

Die Dauerhaftigkeit von generativen Diasporenbanken in Böden am Beispiel von Kalkmagerrasenpflanzen und deren Bedeutung für den botanischen Arten- und Biotopschutz

Peter Poschlod

Synopsis

The results of different methods to evaluate the persistence of the generative diaspore bank (seed bank) of calcareous grassland species in soil are compared. The methods were (1) investigating the seasonal dynamics of the diaspore bank in upper and deeper soil horizons dependent on the seasonal dynamics of diaspore rain, (2) testing the persistence of buried diaspores (seeds) in the soil over a short time, (3) the relation of the number of diaspores in upper and deeper soil horizons in spring and (4) the survey of diaspores in the soil along successional seres or in afforestations, where the beginning of fallowing or the time of afforestation is known (Tab. 1).

The comparison of all methods except method 3 allowed the following classification of the persistence of diaspore banks in the soil: (1) transient (< 1 year), (2) transient (1-2 years), (3) persistent (few years), (4) persistent (several years to few decades), (5) persistent (several decades).

It is shown, that a part of the diaspore bank of about 10 to 20% of the demonstrated species can survive at least 40 to 50 years (Tab. 2).

It is proposed that in the Red Data books of species these facts are taken in consideration.

For the restoration of afforested or fallowed calcareous grassland sites of different ages the first stage after clearing and the success of clearing management respectively can be predicted by the knowledge of the persistence of the diaspore bank of the different species.

Diasporenbank, Dauerhaftigkeit, Langlebigkeit, Kalkmagerrasen, Sukzession

1. Einleitung

Die Überlebensdauer von Diasporen (im Boden) war schon seit Mitte des letzten Jahrhunderts Gegenstand wissenschaftlichen Interesses (GIRARDIN 1849, FAN COURT 1856, SALTER 1857, DARWIN 1859 u.a.). Dies führte schon Ende des letzten Jahrhunderts und Anfang dieses Jahrhunderts zu den immer noch in ihrer Langfristigkeit einmaligen Vergrabungsexperimenten von Beal bzw. Duvel (KIVILAAAN & BANDURSKI 1981 bzw. TOOLE & BROWN 1946). Weitere langfristige Vergrabungsexperimente wurden von DORPH-PETERSEN (1934/35), GOSS (1939) und von LEWIS (1973) durchgeführt. Allerdings geschah dies in den meisten Fällen nicht unter den natürlichen Standortsbedingungen (PRIESTLEY 1986). Im Mittelpunkt des Interesses dieser Vergrabungsexperimente standen aber fast ausschließlich Arten ackerbaulich genutzter (Ackerwildpflanzen) und ruderaler Standorte (Ruderalarten). Über Arten anderer Ökosysteme ist leider wenig bekannt.

Gerade im Arten- und Biotopschutz ist aber das Wissen um die Dauerhaftigkeit von Diasporenbanken unerlässlich, wenn die Überlebensfähigkeit einer Art gegenüber dem Faktor "zeitliche Isolation" bewertet werden soll (POSCHLOD 1991).

So werden in den Regierungsbezirken Tübingen und Stuttgart des Landes Baden-Württemberg fast alle Kalkmagerrasen oder Halbtrockenrasen, entstanden v.a. durch jahrhundertelange Schafbeweidung, nur mehr durch Pflegemaßnahmen in ihrer Struktur und Artenzusammensetzung aufrecht erhalten (MATTERN 1985). Aus diesem Grunde wird nach neuen Leitbildern (PLACHTER 1991) für diesen Lebensraum gesucht, die auch die "Sukzession" als eine Alternative akzeptieren. Dabei stellt sich dann die Frage, ab welchem Zeitpunkt welche Arten eines Lebensraumes nicht nur in der aktuellen Vegetation, sondern auch in der Diasporenbank verschwunden sind, d.h., wann die Population einer Art an einem Standort wirklich ausgestorben ist. Aus vegetationskundlicher Sicht kann die Kenntnis der Dauerhaftigkeit der Diasporenbank der einzelnen Arten und der Möglichkeit, diese durch neu entstandene Nutzungsinteressen oder extrem extensive Pflege, wie Rodung alle 30 Jahre, wieder zu aktivieren, die Akzeptanz eines solchen Leitbildes erhöhen.

Da diese Entscheidungen in naher Zukunft getroffen werden müssen, sind langfristige Vergrabungsexperimente nicht möglich. Aus diesem Grunde sollen hier verschiedene Möglichkeiten der kurzfristigen Abschätzung der Dauerhaftigkeit von Diasporenbanken am Beispiel von Arten auf Kalkmagerrasenstandorten zusammengestellt und vergleichend diskutiert werden. Eine daraus resultierende Liste möglichst vieler Arten von Kalkmagerrasen-

standorten soll aus den bisher vorliegenden Erkenntnissen die Gefährdung bezüglich dem Faktor "zeitliche Isolation" aufzeigen und kann als Entscheidungshilfe für flächenbezogene Maßnahmen herangezogen werden.

2. Methoden

Die Dauerhaftigkeit der Diasporenbank soll durch die Gegenüberstellung der Ergebnisse folgender methodischer Ansätze abgeschätzt werden:

1. Die jahreszeitliche Dynamik der Diasporenbank in oberflächennahen und tiefen Bodenschichten in Abhängigkeit vom Diasporenenregen erlaubt eine Einteilung in zwei Gruppen vorübergehender und zwei Gruppen mehr oder weniger dauerhafter Diasporenbanken (POSCHLOD & JACKEL 1993, vgl. Abb. 1). Dazu wurden von März 1990 bis März 1991 in 4 bis 6wöchigen Abständen Bodenproben zur Erfassung der Diasporenbank entnommen und in zweiwöchigem Abstand der Diasporenenregen mit Hilfe von Trockenfallen erfaßt.

2. Kurzfristige Vergrabungsexperimente lassen gerade bei den durch die o.g. Methode nur schwierig einzuordnenden Arten exaktere Aussagen zu. Dazu wurden von ausgewählten Arten Diasporen zur Zeit ihrer Ausbreitung kontrolliert vergraben und nach 3, 9 und 12 bzw. 15 Monaten auf ihre Überlebens- bzw. Keimfähigkeit überprüft.

3. Das Verhältnis der Anzahl keimfähiger Diasporen oberflächennaher und tiefer Bodenschichten von einmalig entnommenen Bodenproben im Frühjahr ist nach BAKKER (1989) ein Maß der Dauerhaftigkeit. Dabei geht er von der Tatsache aus, daß die Tiefenverlagerung von Diasporen von der Zeit abhängig ist, d.h., daß kurzlebige Diasporen in der Zeit, in der sie lebensfähig sind, nur in geringer Anzahl in tiefere Bodenschichten verlagert werden und deshalb v.a. nur in oberen Bodenschichten zu finden sind. Je kleiner das Verhältnis, d.h. je mehr Diasporen in tieferen als in oberflächennahen Bodenschichten vorhanden sind, desto dauerhafter sei die Diasporenbank. Dazu wurden von sieben verschiedenen, durch Beweidung oder Mahd genutzten Kalkmagerrasenstandorten die Spannweiten dieses Verhältnisses der damit erfaßten Arten dargestellt. Die Standorte waren am Trauf der Schwäbischen Alb das Dachswiesle, der Leimberg (vgl. POSCHLOD & JACKEL 1993), die Weide unter der Teck, zwei Standorte am Erkenberg (vgl. POSCHLOD & al. 1991) und zwei Standorte im Strohgäu bei Ditzingen (vgl. POSCHLOD & JORDAN 1992).

4. Vergleichende Untersuchungen der Diasporenbank in aktuell genutzten, beweideten oder gemähten Kalkmagerrasenstandorten und exakt datierbaren Gebüsch- oder bewaldeten Brachen bzw. Aufforstungen (POSCHLOD & al. 1991) können die langfristige Dauerhaftigkeit abschätzen helfen (vgl. auch DONELAN & THOMPSON 1980). Dazu wurden die Ergebnisse der Untersuchungen einer 20 Jahre alten Fichtenaufforstung (POSCHLOD & JORDAN 1992), einer 30 Jahre alten Kiefernauaufforstung, einer ca. 30 bis 40 Jahre alten Gebüschbrache (POSCHLOD & al. 1991) und einer ca. 60 bis 70 Jahre alten, inzwischen bewaldeten Brache gegenübergestellt. Die Angaben wurden in drei Größenklassen dargestellt - weniger als 40, 40 bis 400 und mehr als 400 keimfähige Diasporen/m². Alle hier ausgewerteten Arten kamen entweder überhaupt nicht oder als nicht generativ reproduzierender Spross (GRUNICKE & POSCHLOD 1991) in den Brachen oder Aufforstungen vor. Waren die Arten, die nicht in der Diasporenbank vertreten waren, wenigstens in den angrenzenden Magerrasenflächen vertreten, was vermuten läßt, daß sie vor dem Brachfallen oder der Aufforstung auch auf den untersuchten Standorten vorkamen, wurde dies mit einer 0 gekennzeichnet.

Die Nomenklatur der Pflanzennamen richtet sich nach EHRENDORFER (1973).

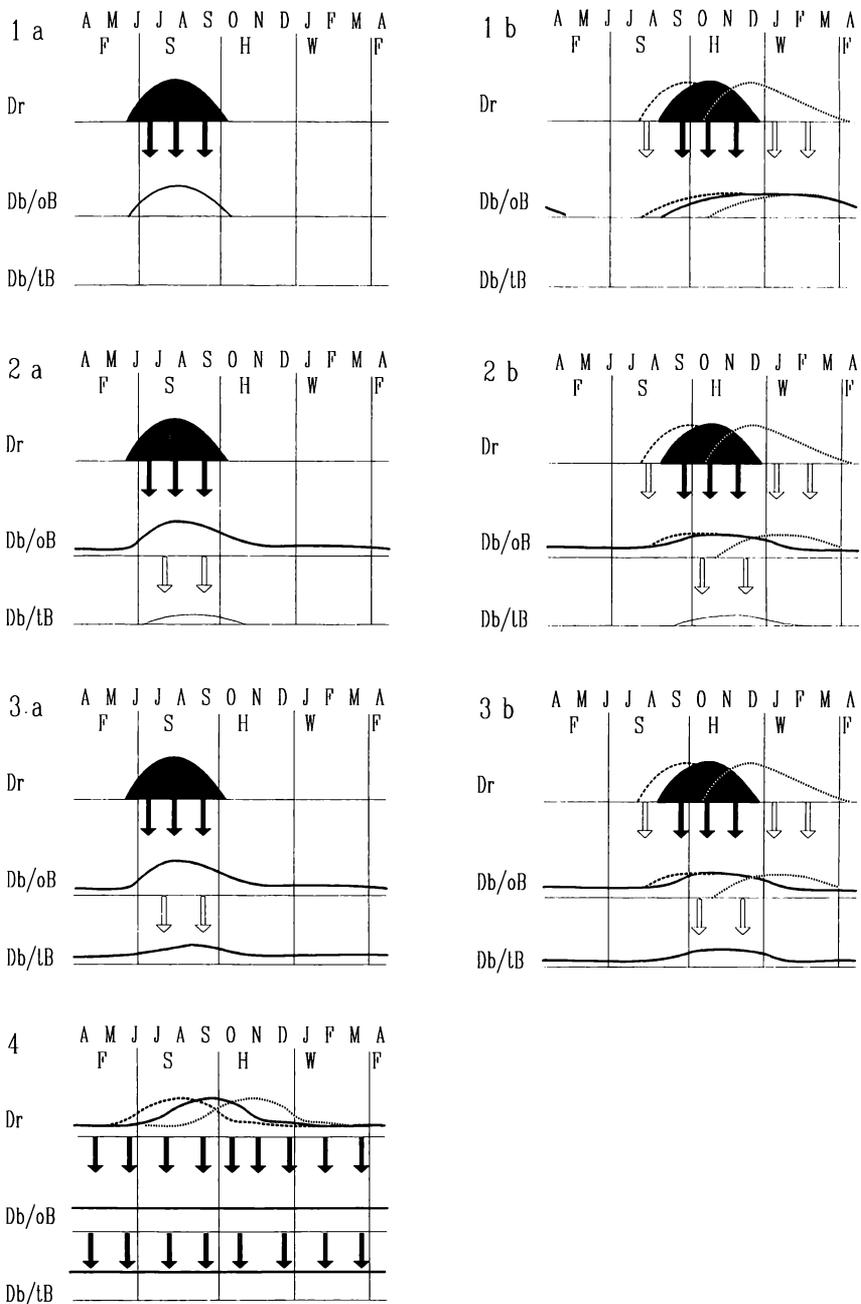


Abb. 1: Schematische Darstellung der verschiedenen generativen Diasporenbanktypen aufgrund der jahreszeitlichen Dynamik des Diasporennregens und der Diasporenbank oberflächennaher und tieferer Bodenschichten (nach POSCHLOD & JACKEL 1993).

Erläuterungen zu Abbildung 1:

Abszisse - oben Monate, unten Jahreszeiten

Ordinate - Dr = Diasporenregen; Db/oB = Diasporenbank oberflächennahe Bodenschichten, Db/uB = Diasporenbank tiefere (untere) Bodenschichten.

Typ 1a - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen ohne angeborene Dormanz und nur in den oberflächennahen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: vorübergehend (< 1 Jahr).

Typ 1b - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen mit angeborener Dormanz (gestrichelte, durchgezogene Linie); Arten mit Ausstreu am Ende der Vegetationsperiode bzw. bis Winter/Frühjahr, Diasporen ohne oder mit angeborener Dormanz (gepunktete Linie); nur in den oberflächennahen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: vorübergehend (< 1 Jahr).

Typ 2a - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen ohne angeborene Dormanz und fast nur in den oberflächennahen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: vorübergehend (1-2 Jahre).

Typ 2b - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen mit angeborener Dormanz (gestrichelte, durchgezogene Linie); Arten mit Ausstreu am Ende der Vegetationsperiode bzw. bis Winter/Frühjahr, Diasporen ohne oder mit angeborener Dormanz (gepunktete Linie); fast nur in den oberflächennahen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: vorübergehend (1-2 Jahre).

Typ 3a - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen ohne oder zu hohen Anteilen ohne angeborene Dormanz, aber Dormanz durch ungünstige Umweltfaktoren zu erzwingen; hohe Diasporenanzahl in den oberflächennahen Bodenschichten, geringere Anzahl in den tieferen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: dauerhaft (wenige Jahre bis mehrere Jahrzehnte).

Typ 3b - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode, Diasporen mit angeborener Dormanz (gestrichelte, durchgezogene Linie), Dormanz durch ungünstige Umweltfaktoren zu erzwingen; Arten mit Ausstreu am Ende der Vegetationsperiode bzw. bis Winter/Frühjahr, Diasporen ohne oder mit angeborener Dormanz (gepunktete Linie), Diasporen durch ungünstige Umweltfaktoren zu erzwingen; hohe Diasporenanzahl in den oberflächennahen Bodenschichten, geringere Anzahl in den tieferen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: dauerhaft (wenige Jahre bis mehrere Jahrzehnte).

Typ 4 - Arten mit Ausstreu während der Vegetationsperiode oder bis ins Frühjahr, Diasporen ohne oder mit angeborener Dormanz, Dormanz durch ungünstige Umweltfaktoren zu erzwingen oder zu induzieren; hohe Diasporenanzahl vor allem in den tieferen Bodenschichten; Dauerhaftigkeit: dauerhaft (mehrere Jahrzehnte).

3. Dauerhaftigkeit

Die Daten aus den einzelnen Untersuchungen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Fast alle Arten, die sich aufgrund der jahreszeitlichen Dynamik dem Typ 1 bzw. Typ 2 der vorübergehenden Diasporenbank nach POSCHLOD & JACKEL (1993) zuordnen lassen, konnten in den Böden der aufgeforschten oder brachgefallenen Standorte nicht nachgewiesen werden. Ausnahmen sind *Polygala amarella*, *Scabiosa columbaria* (je einmal in der Gebüschbrache der Teck), *Viola hirta* (nach GRIME & al. 1988 mit vorübergehender Diasporenbank) und *Centaurea jacea*. Die beiden letzteren waren auf fast allen brachgefallenen oder aufgeforschten Standorten in der Diasporenbank nachzuweisen. Dies läßt vermuten, daß die Diasporen dieser Arten möglicherweise nachträglich eingetragen wurden. Zumindestens die Diasporen von *Polygala amarella* und *Viola hirta* können durch Ameisen verschleppt werden (MÜLLER-SCHNEIDER 1986).

Auch die Ergebnisse der Vergrabungsexperimente der bisher überprüften Arten stimmen in den meisten Fällen mit den Ergebnissen der jahreszeitlichen Dynamik und der Diasporenbank der untersuchten Standorte überein. Ausnahmen sind *Pimpinella saxifraga* und *Leontodon hispidus*. So können von beiden Arten einzelne vergrabene Diasporen länger als 15 Monate im Boden überdauern, während durch die jahreszeitliche Dynamik nur eine vorübergehende Diasporenbank (< 1 Jahr) nachzuweisen war. *Leontodon hispidus* besitzt keine angeborene Dormanz (POSCHLOD & HAHN unveröff.) und keimt unter geeigneten Standortbedingungen sofort. Auch ist die Diaspore wie bei *Pimpinella saxifraga* relativ groß, so daß eine Tiefenverlagerung im Vergleich zu Arten mit kleineren Diasporen (THOMPSON 1987) längere Zeit in Anspruch nimmt.

Tab. 1: Ergebnisse der Untersuchungen zur Diasporenbank nach ausgewählten Methoden für Pflanzenarten von Kalkmagerrasenstandorten.

Artname	Dbtyp	Ve	V (oB/uB)	Ditz.	Erk	Teck	60-70 J
				20 J	30 J	40 J	
Poaceae							
<i>Arrhenatherum elatius</i>	(1)					0	0
<i>Avenochloa pubescens</i>	(1)			0		0	0
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1b	<9 Mon	E(2)	0	0	0	0
<i>Briza media</i>	1a				0	0	0
<i>Bromus erectus</i>	1a/1b	<3 Mon	A(1),E(4)	0	0	0	0
<i>Festuca ovina</i> agg.	1a	<15 Mon	E(3)	0	0	0	0
<i>Koeleria cristata</i>	(1)			0	0	0	0
<i>Trisetum flavescens</i>	(1)			0		0	0
<i>Poa pratensis</i>	(4)		A(2),E(3)	■	■	■	0
Cyperaceae							
<i>Carex montana</i>			C(1),E(1)		■		
<i>Carex caryophylla</i>	(4)		C(1),D(1),E(1)			■	
<i>Carex flacca</i>	4	>15 Mon	A(1),B(1),C(1),D(1),E(1)	■	■	■	■
Liliaceae							
<i>Anthericum ramosum</i>		>15 Mon				0	0
Ranunculaceae							
<i>Ranunculus bulbosus</i>	3a		A(3),E(2)	■	■		0
Caryophyllaceae							
<i>Dianthus carthusianorum</i>				0			
Hypericaceae							
<i>Hypericum perforatum</i>	(4)		B(2),D(1),E(1)	■	■		■
Cistaceae							
<i>Helianthemum nummularium</i>	(?4)		A(1),D(1)				
Violaceae							
<i>Viola hirta</i>	(1b)		B(1),D(1)		■	■	■
Euphorbiaceae							
<i>Euphorbia cyparissias</i>	4		A(3),B(2),D(1)	■	■	■	■
<i>Euphorbia verrucosa</i>	4					0	0
Primulaceae							
<i>Primula veris</i>	3a		A(2)		■		
Rosaceae							
<i>Agrimonia eupatoria</i>	(1b)			0	0	0	0
<i>Sanguisorba minor</i>	4	>15 Mon	B(2),D(2),E(1)	0	■	0	0
<i>Potentilla neumanniana</i>	4		A(3),C(2),D(1)	■	■	■	■
Fabaceae							
<i>Coronilla varia</i>				0		0	0
<i>Hippocrepis comosa</i>	3b	>15 Mon	A(1),E(2)		0	0	0
<i>Ononis repens</i>	(3)			0			
<i>Ononis spinosa</i>	(3a)	>15 Mon			0	0	0
<i>Trifolium campestre</i>	(3)		E(1)				
<i>Trifolium dubium</i>	(?3/4)		B(1)				
<i>Trifolium repens</i>							
<i>Trifolium pratense</i>	(3)		E(1)				
<i>Lotus corniculatus</i>	3a	>15 Mon	A(1),D(1),E(3)	■	■	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	3a/4		A(2),B(2),C(1),D(1),E(1)	■	■	0	0
Linaceae							
<i>Linum catharticum</i>	4	>15 Mon	B(1),D(5)	■	■		

Artname	Dbtyp	Ve	V (oB/uB)	Ditz.	Erk	Teck	60-70 J
				20 J	30 J	40 J	
Polygalaceae							
<i>Polygala amarella</i>	1b		A(1),D(1),E(2)	0	0		0
<i>Polygala comosa</i>	1b		E(2)		0	0	0
Apiaceae							
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1b	> 15 Mon	A(1),D(1),E(3)	0	0	0	0
<i>Daucus carota</i>	4	> 15 Mon	A(1),D(1),E(1)		0		0
Gentianaceae							
<i>Gentiana verna</i>					0		
<i>Gentianella ciliata</i>						0	0
<i>Gentianella germanica</i>						0	0
Rubiaceae							
<i>Asperula cynanchica</i>	2b		B(1),E(2)		0	0	0
<i>Galium mollugo</i>							
<i>Galium verum</i>	(?4)		A(1),D(1),E(2)				
Dipsacaceae							
<i>Scabiosa columbaria</i>	2a/2b		B(1),E(3)		0		0
Scrophulariaceae							
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	2b		D(2),E(1)		0		
<i>Euphrasia stricta</i>	(2b)					0	0
<i>Rhinanthus glacialis</i>	1b						
<i>Rhinanthus minor</i>	2a		E(2)				
<i>Verbascum thapsus</i>	(4)						
Plantaginaceae							
<i>Plantago lanceolata</i>	2b/3a		D(3),E(2)		0	0	0
<i>Plantago media</i>	3a/3b		C(1),D(3),E(1)				0
Lamiaceae							
<i>Prunella grandiflora</i>	3b		D(1),E(1)				
<i>Salvia pratensis</i>			B(1),D(1),E(2)				
<i>Teucrium chamaedryd</i>					0		
<i>Teucrium montanum</i>			D(1)		0		
<i>Origanum vulgare</i>	(4)		D(3),E(3)		0		
<i>Stachys recta</i>			A(1)				
<i>Thymus pulegioides</i>	3b		A(1),D(2),E(2)				
Campanulaceae							
<i>Campanula rotundifolia</i>	2b		C(1),D(1),E(1)				0
Asteraceae							
<i>Aster amellus</i>					0		
<i>Bellis perennis</i>	(1)		B(1),E(1)				
<i>Carlina acaulis</i>	(1b)	< 12 Mon		0	0	0	0
<i>Carlina vulgaris</i>	1b	< 12 Mon			0	0	0
<i>Cirsium acaule</i>	1b	< 12 Mon	E(1)		0	0	0
<i>Hieracium pilosella</i>	(73)	> 15 Mon			0	0	0
<i>Leontodon hispidus</i>	1b	> 15 Mon	A(1),E(1)		0	0	0
<i>Achillea millefolium</i>	(71/3)				0	0	0
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	3b		A(1),E(2)				
<i>Centaurea jacea</i>	1a/1b		A(1),B(1),C(1),D(1)				
<i>Inula conyza</i>			A(1),E(1)		0		
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3a/3a		C(1)				

Erläuterungen zu Tabelle 1:

Dbtyp Diasporenbanktyp nach POSCHLOD & JACKEL (1993, vgl. Abb. 1). In Klammern Angaben nach GRIME & al. (1988), Diasporenbanktyp 2 wurde in 1b verändert.

Ve Überlebensfähigkeit künstlich vergrabener Diasporen (vgl. POSCHLOD & HAHN unveröff.)

V (oB/uB)	Verhältnis keimfähiger Diasporen oberflächennaher Bodenschichten zu tieferen (unteren) Bodenschichten nach BAKKER (1989) - 0 < A < 0,75 < B < 1,25 < C < 2 < D < 5 E (in Klammern Anzahl der Standorte je Klasse)
Ditz, Erk, Teck Ditz 20J	Vorkommen in der Diasporenbank der untersuchten Flächen 20 Jahre alte Fichtenaufforstung bei Ditzingen (vgl. POSCHLOD & JORDAN 1992). Alle aufgeführten Kalkmagerrasenarten ausschließlich in der Diasporenbank vorkommend.
Erk 30J	30 Jahre alte Kiefernauaufforstung am Erkenberg bei Neidlingen (vgl. POSCHLOD & al. 1991). Alle aufgeführten Kalkmagerrasenarten außer <i>Carex flacca</i> (nur vegetativ), <i>C. montana</i> und <i>Primula veris</i> nur in der Diasporenbank vorkommend.
Teck 30-40J	Vorkommen in der Diasporenbank einer 30 bis 40 Jahre alten Gebüschbrache an der Teck (vgl. POSCHLOD & al. 1991 und unpubl. Daten). Alle aufgeführten Kalkmagerrasenarten außer <i>Carex flacca</i> (nur vegetativ), <i>Euphorbia cyparissias</i> , <i>Inula conyza</i> und <i>Viola hirta</i> nur in der Diasporenbank vorkommend.
Teck 60-70J	Vorkommen in der Diasporenbank einer 60 bis 70 Jahre alten v.a. mit Eschen bewaldeten Brache an der Teck. Alle aufgeführten Kalkmagerrasenarten außer <i>Viola hirta</i> nur in der Diasporenbank vorkommend.
O	kein Nachweis in der Diasporenbank, aber wahrscheinlich ehemals auf den Flächen vorgekommen, da in der aktuellen Vegetation benachbarter Kalkmagerrasenflächen vorhanden. Gerasterte Flächen = Nachweis in der Diasporenbank: Hellgrau = < 40 Diasporen/m ² , grau = 40-400 Diasporen/m ² , dunkelgrau = > 400 Diasporen/m ² .

Das Verhältnis der Diasporen oberflächennaher und tiefer Bodenschichten (BAKKER 1989), die nur an einem Frühjahrstermin nachgewiesen werden, zeigt sehr große Spannbreiten schon innerhalb einer Art an. Zwar stimmt ein Teil der Ergebnisse auch mit denen der anderen Untersuchungen überein, doch treten hier bei sehr vielen Arten Diskrepanzen auf, so daß diese Methode zur Abschätzung der Dauerhaftigkeit ungeeignet erscheint.

Die Untersuchungen der Diasporenbank unterschiedlich alter Brachen und Aufforstungen läßt in Kombination mit den Untersuchungen der jahreszeitlichen Dynamik und kurzfristigen Vergabungsexperimenten die Dauerhaftigkeit der Diasporenbank in grobe Gruppen einteilen. So könnte die von POSCHLOD & JACKEL (1993) in Anlehnung an BAKKER & al. (1991) vorgeschlagene Einteilung in vorübergehende Diasporenbanken (< 1 Jahr, 1-2 Jahre) und mehrere Jahre und mehrere Jahrzehnte dauerhafte Diasporenbanken folgendermaßen erweitert werden (vgl. Tab. 2):

- Vorübergehende Diasporenbanken (< 1 Jahr)
- Vorübergehende Diasporenbanken (1 bis 2 Jahre)
- Dauerhafte Diasporenbanken (wenige Jahre)
- Dauerhafte Diasporenbanken (mehrere Jahre bis wenige Jahrzehnte)
- Dauerhafte Diasporenbank (mehrere Jahrzehnte)

Die Zusammenstellung (Tab. 1, 2) macht deutlich, daß v.a. Gräser (mit Ausnahme von *Poa pratensis*) und ein großer Teil der Asteraceen eine vorübergehende Diasporenbank aufweisen. Die Gräser können in Brachestadien allerdings vegetativ lange überdauern ("Grasstadien", vgl. SCHIEFER 1981 u.a.). Die Asteraceen mit vorübergehender Diasporenbank sind alle (mit Ausnahme von *Bellis perennis*) Pappusflieger (MÜLLER-SCHNEIDER 1986) und an die Fernverbreitung und damit räumliche Isolationfaktoren angepaßt, während die Diasporen der Asteraceen mit dauerhafter Diasporenbank (mit Ausnahme von *Inula conyza*) nur ausgestreut werden und nicht an die Fernverbreitung angepaßt sind (vgl. KLINKHAMER & al. 1987). Weiterhin besitzen die hier aufgeführten Arten der halbparasitischen Scrophulariaceen (ROBERTS 1986, vgl. auch TER BORG 1985, MATTHIES 1991) und der Polygalaceen (HEUBL 1984) nur eine vorübergehende Diasporenbank. Sie verfügen über keine besonderen Fernausbreitungsmechanismen und sind auf offene Kalkmagerrasenstadien angewiesen. Sie sind deshalb durch zeitliche Isolationseffekte wie Brachfallen besonders gefährdet.

Die Arten mit einer angeborenen Dormanz aufgrund mechanischer Eigenschaften der Samenschale (BALLARD 1973 u.a.) wie *Anthericum ramosum*, *Helianthemum nummularium* und die Fabaceen (POSCHLOD & BEIER unveröff.) sind mit Ausnahme von *Lotus corniculatus* und *Medicago lupulina* (und *Trifolium repens*?) nur wenige Jahre im Boden überdauerungsfähig. Dies gilt wahrscheinlich auch für die hier aufgeführten Enzianarten (SCHENKEVELD & VERKAAR 1983).

Unter den Familien mit dauerhaften Diasporenbanken fallen v.a. die Cyperaceen (hier: Gattung *Carex*) auf. So wiesen PFADENHAUER & MAAS (1987) dies ebenso für *Carex*-Arten auf feuchten bis nassen Standorten nach.

Unter den Rosaceen, Apiaceen und Lamiaceen finden sich sowohl Arten mit vorübergehender als auch mit (sehr) dauerhafter Diasporenbank (v.a. *Potentilla neumanniana*, *Origanum vulgare*). Langfristig dauerhafte Diasporenbanken scheinen auch die Euphorbiaceen und Hypericaceen (GRIME & al. 1988) aufzubauen.

Tab. 2: Einteilung von Kalkmagerrasenpflanzen der bisher untersuchten Standorte nach der Dauerhaftigkeit ihrer Diasporenbank und der Gefährdung hinsichtlich zeitlicher Isolationseffekte.

Generative Diasporenbank vorübergehend (< 1 Jahr oder 1 bis 2 Jahre)	
- sehr starke Gefährdung bezüglich dem Faktor zeitliche Isolation	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Carlina vulgaris</i>
<i>Avenochloa pratensis</i>	<i>Cirsium acaule</i>
<i>Avenochloa pubescens</i>	<i>Dianthus carthusianorum</i> ?
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Euphrasia rostkoviana</i>
<i>Bromus erectus</i>	<i>Euphrasia stricta</i>
<i>Festuca ovina</i> (agg.)	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Koeleria cristata</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
	<i>Polygala amarella</i>
	<i>Polygala comosa</i>
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<i>Rhinanthus glacialis</i>
<i>Asperula cynanchica</i>	<i>Rhinanthus minor</i>
<i>Aster amellus</i>	<i>Scabiosa columbaria</i> ?
<i>Bellis perennis</i> ?	<i>Taraxacum officinale</i> ?
<i>Carlina acaulis</i>	
Generative Diasporenbank dauerhaft (wenige Jahre)	
- starke Gefährdung bezüglich dem Faktor zeitliche Isolation	
<i>Anthericum ramosum</i>	<i>Ononis spinosa</i>
<i>Coronilla varia</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Gentiana verna</i> ?	<i>Prunella grandiflora</i> ?
<i>Gentianella ciliata</i> ?	<i>Salvia pratensis</i> ?
<i>Gentianella germanica</i> ?	<i>Teucrium montanum</i> ?
<i>Helianthemum nummularium</i> ?	<i>Trifolium campestre</i> ?
<i>Hippocrepis comosa</i>	<i>Trifolium dubium</i> ?
<i>Ononis repens</i>	<i>Trifolium pratense</i> ?
Generative Diasporenbank dauerhaft (mehrere Jahre bis wenige Jahrzehnte)	
- geringe Gefährdung bezüglich dem Faktor zeitliche Isolation	
<i>Poa pratensis</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Carex montana</i>	<i>Medicago lupulina</i>
	<i>Plantago media</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Primula veris</i> ?
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	<i>Ranunculus bulbosus</i>
<i>Campanula rotundifolia</i> ?	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Daucus carota</i>	<i>Stachys recta</i> ?
<i>Galium mollugo</i> ?	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Galium verum</i> ?	<i>Trifolium repens</i> ?
Generative Diasporenbank dauerhaft (mehrere Jahrzehnte)	
- sehr geringe Gefährdung bezüglich dem Faktor zeitliche Isolation	
<i>Carex caryophyllea</i>	<i>Inula conyza</i>
<i>Carex flacca</i>	<i>Linum catharticum</i>
	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Centaurea jacea</i> ?	<i>Potentilla neumanniana</i>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Thymus pulegioides</i> ?
<i>Euphorbia verrucosa</i> ?	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Viola hirta</i> ?

Die vorgestellten Listen stellen den gegenwärtigen Stand der Untersuchungen auf Kalkmagerrasenstandorten dar. Die Beurteilung der Dauerhaftigkeit (Tab. 2) aufgrund der Zusammenstellung (Tab. 1) darf deshalb nicht als endgültig angesehen werden. Zukünftige Untersuchungen auf weiteren Standorten auch in anderen Naturräumen als den hier einbezogenen, die auch die Möglichkeit des Eintrags von angrenzenden Flächen einbeziehen, werden zeigen, ob diese Aussagen zu verallgemeinern sind. Allerdings deuten die Vergleiche mit den Angaben von GRIME & al. (1988) darauf hin, daß in den meisten Fällen Übereinstimmungen mit dem Diasporenbanktyp (vgl. POSCHLOD & JACKEL 1993) vorhanden sind (vgl. 4.). Gerade zur Einschätzung der Dauerhaftigkeit der generativen Diasporenbank sehr seltener oder nur in sehr geringen Individuenzahlen vorkommenden Arten in Kalkmagerrasen ist eine sichere Aussage nur durch Vergrabungsexperimente möglich. Dafür sind die anderen Methoden nicht geeignet. Sie erfassen mit einem vertretbaren Zeitaufwand bzw. Probenanzahl auch nur die Arten, die in entsprechend hohen Diasporendichten im Boden vorkommen (vgl. POSCHLOD & JACKEL 1993).

4. Populationsbedingte Unterschiede in der Dauerhaftigkeit der Diasporenbank

Unterschiede in der Dauerhaftigkeit der Diasporenbank verschiedener Populationen einer Art konnten in den Untersuchungen bisher nicht festgestellt werden. POSCHLOD & JACKEL (1993) fanden bei Populationen beweideter und gemähter Kalkmagerrasenstandorte bei *Plantago lanceolata* Unterschiede im Diasporenbanktyp. Es sollte aber nicht vergessen werden, daß bei manchen Arten bzw. Familien Polymorphismen (Compositae, MURDOCH & ELLIS 1992) und Positioneffekte (Umbelliferae, GUTTERMAN 1992) die Ausbildung unterschiedlicher Dormanzen bei Diasporen einer Population verursachen können. Dies läßt aber keine Aussage darüber zu, ob dadurch auch eine unterschiedliche Langlebigkeit der Diasporen bedingt ist. SIMPSON (1990) zeigte, daß die Diasporen zweier Genotypen von *Avena fatua*, solche mit dormanten und solche mit nicht dormanten Diasporen, die gleiche Lebensdauer bei Lagerung unter Laborbedingungen aufweisen.

5. Standortbedingte Unterschiede in der Dauerhaftigkeit

Standortbedingungen können bei der Reife der Diasporen die Dormanz entscheidend beeinflussen (PETERS 1982a,b; SIMPSON 1990 u.a.). Auch die Standortbedingungen zur Zeit des Diasporenfalls sind entscheidend. So können die Diasporen von Arten ohne angeborene Dormanz in Perioden ungünstiger Keimungsbedingungen in die Tiefe verlagert werden (POSCHLOD & JORDAN 1992). Den größten Einfluß haben sicher die Standortfaktoren während und nach der Tiefenverlagerung. So kann durch ungünstige Standortfaktoren wie Hitze oder Trockenheit eine sekundäre Dormanz induziert werden (KARSSSEN 1980/81, KARSSSEN & HILHORST 1992 u.a.). Arten mit hartschaligen Diasporen (Fabaceen, *Anthericum spec.*) können in tieferen Bodenschichten länger überdauern als in oberflächennahen, da hohe Temperaturen und Temperaturschwankungen eine aufweichende Wirkung auf die Samenschale haben (QUINLIVAN 1971, TAYLOR 1981, EGGLEY 1989). Auf nährstoffreicheren und gedüngten Standorten kann möglicherweise ein erhöhtes Nitratangebot die Dormanz mancher Arten brechen (ROBERTS 1973, VINCENT & ROBERTS 1977, 1979, AUGÉ 1987, MAAS 1989 u.a.). Da die Standortbedingungen bezüglich Wasserhaushalt und Nährstoffen auf verschiedenen Kalkmagerrasen relativ ähnlich sind - trocken, nährstoffarm - sind hier keine großen Unterschiede zu erwarten. Zumindest bei den hier gemachten Untersuchungen ließen sich solche nicht feststellen. Allerdings liegen hier noch große Forschungsdefizite vor.

Schließlich können durch unterschiedliche Nutzung Sippen mit anderen Dormanzerscheinungen herausselektiert werden, die den Aufbau einer Diasporenbank beeinflussen können. Dies muß aber keinen Einfluß auf die Langlebigkeit der Diasporenbank haben (SIMPSON 1990, vgl. auch 4.).

6. Beurteilung der Gefährdung der Arten durch den Faktor "zeitliche Isolation" und die Notwendigkeit der Erweiterung von Roten Listen

Die Bewertung von Pflanzenarten hinsichtlich ihrer Gefährdung erfolgte bisher nur über das aktuelle Vorkommen oberirdisch sichtbarer und bestimmbarer Sprosssteile (zus. in BLAB & al. 1984, KORNECK & SUKOPP 1988 u.a.; vgl. POSCHLOD 1991b, 1993). Die Diasporenbankpopulation wurde bisher nicht in Betracht gezogen. Die hier vorgeschlagene Einteilung der Überlebensfähigkeitsdauer der Diasporen im Boden könnte auch für eine Klassifizierung hinsichtlich der Gefährdung durch den Faktor "zeitliche Isolation" übernommen werden. Dabei wären die Arten mit einer vorübergehenden Diasporenbank kurzfristig oder sehr stark gefährdet, die Arten mit einer wenige Jahre dauerhaften Diasporenbank stark gefährdet, die Arten mit einer mehrere Jahre oder wenige Jahrzehnte dauerhaften Diasporenbank gefährdet und die Arten mit einer mehrere Jahrzehnte dauerhaften Diasporenbank langfristig oder schwach gefährdet (vgl. Tab. 2).

Langfristig ist deshalb die Zusammenstellung einer ökologisch-biologischen Flora, wie sie von GRIME & al. (1988) für einen Ausschnitt der britischen Flora begonnen wurde, anzustreben. Ansätze dazu sind von FRANK & KLOTZ (1990) in der ehemaligen DDR gemacht worden, auch wenn dort die Diasporenbank nicht berücksichtigt wurde. Trotzdem kann diese Liste als Grundlage für Verbesserungen und Ergänzungen verwendet werden. Zusätzlich könnten die Roten Listen hinsichtlich der Überlebensfähigkeitsdauer der Diasporenpopulation ergänzt werden, da dadurch vor allem der Gefährdungsgrad "ausgestorben oder verschollen" sich besser einschätzen läßt (POSCHLOD 1993), auch wenn in der hier gemachten Zusammenstellung nur wenige Arten der Roten Liste enthalten sind.

Bei allen diesen Gesichtspunkten darf aber auch eine Überdauerung vegetativer Sproßteile oder Diasporen unter ungünstigen Standortbedingungen nicht außer Acht gelassen werden. Dies dürfte auf Kalkmagerrasenstandorten v.a. bei der Familie der Orchidaceen eine möglicherweise nicht unerhebliche Anpassung an kurzfristige (oder auch langfristige?) Isolationseffekte durch ungünstige Standortseigenschaften sein (vgl. auch WILLEMS 1989, KÖCK 1991).

7. Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz

Die Kenntnis der Dauerhaftigkeit der Diasporenbank der einzelnen Arten einer Lebensgemeinschaft kann bei Renaturierungsmaßnahmen eine Hilfe zur Bewertung bzw. zur Formulierung der Zielvorstellung solcher Maßnahmen sein (WILLEMS 1989). So ist in bestimmtem Umfang eine Vorhersage der kurzfristigen Vegetationsentwicklung und damit des "Erfolgs" möglich, im Falle der hier gezeigten Beispiele eine Vorhersage der Vegetationsentwicklung nach Entbuschungs- bzw. Rodungsmaßnahmen (POSCHLOD & JORDAN 1992).

Literatur

- AUGE, H., 1987: Der Einfluß von Stickstoff auf die Samenkeimung verschiedener Galium aparine-Populationen. - In: (Hrsg.: MAHN, E.-G. & F. TIETZE): Agrarökosysteme und Habitatsinseln in der Agrarlandschaft. - Wiss. Leben der PH Halle 5: 65-69.
- BAKKER, J.P., 1989: Nature management by grazing and cutting. On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands. - Geobotany 14: 400 pp. - Kluwer, Dordrecht.
- BAKKER, J.P., BOS, A.F., HOOVELD, J. & H.J. MULLER, 1991: The role of the seed bank in restoration management of semi-natural grasslands. - In: RAVERA, O (ed.): Terrestrial and aquatic ecosystems. Perturbation and recovery. - Ellis Horwood, London: 449-454.
- BALLARD, L.A.T., 1973: Physical barriers to germination. - Seed Sci. Technol. 1: 285-303.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP, 1984: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - 4. Aufl., Naturschutz aktuell 1: 270 S.
- DARWIN, C., 1859: The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. - Murray, London.
- DONELAN, M. & K. THOMPSON, 1980: Distribution of buried viable seeds along a successional series. - Biol. Conserv. 17: 297-311
- DORPH-PETERSEN, K., 1934/35: Anlaeg af forsog over, hvor laenge fro, der henligger i jorden, bevarer spireevnen. (A plan of research on the question of how long seeds retain germinability when buried in the soil). - Tidskr. Planteavl 40: 456-458.
- EGLEY, G.H., 1989: Water-impermeable seed coverings as barriers to germination. - In: (Ed.: TAYLORSON, R.B.): Recent Advances in the Development and Germination of Seeds. - Plenum Press, New York: 207-223.
- EHRENDORFER, H., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Fischer, Stuttgart: 318 S.
- FANCOURT, E., 1856: Vitality of seeds. - Gard. Chron. 16: 39.
- FRANK, D. & S. KLOTZ, 1990: Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. - 2. Aufl., Wiss. Beitr. MLU Halle-Wittenberg 32 (P 41): 167 S.
- GIRARDIN, J., 1849: Sur la germination de quelques graines antiques. - Journal de Pharmacie et Chimie (Paris) 15: 46-51.
- GOSS, W.L., 1939: Germination of buried weed seeds. - Calif. Dep. Agric. Bull. 28: 132-135.
- GRIME, J.P., HODGSON, J.G. & R. HUNT, 1988: Comparative plant ecology: A functional approach to common British species. - Unwin Hyman, London: 742 pp.
- GRUNICKE, U. & P. POSCHLOD, 1991: Phänologische Untersuchungen in beweideten und brachgefallenen Kalkmagerrasen. - Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 146: 43-84.
- GUTTERMAN, Y., 1992: Maternal Effects on Seeds during Development. - In: (Ed.: FENNER, M.): Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities. - C.A.B. International, Wallingford: 27-59.

- HEUBL, G.R., 1984: Systematische Untersuchungen an mitteleuropäischen Polygala-Arten. - Mitt. Bot. Staatssamml., München 20: 205-428.
- KARSSSEN, C.M., 1980/81: Environmental conditions and endogenous mechanisms involved in secondary dormancy of seeds. - Isr. J. Bot. 29: 45-64.
- KARSSSEN, C.M. & H.W.M. HILHORST, 1992: Effect of Chemical Environment on Seed Germination. - In: (Ed.: FENNER, M.): Seeds. The Ecology of Regeneration in Plant Communities. - C.A.B. International, Wallingford: 327-348.
- KIVILAAN, A. & R.S. BANDURSKI, 1981: The one hundred year period for Dr. W.J. Beal's seed viability experiment. - Am. J. Bot. 68: 1290-1292.
- KLINKHAMER, P.G.L., DE JONG, T.J., METZ, J.A.J. & J. VAL, 1987: Life history tactics of annual organisms: the joint effects of dispersal and delayed germination. - Theor. Pop. Biol. 32: 127-156.
- KÖCK, U.V., 1991: Populationsbiologische und -ökologische Untersuchungen als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten Artenschutz - erste Ergebnisse einer Modelluntersuchung an *Orchis morio* L. - Verh. Ges. Ökol. 20: 935-944.
- KORNECK, D. & H. SUKOPP, 1988: Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. - Schr.Reihe Vegetationskde. 19: 210 S.
- LEWIS, J., 1973: Longevity of crop and weed seed: survival after 20 years in the soil. - Weed Res. 13: 179-191.
- MAAS, D., 1989: Germination characteristics of some plant species from calcareous fens in southern Germany and their implication for the seed bank. - Holarctic Ecol. 12: 337-344.
- MATTERN, H., 1985: Zwei Jahrzehnte Landschaftspflege im Regierungsbezirk Stuttgart (Nordwürttemberg). - Veröff. Naturschutz Landschaftspf. Bad.-Württ. 59/60: 7-56.
- MATTHIES, D., 1991: Die Populationsbiologie der annuellen Hemiparasiten *Melampyrum arvense*, *Melampyrum cristatum* und *Melampyrum nemorosum* (Scrophulariaceae). - Diss., Ruhr-Univ. Bochum.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P., 1986: Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 85: 263 S.
- MURDOCH, A.J. & R.H. ELLIS, 1992: Longevity, Viability and Dormancy. - In: (Ed.: FENNER, M.): Seeds. - The Ecology of Regeneration in Plant Communities. - C.A.B. International, Wallingford: 193-229.
- PETERS, N.C.B., 1982a: Production and dormancy of wild oat (*Avena fatua*) seed from plants grown under soil water stress. - Ann. Appl. Biol. 100: 189-196.
- PETERS, N.C.B., 1982b: The dormancy of wild oat seed (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions. - Weed Res. 22: 205-212.
- PFADENHAUER, J. & D. MAAS, 1987: Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. - Flora 179: 85-97.
- PLACHTER, H., 1991: Naturschutz. - Fischer, Stuttgart:463 S.
- POSCHLOD, P., 1991: Anpassungsfähigkeit von Pflanzen an zeitliche und räumliche Isolationseffekte in unserer Landschaft als zusätzliche Kriterien für die Einstufung ihrer Gefährdung. - In: RAHMANN, H. & A. KOHLER, (Hrsg.): Tier- und Artenschutz. 23. Hohenheimer Umwelttagung. - Weikersheim: 91-108.
- POSCHLOD, P., 1993: "Underground floristics" - keimfähige Diasporen im Boden als Beitrag zum floristischen Inventar einer Landschaft am Beispiel der Teichbodenflora. - Natur und Landschaft 68: Im Druck.
- POSCHLOD, P., DEFFNER, A., BEIER, B. & U. GRUNICKE, 1991: Untersuchungen zur Diasporenbank von Samenpflanzen auf beweideten, brachgefallenen und aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandorten. - Verh. Ges. Ökol. 20: 893-904.
- POSCHLOD, P. & A.-K. JACKEL, 1993: Untersuchungen zur Dynamik von Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. - Flora 188: Im Druck.
- POSCHLOD, P. & S. JORDAN, 1992: Wiederbesiedlung eines aufgeforsteten Kalkmagerrasenstandortes nach Rodung. - Z. Ökologie u. Naturschutz 1: 119-139.
- PRIESTLEY, D.A., 1986: Seed aging. Implications for seed storage and persistence in the soil. - Cornell University Press, Ithaca: 304 pp.
- QUINLIVAN, B.J., 1971: Seed coat impermeability in legumes. - J. Austr. Inst. Agric. Sci. 37: 283-295.
- ROBERTS, E.H., 1973: Oxidative processes and the control of seed germination. - In: (Ed.: HEYDECKER, W.): Seed ecology. - Butterworth, London: 189-217.
- ROBERTS, H.A., 1986: Seed persistence in soil and seasonal emergence in plant species from different habitats. - J. Appl. Ecol. 23: 639-656.
- SALTER, J., 1857: On the vitality of seeds after prolonged submersion in the sea. - J. Linn. Soc. London 1: 140-142.
- SCHENKEVELD, A.J.M. & H.J. VERKAAR, 1983: The distribution in space and time of viable seeds of some short-lived forbs on two chalk grasslands in S. Limburg. - Acta Bot. Neerl. 32: 244-245.

- SCHIEFER, J., 1981: Bracheversuche in Baden-Württemberg. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. 22: 325 S.
- SIMPSON, G.M., 1990: Seed dormancy in grasses. - Cambridge University Press, Cambridge: 297pp.
- TAYLOR, G.B., 1981: Effect of constant temperature treatments followed by fluctuating temperatures on the softening of hard seeds of *Trifolium subterraneum* L. - Austr. J. Plant Phys. 35: 201-210.
- TER BORG, S.J., 1985: Population biology and habitat relations of some hemiparasitic Scrophulariaceae. In: (Ed.: WHITE, J.): The population structure of vegetation. Handbook of vegetation science 3: 463-487. - Kluwer, Dordrecht.
- THOMPSON, K., 1987: Seeds and seed banks. - New Phytol. 106 (Suppl.): 23-34.
- TOOLE, E.H. & J. BROWN, 1946: Final results of the Duvel buried seed experiment. - J. Agric. Res. 72: 201-210.
- VINCENT, B.M. & E.H. ROBERTS, 1977: The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. - Seed Sci. Technol. 5: 659-670.
- VINCENT, B.M. & E.H. ROBERTS, 1979: The influence of chilling, light and nitrate on the germination of dormant seeds of common weed species. - Seed Sci. Technol. 7: 3-14.
- WILLEMS, J.H., 1989: Population dynamics of *Spiranthes spiralis* in South Limburg, The Netherlands. - Mem. Soc. Roy. Bot. Belg. 11: 115-121.

Adresse

Dr. Peter Poschlod, Fachgebiet Landschaftsökologie und Vegetationskunde, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim, Postfach 700562, D-W-7000 Stuttgart 70

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [22_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Poschlod Peter

Artikel/Article: [Die Dauerhaftigkeit von generativen Diasporenbanken in Böden am Beispiel von Kalkmagerrasenpflanzen und deren Bedeutung für den botanischen Arten- und Biotopschutz 229-240](#)