ross and Moore populations and dry bean yields. Environ.Entomol.10(6), 901-907.
- SCHUMACHER W., 1980: Schutz und Erhaltung gefährdeter Ackerwildkräuter durch Integration von landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. Natur und Landschaft 55, 447-453.
- SCHUMACHER W., 1984: Gefährdete Ackerwildkräuter können auf ungespritzten Feldrändern erhalten werden. LÖLF-Mitt. 9(1), 14-20.
- SCHUMACHER W., 1987: Measures taken to preserve arable weeds and their associated communities in central europe. In: WAY J.M. und GREIG-SMITH P.W.(1987), Field mar-

- gins. PCPC monograph 35, 109-112.
- SCHWEIZ. METEOROLOGISCHE ANSTALT (1990, 1991, 1992): Witterungsberichte. (Polykopen).
- SILVERTOWN J., 1981: Seed size, life span, and germination date as coadapted features of plant life history. *Am.Nat.* 118, 860-864.
- SOGAARD B., 1992: A positive allelopathic effect of corn cockle, *Agrostemma githago*, on wheat, *Triticum aestivum*. *Can.J.Bot.* 70, 1916-1918.
- SOTHERTON N.W., 1984: The distribution and abundance of predatory arthropods overwintering on farmland.. *Ann.Appl.Biol.* 105, 423-429.
- SPIESS R., 1990: Stand der Diskussion zur Überführung von Vermehrungskulturen an Freilandstandorte als Beitrag zum Artenschutz gefährdeter Pflanzen. *Arch.Nat.schutz Landsch.forsch.*, Berlin 30(4), 253-263.
- STOCKEY A., 1993: Seed mixture composition attached to natural vegetation establishment (part II). The experimental test of the SES-Concept. *Rasen - Turf - Gazon* 2, 32-40
- STOCKEY A. und BRECKLE S.-W., 1991: Standortgerechte Saatmischungen an Fließgewässern - ein Gewinn für Natur und Technik. *Rasen - Turf - Gazon* 3, 58-63.
- STROTDREES J., 1990: Die Wirkung unterschiedlicher Produktionstechniken auf die Segetalflora im Ackerschonstreifen untersucht an zwei in ihrer abiotischen Faktorenausstattung unterschiedlichen Standorten. Dissertation Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 290 S.
- SUKOPP H., und WEILER S., 1984: Vernetzte Biotopsysteme. Aufgabe, Zielsetzung, Problematik. In: Ministerium für Soziales, Gesundheit und Umwelt Rheinland-Pfalz: Arten- und Biotopschutz, Aufbau eines vernetzten Biotopsystems. Fachtagung 1984, 10-21.
- TAHVANAINEN J.C. und ROOT R.B., 1972: The influence of vegetation diversity on the population of a specialized herbivore *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10, 321-346.
- THOMAS M.B., WRATTEN S.D. und SOTHERTON N.W., 1991: Creation of "island" habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and emigration. *J.Appl.Ecol.* 28, 906-917.
- THOMAS M.B., WRATTEN S.D. und SOTHERTON N.W., 1992: Creation of "island" habitats in farmland to manipulate populations of beneficial arthropods: predator densities and species composition. *J.Appl.Ecol.* 29, 524-531.
- THOMPSON K. und GRIME J.P., 1979: Seasonal variation in seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J.Ecol.* 67, 893-921.
- THOMPSON K. und GRIME J.P., 1983: A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuation temperature. *J.Appl.Ecol.* 20, 141-156.
- TISCHEW S. und SCHMIEDEKNECHT A. (1993): Vegetationsentwicklung und Dynamik der Diasporenbank und des Diasporenfalls einer Ackerbrache unter den Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes. *Verh.Ges.Ökol.* 22, 162-173.
- TRAMER E.J., 1975: The regulation of plant species diversity on an early successional old-field. *Ecology* 56, 905-914.
- TRAUTMANN W. und ZIELONKOWSKI W. (eds.), 1980: Ausbringung von Wildpflanzenarten. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Tagungsbericht 5/80, 114 S.
- TÜXEN R., 1962: Gedanken zur Zerstörung der mitteleuropäischen Ackerbiozöosen. *Mitt.Flor.-Soz.Arbeitsgem.* 9, NF, 60-61.
- URBAN D., BECKER-RICHTER M., BRUNS TH., HERZOG R. und NEUHAUS W., 1992: Systematische Statistik für die computergestützte Datenanalyse. Gustav Fischer, Stuttgart, 453 S.
- URBANSKA K.M., 1992: Populationsbiologie der Pflanzen. UTB 1631, Gustav Fischer, Stuttgart, 374 S.
- URMI E., 1992: Rote Liste. Die gefährdeten und seltenen Moose der Schweiz.. Hrsg. durch das BUWAL. Bern, 56 S.

- VAN ELSEN TH. und GÜNTHER H., 1992: Auswirkungen der Flächenstillegung auf die Ackerwildkraut-Vegetation von Grenzertrags-Feldern. Z.PflKrankh.PflSchutz,Sonderh. 13, 49-60.
- WAINE P.M. und BAZZAZ F.A., 1993: Assessing diversity in plant communities: the importance of within-species variation. Trends Ecol.Evol. 6,400-404.
- WALDIS R., 1987: Unkrautvegetation im Wallis. Beitr.Geobot.Landesaufn.Schweiz 63, Flück-Wirth, Teufen, 426 S.
- WATT T.A., SMITH H. und MAC DONALD D.W., 1990: The Control of annual grass weeds in fallowed field margins managed to encourage wildlife. Proc.EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals, Helsinki, 187-196.
- WEHSARG O., 1954: Ackerunkräuter. Biologie, allgemeine Bekämpfung und Einzelbekämpfung. Akademie-Verlag, Berlin, 294 S.
- WEISS E. und STETTNER C. (1991): Unkräuter in der Agrarlandschaft locken Blütenbesuchende Nutzinsekten an. Agrarökologie 1. Bern, 104 S.
- WELLING M., BATHON H., KLINGAUF F. und LANGENBRUCH G.-A., 1990: Förderung von Laufkäfern (Col.,Carabidae) in Getreidefeldern durch Felldraine und Ackerschonstreifen. In: HEITEFUSS R.(ed.): Integrierte Pflanzenproduktion. VCH, Weinheim, 140-154.
- WELTEN M. und SUTTER R., 1982: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel. 2 Bde, 1414 S.
- WELTEN M. und SUTTER R., 1984: Erste Nachträge und Ergänzungen zum Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Zentralst.flor.Kartierung Schweiz. Bern, 48 S.
- WERNER P. A., 1977: Colonization success of a "biennial" plant species: experimental field studies of species cohabitations and replacement. Ecology 58, 840-849.
- WIEDEMEIER P. und DUELLI P., 1993: Bedeutung ökologischer Ausgleichsflächen für die Überwinterung von Arthropoden im Intensivkulturland. Verh.Ges.Ökol. 22, 263-267.
- WILLERDING U., 1986: Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Göttinger Schriften zur Vor- und Frühgesch. 22. Karl Wachholtz, Neumünster, 382 p..
- WILLSON M.F., 1983: Plant reproductive ecology. John Wiley & Sons, New York, 282 S.
- WILSON B.J., PETERS N.C.B., WRIGHT K.J. und ATKINS H.A., 1988: The influence of crop competition on the seed production of *Lamium purpureum*, *Viola arvensis* and *Papaver rhoeas* in winter wheat. Aspects Appl. Biol. 18, Weed control in cereals and the impact of legislation on pesticide application, 71-80.
- WILSON B.J. und BRAIN P., 1990: Weed monitoring on a whole farm - Patchiness and the stability of distribution of *Alopecurus myosuroides* over a ten year period. Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals, Helsinki, 45-52.
- WILSON P.J., BOATMAN N.D. und EDWARDS P.J., 1990: Strategies for the conservation of endangered arable weeds in Great Britain. Proc. EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals, Helsinki, 93-101.
- WOLFF-STRAUB R., 1988: Umweltschutz und Landwirtschaft. Schutzprogramm für Ackerwildkräuter. Schriftenreihe des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen 3. 2. Fassung. Münster-Hiltrup, 42 S.
- ZOLLER H., BISCHOF N., ERHARDT A. und KIENZLE U., 1984: Biocönos von Grenzertragsflächen und Brachland in den Berggebieten der Schweiz. In: BRUGGER E.A., FURRER G., MESSERLI B. und MESSERLI P. (Eds.): Umbruch im Berggebiet. Haupt, Bern, 523-548.

Adresse des Autors:

Dieter RAMSEIER
Geobotanisches Institut ETH
Stiftung Rübel
Zürichbergstrasse 38
CH-8044 Zürich

ANHANG A.

Verzeichnis der Tabellen im Zusatzband (siehe Vorwort)

- Z1.** Durchschnittliche Artenzahlen an Spermatophyten auf 7.56 m² - Segmenten im 1. und im 2. Jahr, aufgetrennt nach Wanderbrachen und nach Ansätzen.
- Z2.** Gesamtdeckung, Deckung der eingesäten Arten, der spontan aufgelaufenen Arten, der Gräser, der Dicotyledonae sowie der Moose. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z3.** Etablierungsrate, Pflanzen m⁻², Diasporen pro Pflanze, Diasporen m⁻² und Vermehrungsfaktor der angesäten Arten auf den 5 Versuchswanderbrachen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen. Vollständige Liste.
- Z4.** Artenzahlen pro 7.5 m²-Segment auf den 5 Wanderbrachen im 1. und im 2. Jahr. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z5.** Anzahl Pflanzen m⁻² von allen eingesäten Arten zusammen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z6.** Evenness der spontan aufgelaufenen Arten, der eingesäten Arten sowie aller Arten zusammen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z7.** Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten m⁻². Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z8.** Mittlere Blütendeckungswerte nach Farben aufgeschlüsselt. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z9.** Anzahl bestäubungsbiologischer Einheiten m⁻², aufgetrennt nach Klassen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z10.** Anzahl produzierter Diasporen m⁻² spontaner Arten, eingesäter Arten sowie Summe der beiden. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z11.** Jährlich produzierte Diasporenmasse auf den verschiedenen Versuchswanderbrachen. Spontane und eingesäte Arten zusammen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.
- Z12.** Anzahl Diasporen m⁻², aufgetrennt nach Masseklassen. Mittelwerte aus jeweils 4 Wiederholungen.

ANHANG B.

Farbe und Grösse der bestäubungsbiologischen Einheiten, Masse der Diasporen und Anzahl Diasporen pro bestäubungsbiologischer Einheit aller zur Blüte gelangten Blütenpflanzenarten.

Colour and size of the pollination units, mass of the propagules and number of propagules per pollination unit of all actually flowering spermatophytes.

Kl.: Klasse der bestäubungsbiologischen Einheiten resp. der Diasporenmasse - *class of the pollination units and the mass of the propagules*, **D/bE:** Anzahl Diasporen pro bestäubungsbiologischer Einheit - *number of propagules per pollination unit*, Farbe - *colour*: **bl** blau - *blue*, **br** braun - *brown*, **ge** gelb - *yellow*, **gr** grün - *green*, **ro** rot - *red*, **we** weiss - *white*. Quelle - *source*: **Co** CORNELIUS (1989, 1990), **Cr** CREMER (1991), **He** HEINISCH (1955), **Mü** MÜLLER-SCHNEIDER (1986), **Nu** Prospekt Nungesser, **Ra** eigene Messungen, **Sa** SALISBURY (1942), **Vo** Prospekt VOLG Winterthur.

Bestäubungsbiologische Einheit				Art	Diasporen			
Farbe	Grösse [mm ²]	Kl.	Bezug		Masse [mg]	Quelle	Kl.	D/bE
we	75	6	Köpfchen	<i>Achillea millefolium</i>	0.15	Ra	7	20
we	7	2	Blüte	<i>Aethusa cynapium</i>	1.10	Ra	10	0.4
ge	20	4	Blüte	<i>Agrimonia eupatoria</i>	23.9	Ra	14	0.9
gr	60	5	Ährchen	<i>Agropyron caninum</i>	0.23	He	7	3
gr	80	6	Ährchen	<i>Agropyron repens</i>	2.24	Cr	11	4
ro	30	4	Blüte	<i>Agrostemma githago</i>	13.0	Ra	13	30
gr	2	1	Ährchen	<i>Agrostis gigantea</i>	0.09	Sa	6	0.6
gr	2	1	Ährchen	<i>Agrostis spica-venti</i>	0.071	Cr	6	0.8
gr	2	1	Ährchen	<i>Agrostis stolonifera</i>	0.07	Mü	6	0.6
bl	40	5	Blüte	<i>Ajuga reptans</i>	1.2	Mü	10	3
gr	50	5	Blütenknäuel	<i>Alchemilla arvensis</i>	0.26	Cr	8	0.7
gr	1000	9	Ähre	<i>Alopecurus myosuroides</i>	1.67	Ra	10	100
gr	1500	10	Ähre	<i>Alopecurus pratensis</i>	0.68	Sa	10	200
gr	1000	9	Blütenknäuel	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0.41	Ra	8	500
ro	12	3	Blüte	<i>Anagallis arvensis</i>	0.48	Ra	8	12
bl	12	3	Blüte	<i>Anagallis coerulea</i>	0.31	Ra	8	12
bl	30	4	Blüte	<i>Anchusa arvensis</i>	3.94	Ra	11	3
we	15	3	Blüte	<i>Arabidopsis thaliana</i>	0.026	Cr	4	50
ro	1500	10	Köpfchen	<i>Arctium lappa</i>	10.2	Ra	13	120
we	3	1	Blüte	<i>Arenaria leptoclados</i>	0.07	Ra	6	6
gr	12	3	Ährchen	<i>Arrhenatherum elatius</i>	3.2	Mü	11	0.5
ge	3	1	Köpfchen	<i>Artemisia vulgaris</i>	0.16	Cr	7	20
gr	2	1	Blüte	<i>Atriplex patula</i>	0.98	Ra	9	0.5
gr	120	6	Ährchen	<i>Avena sativa</i>	35	Mü	15	2
ge	200	7	Dolde	<i>Bupleurum rotundifolium</i>	2.83	Ra	11	25
bl	800	9	Blüte	<i>Campanula patula</i>	0.023	Ra	4	200

ANHANG B. (Forts. - continued)

Bestäubungsbiologische Einheit				Art	Diasporen			
Farbe	Grösse [mm ²]	Kl.	Bezug		Masse [mg]	Quelle	Kl.	D/bE
we	20	4	Blüte	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.28	Cr	8	20
we	30	4	Blüte	<i>Cardamine hirsuta</i>	0.18	Mü	7	12
bl	700	9	Köpfchen	<i>Centaurea cyanus</i>	4.3	Ra	12	21
ro	1200	10	Köpfchen	<i>Centaurea jacea</i>	2.64	Ra	11	20
ro	15	3	Blüte	<i>Centaureum umbellatum</i>	0.005	Nu	2	110
we	150	7	Blüte	<i>Cerastium caespitosum</i>	0.15	Ra	7	20
we	3	1	Blüte	<i>Cerastium glomeratum</i>	0.2	Nu	7	6
gr	30	4	Blütenknäuel	<i>Chenopodium album</i>	0.72	Cr	9	20
ro	2	1	Blüte	<i>Chenopodium polyspermum</i>	0.26	Cr	8	0.5
we	1500	10	Köpfchen	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	0.9	Ra	9	190
ge	75	6	Köpfchen	<i>Chrysanthemum vulgare</i>	0.11	Ra	6	200
bl	750	9	Köpfchen	<i>Cichorium intybus</i>	1.37	Ra	10	10
ro	1800	10	Köpfchen	<i>Cirsium vulgare</i>	1.83	Ra	10	30
we	1200	10	Blüte	<i>Convolvulus arvensis</i>	13.5	Ra	13	4
ge	750	9	Köpfchen	<i>Crepis biennis</i>	1.08	Ra	10	150
ge	300	8	Köpfchen	<i>Crepis taraxacifolia</i>	0.5	Mü	8	40
gr	1000	9	Rispe	<i>Cynosurus cristatus</i>	0.5	Mü	8	100
gr	200	7	Rispenast	<i>Dactylis glomerata</i>	0.9	Mü	9	15
we	10	3	Blüte	<i>Daucus carota</i>	1.09	Ra	10	0.7
bl	500	8	Blüte	<i>Delphinium consolida</i>	0.91	Ra	9	12
ro	12000	13	Köpfchen	<i>Dipsacus silvester</i>	3.14	Ra	11	950
gr	3	1	Ährchen	<i>Echinochloa crus-galli</i>	10.41	Cr	13	0.8
bl	100	6	Blüte	<i>Echium vulgare</i>	2.92	Ra	11	3
ro	75	6	Blüte	<i>Epilobium adnatum</i>	0.086	Ra	6	80
ro	700	9	Blüte	<i>Epilobium hirsutum</i>	0.11	Ra	6	210
ro	75	6	Blüte	<i>Epilobium palustre</i>	0.097	Ra	6	220
ro	75	6	Blüte	<i>Epilobium parviflorum</i>	0.076	Ra	6	120
we	400	8	Köpfchen	<i>Erigeron annuus</i>	0.03	Mü	4	180
we	5	2	Köpfchen	<i>Erigeron canadensis</i>	0.034	Cr	5	20
ro	20	4	Köpfchen	<i>Eupatorium cannabinum</i>	0.4	Mü	8	6
ge	15	3	Cyathium	<i>Euphorbia exigua</i>	0.40	Ra	8	2
ge	50	5	Cyathium	<i>Euphorbia helioscopia</i>	1.87	Cr	10	2
we	20	4	Blüte	<i>Fagopyrum vulgare</i>	26.7	Ra	14	0.5
gr	50	5	Ährchen	<i>Festuca arundinacea</i>	0.8	Mü	9	6
gr	12	3	Ährchen	<i>Festuca ovina</i>	0.3	Mü	8	3
gr	50	5	Ährchen	<i>Festuca pratensis</i>	2.1	Mü	11	6
ro	100	6	Blüte	<i>Fumaria officinalis</i>	2.49	Ra	11	0.8
ro	40	5	Blüte	<i>Galeopsis angustifolia</i>	0.15	Ra	7	3

ANHANG B. (Forts. - *continued*)

Bestäubungsbiologische Einheit				Art	Diasporen			
Farbe	Grösse [mm ²]	Kl.	Bezug		Masse [mg]	Quelle	Kl.	D/bE
ro	2500	11	Teilblütenst.	<i>Galeopsis tetrahit</i>	4.76	Cr	12	2.5
we	30	4	Köpfchen	<i>Galinsoga parviflora</i>	0.19	Ra	7	25
we	10	3	Blüte	<i>Galium album</i>	0.43	Mü	8	0.2
we	3	1	Blüte	<i>Galium aparine</i>	7.4	Cr	12	1.8
ro	50	5	Blüte	<i>Geranium dissectum</i>	2.53	Cr	11	5
ge	150	7	Blüte	<i>Geum urbanum</i>	2.3	Mü	11	30
ge	50	5	Köpfchen	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	0.002	Cr	1	55
gr	5	2	Ährchen	<i>Holcus lanatus</i>	0.3	Mü	8	2
gr	3000	11	Ähre	<i>Hordeum vulgare</i>	40	Ra	15	90
ge	100	6	Blüte	<i>Hypericum humifusum</i>	0.12	Ra	6	70
ge	500	8	Blüte	<i>Hypericum perforatum</i>	0.12	Ra	6	80
ge	600	9	Köpfchen	<i>Hypochoeris radicata</i>	0.96	Co	9	35
ge	50	5	Köpfchen	<i>Inula conyza</i>	0.26	Ra	8	100
gr	750	9	Blütenstand	<i>Juncus effusus</i>	0.014	Nu	3	20
bl	750	9	Köpfchen	<i>Knautia arvensis</i>	6.04	Ra	12	50
ge	100	6	Köpfchen	<i>Lactuca serriola</i>	0.52	Ra	9	18
ro	30	4	Blüte	<i>Lamium purpureum</i>	0.77	Cr	9	3.5
ge	75	6	Köpfchen	<i>Lapsana communis</i>	1.16	Ra	10	20
bl	200	7	Blüte	<i>Legousia speculum-veneris</i>	0.42	Ra	8	37
ge	750	9	Köpfchen	<i>Leontodon hispidus</i>	1.27	Ra	10	85
ge	50	5	Blüte	<i>Linaria spuria</i>	0.38	Ra	8	25
ge	120	6	Blüte	<i>Linaria vulgaris</i>	0.21	Ra	7	0.5
gr	50	5	Ährchen	<i>Lolium multiflorum</i>	2.1	Mü	11	10
gr	35	5	Ährchen	<i>Lolium perenne</i>	2	Mü	10	7
ge	100	6	Blüte	<i>Lotus corniculatus</i>	1.3	Ra	10	15
ge	100	6	Blüte	<i>Lotus uliginosus</i>	0.6	Mü	9	12
ro	100	6	Blüte	<i>Lythrum salicaria</i>	0.67	Nu	9	0.2
we	300	8	Köpfchen	<i>Matricaria chamomilla</i>	0.033	Ra	5	70
ge	150	7	Blütenstand	<i>Medicago lupulina</i>	1.96	Ra	10	750
we	10	3	Blüte	<i>Melilotus albus</i>	1.9	Ra	10	3
bl	6	2	Blüte	<i>Myosotis arvensis</i>	0.32	Cr	8	3
ge	2000	10	Blüte	<i>Oenothera biennis</i>	0.28	Ra	8	180
ro	25	4	Blüte	<i>Onobrychis viciifolia</i>	18.8	Ra	14	0.8
ge	200	7	Blüte	<i>Oxalis europaea</i>	0.17	Cr	7	55
gr	2	1	Ährchen	<i>Panicum capillare</i>	0.1	Ra	6	1
ro	3000	11	Blüte	<i>Papaver dubium</i>	0.14	Ra	7	1600
ro	3000	11	Blüte	<i>Papaver rhoeas</i>	0.11	Ra	6	1000
ge	20	4	Blüte	<i>Pastinaca sativa</i>	7.09	Ra	12	1.8

ANHANG B. (Forts. - *continued*)

Bestäubungsbiologische Einheit				Art	Diasporen			
Farbe	Grösse [mm ²]	Kl.	Bezug		Masse [mg]	Quelle	Kl.	D/bE
gr	2000	10	Rispe	<i>Phleum pratense</i>	1	Mü	9	120
ge	600	9	Köpfchen	<i>Picris hieracioides</i>	0.9	Ra	9	40
br	300	8	Blütenstand	<i>Plantago intermedia</i>	0.18	Ra	7	1300
br	450	8	Blütenstand	<i>Plantago lanceolata</i>	1.82	Ra	10	100
br	1500	10	Blütenstand	<i>Plantago major</i>	0.27	Ra	8	700
br	1200	10	Blütenstand	<i>Plantago media</i>	0.3	Mü	8	480
gr	2	1	Ährchen	<i>Poa annua</i>	0.24	Cr	7	2
gr	3	1	Ährchen	<i>Poa pratensis</i>	0.3	Mü	8	2
gr	2	1	Ährchen	<i>Poa trivialis</i>	0.3	Mü	8	2
ro	250	7	Blütenstand	<i>Polygonum amphibium</i>	kein Samenansatz			
gr	2	1	Blüte	<i>Polygonum aviculare</i>	1.48	Cr	10	0.9
gr	5	2	Blüte	<i>Polygonum convolvulus</i>	4.72	Cr	12	0.8
ro	3	1	Blüte	<i>Polygonum hydropiper</i>	2.2	Nu	11	0.5
ro	2	1	Blüte	<i>Polygonum minus</i>	0.62	Mü	9	0.8
ro	2	1	Blüte	<i>Polygonum mite</i>	1.62	Ra	10	0.5
ro	350	8	Blütenstand	<i>Polygonum persicaria</i>	1.28	Ra	10	20
bl	60	5	Blüte	<i>Prunella vulgaris</i>	0.67	Ra	9	3
ge	30	4	Blüte	<i>Ranunculus arvensis</i>	15.5	Ra	13	5
ge	500	8	Blüte	<i>Ranunculus bulbosus</i>	3.4	Mü	11	35
ge	500	8	Blüte	<i>Ranunculus friesianus</i>	1.55	Ra	10	40
ge	500	8	Blüte	<i>Ranunculus repens</i>	3.4	Ra	11	45
we	300	8	Blüte	<i>Raphanus raphanistrum</i>	4.36	Ra	12	7
ge	15	3	Blüte	<i>Rorippa palustris</i>	0.046	Ra	5	20
ge	50	5	Blüte	<i>Rorippa silvestris</i>	0.077	Cr	6	4
ro	5	2	Blüte	<i>Rumex acetosella</i>	0.43	Cr	8	0
gr	10	3	Blüte	<i>Sagina apetala</i>	0.009	Ra	3	50
gr	10	3	Blüte	<i>Sagina procumbens</i>	0.018	Cr	4	65
bl	750	9	Köpfchen	<i>Scabiosa columbaria</i>	1.37	Ra	10	80
br	40	5	Blüte	<i>Scrophularia nodosa</i>	0.087	Ra	6	250
ge	850	9	Köpfchen	<i>Senecio jacobaea</i>	0.38	Ra	8	60
ge	15	3	Köpfchen	<i>Senecio vulgaris</i>	0.18	Ra	7	63
gr	1500	10	Rispe	<i>Setaria glauca</i>	1.25	Ra	10	55
bl	3	1	Blüte	<i>Sherardia arvensis</i>	2.29	Ra	11	1.5
we	600	9	Blüte	<i>Silene alba</i>	0.7	Ra	9	155
we	500	8	Blüte	<i>Silene noctiflora</i>	1.29	Ra	10	100
ge	300	8	Blüte	<i>Sinapis arvensis</i>	2.4	Ra	11	6
we	75	6	Blüte	<i>Solanum nigrum</i>	1.15	Ra	10	50
ge	40	5	Köpfchen	<i>Solidago canadensis</i>	0.05	Co	5	20

ANHANG B. (Forts. - continued)

Bestäubungsbiologische Einheit				Art	Diasporen			
Farbe	Grösse [mm ²]	Kl.	Bezug		Masse [mg]	Quelle	Kl.	D/bE
ge	1400	10	Köpfchen	<i>Sonchus arvensis</i>	0.45	Cr	8	10
ge	300	8	Köpfchen	<i>Sonchus asper</i>	0.16	Ra	7	80
ge	300	8	Köpfchen	<i>Sonchus oleraceus</i>	0.29	Cr	8	120
we	10	3	Blüte	<i>Spergula arvensis</i>	0.26	Ra	8	30
we	50	5	Blüte	<i>Stellaria media</i>	0.27	Ra	8	10
ro	40	5	Blüte	<i>Symphytum officinale</i>	11.4	Ra	13	0.1
ge	2000	10	Köpfchen	<i>Taraxacum officinale</i>	0.67	Ra	9	110
we	50	5	Blüte	<i>Thlaspi arvense</i>	1.34	Ra	10	12
we	20	4	Blüte	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	0.3	Mü	8	8
ge	1200	10	Köpfchen	<i>Tragopogon orientalis</i>	7.37	Ra	12	35
ge	300	8	Köpfchen	<i>Trifolium campestre</i>	0.7	Nu	9	20
ge	150	7	Köpfchen	<i>Trifolium dubium</i>	0.64	Ra	9	15
we	2200	11	Köpfchen	<i>Trifolium hybridum</i>	0.8	Mü	9	30
ro	2200	11	Köpfchen	<i>Trifolium pratense</i>	1.8	Mü	10	90
we	2200	11	Köpfchen	<i>Trifolium repens</i>	0.56	Co	9	50
we	850	9	Köpfchen	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	0.20	Ra	7	210
gr	4	2	Ährchen	<i>Trisetum flavescens</i>	0.4	Vo	8	2
gr	3000	11	Ähre	<i>Triticum vulgare</i>	35	Ra	15	90
ge	450	8	Köpfchen	<i>Tussilago farfara</i>	0.3	Mü	8	110
ro	600	9	Blüte	<i>Vaccaria pyramidata</i>	9.04	Ra	13	8
we	12	3	Blüte	<i>Valerianella locusta</i>	1.5	Mü	10	1
we	7	2	Blüte	<i>Valerianella rimosa</i>	1.76	Ra	10	0.9
bl	15	3	Blüte	<i>Verbena officinalis</i>	0.24	Ra	7	4
we	20	4	Blüte	<i>Veronica agrestis</i>	0.26	Cr	8	10
bl	12	3	Blüte	<i>Veronica arvensis</i>	0.088	Cr	6	12
bl	75	6	Blüte	<i>Veronica filiformis</i>	0.28	Cr	8	8
bl	50	5	Blüte	<i>Veronica hederifolia</i>	4.43	Ra	12	3
bl	35	5	Blüte	<i>Veronica officinalis</i>	1.82	Ra	10	18
bl	75	6	Blüte	<i>Veronica persica</i>	0.65	Ra	9	13
bl	30	4	Blüte	<i>Veronica serpyllifolia</i>	0.075	Cr	6	20
bl	80	6	Blüte	<i>Vicia cracca</i>	12	Mü	13	6
ro	40	5	Blüte	<i>Vicia dumetorum</i>	31.0	Ra	14	7
we	8	3	Blüte	<i>Vicia hirsuta</i>	7.02	Cr	12	1.8
ro	50	5	Blüte	<i>Vicia segetalis</i>	25.8	Ra	14	12
bl	70	6	Blüte	<i>Vicia sepium</i>	25	Mü	14	5
we	8	3	Blüte	<i>Vicia tetrasperma</i>	3.81	Cr	11	3
we	100	6	Blüte	<i>Viola arvensis</i>	0.82	Ra	9	26