

TELMA	Beiheft 2	Seite 295 – 311	1 Abb., 3 Tab.	Hannover, Oktober 1989
-------	-----------	-----------------	----------------	------------------------

Untersuchungen zur Diasporenbank der Bunkerde am Beispiel der Kollerfilze (Rosenheimer Becken; Alpentorfwerke Raubling)

Investigations into the diaspore bank of the top spit by reference
to the Bavarian Kollerfilze bog (Rosenheim basin, Alpentorfwerke Raubling).

PETER POSCHLOD*)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Diasporenbank der oberen Bodenschichten der in ehemaligen Maschinentorfstichen zwischengelagerten Bunkerde (im engeren Sinne: Vegetationshorizont) wurde untersucht. Die aktuellen Pflanzengesellschaften in diesen Maschinentorfstichen sind heute mehr oder weniger trockene, pfeifengrasarme bzw. pfeifengrasreiche Zwergstrauchheiden.

Dabei haben nur die in der aktuellen Vegetation vorkommenden Arten (Calluna vulgaris, Molinia caerulea, Campylopus pyriformis, Cephalozia connivens) eine nennenswerte Samen- bzw. Diasporenbank aufgebaut. Während bei den Phanerogamen keine Arten der ehemals torfbildenden Vegetation (Eriophorum-Sphagnum-Torf!) in der Samenbank vertreten waren, kamen zumindest in der Diasporenbank der Kryptogamen mehrere Torfmoose (Sphagnum angustifolium, S. capillifolium, S. cuspidatum, S. magellanicum) vor, allerdings im Vergleich zu anderen Moosen mit sehr geringer Sproßzahl. Dabei entstanden die neuen Sprosse entweder aus mehr oder weniger stark vertorften Sproßteilchen oder über eine vorherige Protonemabildung. Möglicherweise existiert deshalb eine aus Sporen bestehende Diasporenbank der Torfmoose. Von welchem Typ die Diasporen der anderen Moose sind, ob Sporen oder vegetative Diasporen (Sproßteilchen, Brutkörper usw.), müssen weitere Untersuchungen zeigen.

SUMMARY

This paper deals with results on the diaspore bank of a Bavarian mire under

*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Peter Poschlod, Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Stuttgart-Hohenheim, Postfach 70 05 62, 7000 Stuttgart 70

peat exploitation. The peat material containing the seed bank is the top spit, i.e. the uppermost layer of the mire, from which peat could not be extracted by cutting or milling. Therefore this layer, referred to in this text as the vegetation horizon, has been removed and refilled in former peat cutting areas.

It is assumed by some people in peat industry that spreading of this material on the surface of recently milled peat areas facilitates recolonization by the plant cover of an intact mire. Therefore, the diaspore bank of the top spit was investigated as to its species composition. The results were as follows:

Only the species occurring in the current vegetation, a dry heath (Calluna vulgaris, Molinia caerulea, Campylopus pyriformis, Cephalozia connivens), formed a significant seedbank or diaspore bank whereas, with the phanerogams none of the species from the former Cotton-Grass-Sphagnum peat forming mire vegetation were present in the seedbank. In the diaspore bank of the cryptogams, however, various peat mosses occurred (Sphagnum angustifolium, S. capillifolium, S. cuspidatum and S. magellanicum) though there were very few shoots in comparison with other mosses. Here new shoots developed from stems which appeared brown and dead or from protonemata. It is therefore possible that a diaspore bank of peat mosses exists consisting of spores. Further investigations will be required to establish the type of diaspores of the other mosses, be they spores or vegetative diaspores (stem particles or any gemmae etc.).

1. EINLEITUNG

Beobachtungen zur Vegetationsentwicklung auf unterschiedlich abgetorften Flächen in Hochmooren des bayerischen Alpenvorlandes (PFADENHAUER u. KINBERGER 1985, POSCHLOD 1989) haben gezeigt, daß eine "positive" Vegetationsentwicklung im Sinne von beginnendem Torfwachstum vor allem auf solchen Flächen stattgefunden hat, in denen nach dem Abbau die Bunkerde bzw. der ehemalige Vegetationshorizont ¹⁾ eingebracht wurde.

Der Vegetationshorizont war wegen seiner Durchwurzelung nicht stechbar und wurde deshalb bei bestimmten Torfabbauverfahren als Abraum oder sog. Bunkerde nach dem Abbau in die ausgetorften Flächen abgelagert.

Aufgrund der einer Abtorfung vorhergehenden Entwässerung entwickelte sich die ursprüngliche, torfbildende Vegetation zu mehr oder weniger trockenen Zwergstrauchheiden. In den meisten Fällen dürften aber beim Abbau des Vegetationshorizontes vor dem Torfabbau die ehemals torfbildenden Arten

1) Als Vegetationshorizont wird die aktuelle Vegetation und der obere durchwurzelte und diasporenhaltige Horizont bezeichnet. Der Begriff wurde während der DGMT-Tagung 1988 in Schlehdorf mit Professor Dr. G. SCHWERDTFEGGER erörtert.

(v.a. Eriophorum vaginatum, Sphagnum magellanicum, S. angustifolium) in den Zwergstrauchheiden noch vorhanden gewesen sein, so daß sie bei entsprechenden Wasserstandsverhältnissen in den Torfstichen nach dem Abbau einfach weiterwachsen und sogar geschlossene Torfmoosdecken mit Aufwüchsen frischer, + unzersetzter Torfsubstanz bis über 1 m bilden konnten (POSCHLOD 1989). Da der Wert des Vegetationshorizontes auch von einigen bayerischen Torfunternehmen erkannt wurde, die heute im Fräsverfahren Torf gewinnen, wurde dieser beispielsweise in ehemaligen Hand- beziehungsweise Maschinentorfstichen "zwischengelagert", um ihn nach dem Abbau auf die Fräsflächen aufbringen zu können. Die Vegetation in diesen Maschinentorfstichen besteht heute aber meist aus trockenen Zwergstrauchheiden, in denen die ehemals torfbildenden Arten nicht mehr vorkommen, da wegen des aktuellen Frästorfabbaus diese Flächen stark entwässert werden. Deshalb wurde hier untersucht, ob in den oberen Schichten der Bunkerde bzw. des ehemaligen Vegetationshorizontes noch eine Diasporenbank der ehemals torfbildenden Arten (Eriophorum-Sphagnum-Torf, PAUL u. RUOFF 1932) existiert.

Herrn Prof. Dr. J. PFADENHAUER und Herrn Dr. D. MAAS danke ich für die Korrektur des Manuskripts sowie die dadurch angeregten Hinweise und Diskussionen. Herr W. GIPP (Nicklheim) unterstützte mich bei der Auswahl der Probenflächen.

Besonderer Dank gilt Frau Barbara KAISER für die Hilfe bei der Probenahme und die vor allem im Sommer während meiner Feldarbeiten aufwendige Betreuung der Proben.

2. METHODIK

Zur Untersuchung der Diasporenbank wurden mit Hilfe eines Stechzylinders nach grober Entfernung der oberflächlichen Vegetation Zylinder der oberen Bodenschicht bis zu einer Tiefe von 30 cm entnommen. Die Probenahme erfolgte am 10.5.1987. An jedem Standort wurden je 4 Proben gezogen. Jeder "Torfzylinder" wurde anschließend in je einen frischen Plastiksack verpackt und ins Labor transportiert. Dort wurden zunächst die verbliebenen Reste der Phanerogamen samt unterirdischer Sproßreste entfernt. Diese wurden getrennt weiterkultiviert, um das vegetative Regenerationsvermögen dieser Arten zu beobachten. Anschließend wurden die Torfzylinder mit einem scharfen Messer in 5 cm (500 cm³) oder 10 cm (1000 cm³) dicke Scheiben geteilt, von welchen dann jeweils ein Rand von ca. 1 bis 2 cm Dicke abgeschnitten wurde, um die Möglichkeit einer Kontamination bei der Probenahme und während des Transports weitgehend auszuschließen. Danach entsprach die Fläche einer Scheibe ca. 100 cm². Jede dieser Scheiben wurde in einer (500 cm³) bzw. zwei (1000 cm³) Pflanzschalen über einer 2 bis 3 cm dicken Schicht handelsüblichen

Weißtorfs, der vor allem als Wasserspeicher diente, durch "Zerkrümeln" in einer möglichst dünnen Lage (1-2 cm) ausgebracht. Die Schalen wurden von Mai 1987 bis August 1988 in einem nicht klimatisierten Glasgewächshaus kultiviert, so daß die Proben den Winter über dem Frost ausgesetzt waren. Die Bewässerung der Pflanzschalen erfolgte je nach Bedarf mit demineralisiertem Wasser (im Sommer fast täglich).

Um die Wahrscheinlichkeit eines Diasporeneintrages von außen durch die Lüftungsklappen des Gewächshauses beurteilen zu können, wurden zwischen den Schalen mehrere Töpfe mit handelsüblichem Weißtorf aufgestellt. Während der Untersuchungszeit keimten darauf ein Betula-Same (aus der Umgebung eingeflogen) und je einmal Marchantia polymorpha und Funaria hygrometrica, wobei die letztere Art auch einmal in einer Schale sich entwickeln konnte.

Die Keimpflanzen der Phanerogamen wurden vor Beginn der ersten Fröste im Spätherbst 1987 und am Ende des Versuchs ausgezählt. Bei den Kryptogamen wurde im Spätherbst 1987 eine erste Bestandsaufnahme gemacht, im April 1988 eine zweite mit einer anschließenden Schätzung der Sproßzahlen bei den Moosen. Die Klasseneinteilung wurde wie folgt vorgenommen: 1 = 1 Sproß, 2 = 2 - 5 Sprosse, 3 = 5 - 25 Sprosse, 4 = 25 - 100 Sprosse, 5 = mehr als 100 Sprosse. Mitte Mai 1988 begannen die ersten Moose zu fruchten, so daß eine Kontamination benachbarter Schalen nicht auszuschließen war. Danach wurde nur noch überprüft, ob eventuell neue Arten auftauchten. Neben der Schätzung der Sproßzahlen wurde angegeben, ob die neuen Moospflänzchen über eine vorübergehende Protonemabildung entstanden waren, vegetativ über "Adventivknospen", oder ob keine Aussage darüber möglich war. Allerdings konnte im ersten Falle niemals eine dem Protonema anhängende Spore gefunden, aber auch kein vegetatives Teilchen beobachtet werden, aus welchem ein sekundäres Protonema hätte gebildet werden können (RICHARDSON 1974, vgl. CLYMO u. DUCKETT 1986).

Die Nomenklatur der Phanerogamen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der Kryptogamen nach DANIELS u. EDDY (1985: Sphagnaceae) bzw. FRAHM u. FREY (1983: übrige Moose).

3. DIASPORENBANK ZWISCHENGELAGERTER BUNKERDE

3.1 Vorbemerkung

Untersuchungen zur Diasporenbank der oberen Bodenschichten in Hoch- bzw. Übergangsmooren (CLYMO u. DUCKETT 1986, POSCHLOD 1989) haben gezeigt, daß u.a. auch Torfmoose eine Diasporenbank aufbauen können. Dabei konnten sowohl ± stark vertorfte Sproßteilchen neu austreiben als auch die Entste-

hung neuer Torfmoosköpfchen über eine vorherige Protonemabildung beobachtet werden. Ob diese Protonemata aber auch aus Sporen und nicht nur aus sog. sekundären Protonemabildungen, die beispielsweise von Sproßteilchen oder Blättchen gebildet werden können (RICHARDSON 1974), entstanden waren, konnte von den obengenannten Autoren nicht geklärt werden. DURING u. TER HORST (1983) vermuten, daß vor allem vegetative Diasporen eine langlebige Diasporenbank aufbauen.

Über die Diasporenbank von Phanerogamen in Hochmooren liegen bisher nur Untersuchungen von POSCHLOD (1989) vor. Auf unterschiedlich stark entwässerten Flächen eines Hochmoores im Alpenvorland kamen dabei in der Samenbank vor allem Calluna vulgaris, Rhynchospora alba und Drosera rotundifolia vor. Eriophorum vaginatum fehlte in der Samenbank. Für Calluna vulgaris und Rhynchospora alba konnte POSCHLOD (1989) nachweisen, daß sie eine dauerhafte Samenbank (persistent seed bank im Sinne von THOMPSON u. GRIME 1979) bzw. ein langfristiges Samenpotential (im Sinne von MAAS 1987) aufbauen können.

3.2 Ergebnisse

Die Probenentnahme zur Untersuchung der Diasporenbank der oberen Bodenschichten zwischengelagerter Bunkerde (ehemaliger Vegetationshorizont) erfolgte in den Kollerfilzen im Rosenheimer Becken (Alpentorfwerke Raubling). Die Lage der Probeflächen ist aus Abbildung 1 ersichtlich. In allen Fällen bestand die Bunkerde aus reinem Eriophorum-Sphagnum-Torf (vor allem Sphagna Cymbifolia, besonders Sphagnum magellanicum; Sphagna Acutifolia; Sphagnum capillifolium). Der Zersetzungsgrad des Torfes nach VON POST betrug auf allen Standorten zwischen H6 und H7.

Baggerkanal 1: Ablagerung des vor der Frästorfgewinnung abgeschobenen Vegetationshorizontes zwischen 1973 und 1981.

Aktuelle Vegetation (Tab. 1):

Pfeifengrasreiche Zwergstrauchheide mit vergleichsweise hoch deckender Moosschicht (bis 20%) vor allem aus Sphagnum magellanicum und Polytrichum strictum. Torfoberfläche größtenteils freiliegend.

Diasporenbank:

In der Samenbank der Phanerogamen (Tab. 2) dominieren Calluna vulgaris (bis 7500 Keimlinge/m²) und Molinia caerulea (bis 8850 Keimlinge/m²). Weniger häufig sind Betula pubescens, Drosera rotundifolia und Carex canescens.

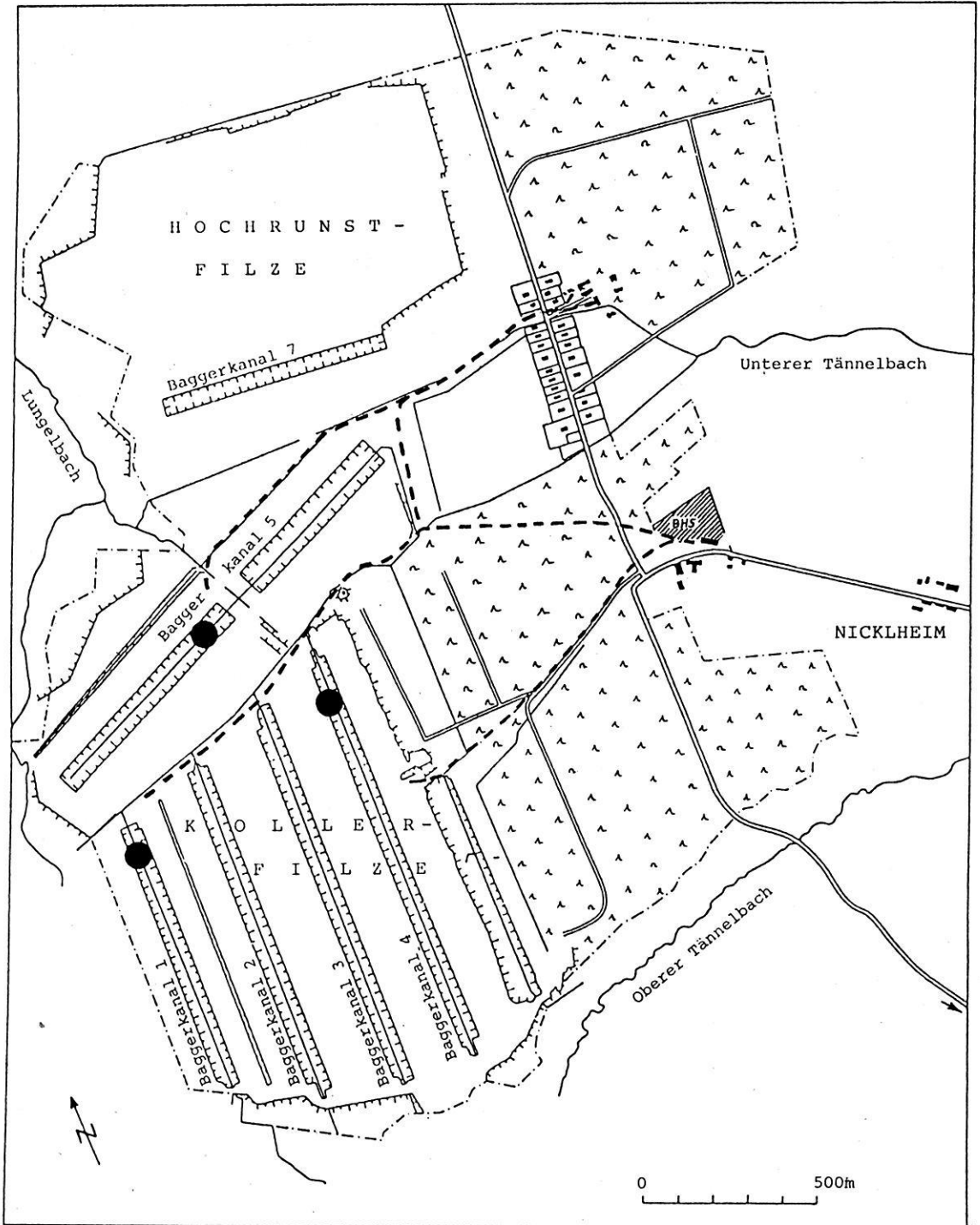


Abb. 1

Lage der Maschinentorfstiche (Baggerkanäle) und Entnahmepunkte (o) der Bodenproben zur Untersuchung der Diasporenbank in den Kollerfilzen (Rosenheimer Becken, Alpentorfwerke Raubling)

Situation of the former peat cutting areas exploited by machines (Baggerkanal), where the top spit of the current peat cutting areas was refilled, and location of investigation sites where soil samples (o) were taken (in the Kollerfilze bog, Rosenheim basin, Alpentorfwerke Raubling)

In der Diasporenbank der Moose (Tab. 3) dominiert Campylopus pyriformis. Häufig sind auch Cephalozia connivens und Kurzia pauciflora. Unter den Torfmoosen waren mit wenig Sprossen (bis 25/0,01 m²) Sphagnum capillifolium und S. magellanicum in relativ tiefen Schichten (10 - 20 cm), bzw. S. angustifolium (20 - 30 cm) vertreten. Alle drei Arten sind über eine vorherige Protonemabildung entstanden.

Sonstige Arten, die in der Diasporenbank vertreten waren, sind: Cephalozia pleniceps, Dicranella cerviculata, Leucobryum glaucum/juniperoideum²⁾ und Polytrichum longisetum.

Baggerkanal 4: Ablagerung des vor der Frästorfgewinnung abgeschobenen Vegetationshorizontes im Jahre 1966.

Aktuelle Vegetation (Tab. 1):

Pfeifengrasarme Zwergstrauchheide mit gering deckender Mooschicht (bis 8%) vor allem aus Campylopus pyriformis. Torfoberfläche freiliegend.

Diasporenbank:

In der Samenbank der Phanerogamen (Tab. 2) dominiert Calluna vulgaris (bis 8080 Keimlinge/m²). Weniger häufig ist Molinia caerulea, selten sind Rhynchospora alba, Betula pubescens und Drosera rotundifolia in der Samenbank vertreten. Hier ist eine deutliche Schichtung (Häufung in den oberen 10 cm) der Samenbank zu erkennen. Wahrscheinlich liegt das daran, daß hier die ältesten Bunkerdeablagerungen untersucht wurden und eine dauerhafte Samenbank vor allem von Calluna vulgaris aus dem ehemaligen Vegetationshorizont inzwischen zum größten Teil zerstört ist.

Die Diasporenbank der Moose (Tab. 3) wird hier ebenso von Campylopus pyriformis dominiert. Häufig ist auch Cephalozia connivens. Unter den Torfmoosen waren mit sehr wenig Sprossen (bis 5/0,01 m²) Sphagnum capillifolium und S. cuspidatum vertreten. Im ersteren Fall entstanden neue Köpfchen aus + stark vertorfteten Sproßteilchen, im letzteren über eine vorherige Protonemabildung.

2) Leucobryum glaucum und L. juniperoideum werden in neuerer Zeit wieder unterschieden (PILLOUS 1962). Betrachtet man den Blattquerschnitt als "gutes" Merkmal, so müßte man alle Leucobryum-Funde in der Diasporenbank aufgrund ihrer Zweizellschichtigkeit L. juniperoideum zuordnen. Allerdings war die Blattform nie eindeutig ausgeprägt, so daß die Arten hier nicht getrennt wurden.

Tab. 1: Vegetation¹⁾, generatives und vegetatives Potential²⁾ (Diasporenbank) der oberen Bodenschichten unterschiedlich "alter", in Baggerkanälen zwischengelagerter Bunkerde in den Kollerfilzen bei Raubling, Rosenheimer Becken (Alpentorfwerke Raubling).
 Vegetation¹⁾, generative and vegetative potential²⁾ (diaspore bank) of the upper layers of top spit material of different age, refilled and temporarily stored in old peat cutting areas in the Kollerfilze bog, Rosenheim basin (Alpentorfwerke Raubling).

Sonstige Arten, die in der Diasporenbank vertreten waren, sind: Calypogeia trichomanis, Cephalozia macrostachya, C. pleniceps, Kurzia pauciflora, Dicranella cerviculata, Hypnum cupressiforme, Leucobryum glaucum/juniperoidium, Polytrichum longisetum, Cladonia div. spec..

Baggerkanal 5: Ablagerung des vor der Frästorfgewinnung abgeschobenen Vegetationshorizontes im Jahre 1975.

Aktuelle Vegetation (Tab. 1):

Pfeifengrasarme Zwergstrauchheide mit sehr gering deckender Moosschicht (weniger als 1%) aus Cladonien. Torfoberfläche freiliegend.

Diasporenbank:

In der Samenbank (Tab. 2) dominiert auch hier Calluna vulgaris (bis 13000 Keimlinge/m²). Weniger häufig ist Molinia caerulea (bis 275 Keimlinge/m²), selten sind Betula pubescens und Rhynchospora alba. Eine Schichtung der Samenbank (Häufung in den oberen 10 cm) ist hier angedeutet.

Neben der Samenbank war hier auch eine vegetative Diasporenbank von Vaccinium vitis-idaea vorhanden. Dabei konnten alte Rhizome neu austreiben (Tab. 1).

Die Diasporenbank der Moose (Tab. 3) wird wiederum von Campylopus pyriformis dominiert. Häufig ist auch wieder Cephalozia connivens. Unter den Torfmoosen waren mit sehr wenigen Sprossen (bis 5/0,01 m²) Sphagnum capillifolium und S. cuspidatum vertreten. Beide Arten entstanden über eine vorherige Protonemabildung.

Sonstige Arten, die in der Diasporenbank vertreten waren, sind: Cephalozia elastica, Dicranella cerviculata, Leucobryum glaucum/juniperoidium, Pohlia spec., Polytrichum longisetum, Cladonia div. spec..

1 ... Vegetationsaufnahmen (V) nach Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Datum der Aufnahme zum Zeitpunkt der Probennahme: 10.05.87 (Nachkontrolle Herbst 1987).

2 ... Nur qualitative Angaben (* = vorhanden) zum generativen (gp) und vegetativen Potential (vp). Quantitative Angaben vgl. Tab. 2 und 3. *? = Zuordnung, ob zum generativen oder vegetativen Potential gehörend, nicht möglich.

*! = in der aktuellen Vegetation der anderen Standorte vorhanden, hier aber nur in der Diasporenbank.

3 ... B - Baumschicht, S - Strauchschicht, Z - Zwergstrauchschicht, K - Krautschicht, M - Moosschicht, F - nur in der Diasporenbank vertreten (vgl. Tab. 2 und 3).

Probennummer	4	1	5	5	5
Alter der Bunkerde (J)	7-8	1+2	3-4	9-10	11-12
Vegetation bzw. Potential	1966	1973-81	1975	1975	1975
Höhe Zwergstrauchschicht (m)	21	6-14	12	12	12
Deckung Zwergstrauchschicht (%)	70	8	3	60	65
Krautschicht	8	3	20	1	3
Moosschicht	5	8	20	1	1
Z ³ <i>Betula pubescens</i> agg. K!	4	2	1	+	4
<i>Calluna vulgaris</i>	4	+	+	+	+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>				1	
K ³ <i>Eriophorum vaginatum</i>			1		+
<i>Rhynchospora alba</i>			+		+
<i>Drosera rotundifolia</i>			1	+	+
<i>Carex canescens</i>			+	+	+
<i>Carex rostrata</i>			2		
<i>Molinia caerulea</i>	2	*	1	+	1
M ³ <i>Sphagnum magellanicum</i>	+		2		
<i>Sphagnum capillifolium</i>	1	*	2		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>			1		
<i>Campylopus pyriformis</i>	1	*?	1	*?	*?
<i>Leucobryum glaucum/junip.</i>	+	*?	1	*?	*?
<i>Polytrichum longisetum</i>	1	*?	+	*?	*?
<i>Polytrichum strictum</i>			1		
<i>Cladoniae</i>			1		
P ³ <i>Pteridophyta</i>					
<i>Dicranella cerviculata</i>	*?	*?	+	*?	*
<i>Hypnum cupressiforme</i>	*?	*?	*?	*?	*?
<i>Pohlia spec.</i>					
<i>Calyptogeia trichomanis</i>	*?	*?		*?	*?
<i>Cephalozia connivens</i>	*?	*?		*?	*?
<i>Cephalozia macrostachya</i>	*?	*?		*?	*?
<i>Cephalozia pleniceps</i>					
<i>Cephalozia elaticha</i>					
<i>Kurzia pauciflora</i>	*?	*?		*?	*?

Tab. 2: Generatives (Samen-)potential¹⁾ der Phanerogamen in den oberen Bodenschichten unterschiedlich "alter", in Baggerkanälen zwischengelagerter Bunkerde in den Kollerfilzen bei Raubling, Rosenheimer Becken (Alpentorfwerke Raubling).

Diaspore (seed) bank¹⁾ of the phanerogams in the rooted layers of top spit material of different age, refilled and temporarily stored in old peat cutting areas in the Kollerfilze bog, Rosenheim basin (Alpentorfwerke Raubling).

3.3 Diskussion

In der Samenbank des zwischengelagerten Vegetationshorizontes waren nur Arten vorhanden, aus denen sich auch die aktuelle Vegetation zusammensetzt. Nur Rhynchospora alba und Drosera rotundifolia waren, allerdings mit sehr geringer Keimlingszahl, auch dann in der Samenbank vertreten, wenn sie in der aktuellen Vegetation nicht vorhanden waren. Andere Arten, vor allem solche aus der ehemals torfbildenden Vegetation, waren nicht vertreten.

Welche Arten dabei eine dauerhafte Samenbank (persistent seed bank, THOMPSON u. GRIME 1979) bzw. ein mittel- bis langfristiges Samenpotential (MAAS 1987) aufbauen, kann deshalb aus diesem Versuch nur vermutet werden³⁾.

Nach THOMPSON u. GRIME (1979), HILL u. STEVEN (1981) und MAAS (1987) baut Calluna vulgaris eine dauerhafte Samenbank bzw. ein langfristiges Samenpotential auf. Dies wird durch das Auftreten vieler keimfähiger Samen auch in tieferen Bodenschichten, die seit der Zeit des Abschiebens (Störung des Vegetationshorizontes) dort lagern müssen, bestätigt. Dies gilt vor allem für den Baggerkanal 1, in dem der Vegetationshorizont zwischen den Jahren 1973-1981 abgelagert wurde. Auch weist die Tatsache, daß der Großteil der Samen, vor allem in den tieferen Bodenschichten, erst im zweiten Jahr keimte, darauf hin, daß die Samen einer Dormanz (HARPER 1977) unterlagen, die durch die Kälte bzw. den Frost im Winterhalbjahr aufgehoben wurde. Bei Keimungsexperimenten im Labor stellte sich auch heraus, daß kältebehandelte Samen mit einer signifikant höheren Keimungsrate als nicht kältebehandelte keimten (POSCHLOD 1989).

Nach POSCHLOD (1989) baut auch Rhynchospora alba eine dauerhafte Samenbank bzw. ein langfristiges Samenpotential in entwässerten Hochmooren auf. Damit erklärt sich auch das vereinzelt Auftreten keimfähiger Samen dieser Art in tieferen Bodenschichten (10 - 20 cm).

3) Bei der Diskussion bleiben die Diasporenbank von Betula pubescens agg. und der Farne unberücksichtigt, da ein Betula-Same auch in einem Kontrolltopf keimte und ein Eintrag von außen in die Schalen nicht auszuschließen war und da bei den Farnen die Entwicklung noch nicht so weit war, daß eine Artbestimmung erfolgen konnte.

1 ... Angaben in Anzahl der gekeimten Samen/0,01m² (errechnet aus 4 Wiederholungen à 0,01m²). In Klammern Angaben der im Jahr 1987 bzw. im Jahr 1988 gekeimten Samen. Entnahmedatum der Proben: 10.5.87.

2 ... Tiefe = Angabe der Bodenschicht, aus der die Proben stammen.

Baggerkanal	4	1	1	5	5
Probennummer	5+6	1+2	3-4	9-10	11-12
Zwischenlagerung seit	1966	1973-81	1973-81	1975	1975
Alter d. Bunkerde (J.)	21	6-14	6-14	12	12
Tiefe² (cm)					
Bet pub	0-5	0.5 (/ 0.5)	2.0 (1.8/ 0.3)	2.0 (1.8/ 0.3)	
	5-10	0.3 (- / 0.3)	1.5 (1.5/ -)	0.3 (0.3/ -)	
	10-20	0.3 (- / 0.3)	0.8 (0.5/ 0.3)	-	
	20-30	-	-	-	
Cal vul	0-5	23.5 (12.3/ 11.3)	44.5 (27.8/ 16.8)	66.8 (31.8/ 35.0)	34.5 (16.3/ 18.3)
	5-10	56.3 (31.3/ 25.0)	4.8 (2.8/ 2.0)	2.0 (1.5/ 0.5)	16.3 (9.5/ 6.8)
	10-20	1.0 (- / 1.0)	7.5 (3.8/ 3.8)	1.5 (0.8/ 0.8)	23.0 (13.0/ 10.0)
	20-30	-	6.5 (4.3/ 2.3)	5.8 (3.0/ 2.8)	7.0 (4.8/ 2.3)
Rhy alb	0-5	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-
	10-20	-	0.3 (0.3/ -)	-	0.3 (- / 0.3)
	20-30	-	-	-	-
Dro rot	0-5	-	-	0.8 (0.8/ -)	-
	5-10	-	-	-	-
	10-20	-	-	0.5 (- / 0.5)	-
	20-30	-	0.3 (0.3/ -)	0.8 (0.3/ 0.5)	-
Car can	0-5	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-
	10-20	-	-	0.3 (0.3/ -)	-
	20-30	-	-	0.3 (0.3/ -)	-
Mol cae	0-5	4.3 (4.3/ -)	0.5 (0.5/ -)	4.5 (3.5/ 1.0)	0.3 (0.3/ -)
	5-10	0.8 (0.5/ 0.3)	-	1.3 (1.3/ -)	0.3 (0.3/ -)
	10-20	-	-	1.3 (0.5/ 0.8)	1.5 (1.5/ -)
	20-30	0.3 (- / 0.3)	-	1.5 (1.5/ -)	0.8 (0.5/ 0.3)
Farnpro.	0-5	-	-	-	-
	5-10	-	0.3 (0.3/ -)	0.5 (0.5/ -)	0.3 (0.3/ -)
	10-20	-	0.3 (0.3/ -)	1.8 (1.8/ -)	-
	20-30	-	-	-	-

Bet pub - *Betula pubescens* agg., Cal vul - *Calluna vulgaris*, Rhy alb - *Rhynchospora alba*, Dro rot - *Drosera rotundifolia*, Car can - *Carex canescens*, Mol cae - *Molinia caerulea*, Farnpro. - Farnprothallen (ohne Bestimmung der Art).

Tab. 3: Diasporenbank der Kryptogamen¹⁾ in den oberen Bodenschichten unterschiedlich "alter", in Baggerkanälen zwischengelagerter Bunkerde in den Kollerfilzen bei Raubling, Rosenheimer Becken (Alpentorfwerke Raubling).

Diaspore bank of the cryptogams¹⁾ in the rooted layers of top spit material of different age, refilled and temporarily stored in old peat cutting areas in the Kollerfilze bog, Rosenheim basin (Alpentorfwerke Raubling).

¹... Angaben in Anzahl Sprosse/0,01m² (Klasseneinteilung: 1 = 1 Spross, 2 = 2-5 Sprosse, 3 = 5-25 Sprosse, 4 = 25-100 Sprosse, 5 = mehr als 100 Sprosse; bei *Cladonia spec.* nur Angabe, ob vorhanden = X). Entnahmedatum der Proben: 10.5.87. Auswertung: Okt./Nov. 1987 bzw. Apr./Mai 1988 (Sprosszahlbestimmung), Nachkontrolle Aug. 88.

²... Angaben, ob mit Protonema (P) oder vegetativ aus Sprosstelchen (V) entstanden (in den meisten Fällen nicht möglich).

³... Tiefe - Angabe der Bodenschicht, aus der die Proben stammen.

Baggerkanal	4	4	1	1	5	5
Probennummer	5+6	7+8	1+2	3+4	9+10	11+12
Zwischenlagerung seit	1966	1966	1973-81	1973-81	1975	1975
Alter d. Bunkerde (J.)	21	21	6-14	6-14	12	12

Tiefe³ (cm)

Cal tri	0- 5	2	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-
Cep con	0- 5	5 (P)	-	-	3	5
	5-10	4 (P)	-	-	3	1
	10-20	-	-	5 (P)	-	3 (P)
	20-30	-	-	5 (P)	-	4
Cep mac	0- 5	4 (P)	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-
Cep ple	0- 5	-	3	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	5	-	-
Cea ela	0- 5	-	-	-	-	3
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-
Kur pau	0- 5	4	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	5	-	-
	20-30	-	-	5	-	-
Sph ang	0- 5	-	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	1 (P)	-

Cal tri - *Calyptogea trichomanis*, Cep con - *Cephalozia connivens*, Cep mac - *Cephalozia macrostachya*, Cep ple - *Cephalozia pleniceps*, Cea ela - *Cephalozia elastica*, Kur pau - *Kurzia pauciflora*, Sph ang - *Sphagnum angustifolium*.

Forts. Tab. 3 (Cont. tab. 3):

		4	4	1	1	5	5
		5+6	7+8	1+2	3+4	9-10	11+12
		1966	1966	1973-81	1973-81	1975	1975
	Alter d. Bunkerde (J.)	21	21	6-14	6-14	12	12
Tiefe ³ (cm)							
Sph cap	0- 5	2 (V)	-	-	-	-	2 (P)
	5-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	3 (P)	2 (P)	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Sph cus	0- 5	-	-	-	-	2 (P)	2 (P)
	5-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	-	2 (P)	-	-	-	2 (P)
	20-30	-	2 (P)	-	-	-	-
Sph mag	0- 5	-	-	-	-	-	-
	5-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	1 (P)	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Cam pyr	0- 5	5 (P)	5 (P)	5 (P)	5 (P)	5 (P)	5 (P)
	5-10	4 (P)	5 (P)	5 (P)	4 (P)	5 (P)	3
	10-20	4 (P)	5 (P)	5	4 (P)	5 (P)	3 (P)
	20-30	-	5 (P)	4	5 (P)	4 (P)	5 (P)
Dic cer	0- 5	3	-	3	-	-	-
	5-10	-	-	-	3	3	-
	10-20	-	-	-	4	3	-
	20-30	2	-	-	-	3	-
Hyp cup	0- 5	2	-	-	-	-	-
	5-10	1	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Leu gla/ jun	0- 5	3	3 (P)	-	3	3	-
	5-10	-	-	2 (P)	-	-	-
	10-20	-	-	3 (P)	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Poh sp.	0- 5	-	-	-	-	3	-
	5-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Pol lon	0- 5	-	-	-	-	2	-
	5-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	2	2 (P)	-	2 (P)	-	-
	20-30	-	-	-	-	-	-
Cla sp.	0- 5	-	-	-	-	-	X
	5-10	X	-	-	-	-	-
	10-20	-	-	-	-	-	-
	20-30	-	X	-	-	-	-

Sph cap - Sphagnum capillifolium, Sph cus - Sphagnum cuspidatum, Sph mag - Sphagnum magellanicum, Cam pyr - Campylopus pyriformis, Dic cer - Dicranella cerviculata, Hyp cup - Hypnum cupressiforme, Leu gla/jun - Leucobryum glaucum/juniperioideum, Poh sp. - Pohlia spec., Pol lon - Polytrichum longisetum; Cla sp. - Cladonia spec. (unfertige Thalli).

Ob auch Molinia caerulea und Drosera rotundifolia in Hochmoortorfen dauerhafte Samenbanken aufbauen können, was das Vorkommen keimfähiger Samen in tieferen Bodenschichten vermuten läßt, bedarf weiterer Untersuchungen. Nach MAAS (1987) bilden diese Arten in ehemals streugennutzten Pfeifengraswiesen des bayerischen Alpenvorlandes nur ein "kurz- bis mittelfristiges Samenpotential". Die hohe Keimungsrate von Molinia caerulea im ersten Jahr vor allem in den oberen Bodenschichten weist auch darauf hin, daß der Großteil dieser Samen im Vorjahr gebildet worden ist, da diese Samen keiner Dormanz unterlagen.

Im Baggerkanal 1, in dem die Bunkerde stellenweise erst 1981 abgelagert wurde, kamen in den tieferen Bodenschichten wenige Keimlinge von Carex canescens vor. Die Art ist ein Sofortkeimer, keimt aber im Dunkeln nicht (POSCHLOD 1989). Eine dadurch induzierte Dormanz wurde hier wahrscheinlich durch Licht aufgehoben, da die Samen schon im ersten Jahr keimten.

Warum Eriophorum vaginatum als typische krautige Art der ehemals torfbildenden Vegetation nicht vertreten ist, lassen die Keimungsexperimente von WEIN u. MACLEAN (1973), GRIME et al. (1981) und POSCHLOD (1989) vermuten. Dabei erwies sich diese Art als Sofortkeimer und keimte auch bei Dunkelheit, wenn auch mit reduzierter Keimungsrate. WEIN (1973) erwähnt, daß Samen, von zahlreichen Standorten in Kanada gesammelt, keine Dormanz aufwiesen. POSCHLOD (1989) fand in der Samenbank unterschiedlich stark entwässerter Hochmoorstandorte keine Reste von Eriophorum vaginatum. Auch sind in den Torfen bayerischer Hochmoore sehr selten Samen von Eriophorum vaginatum erhalten (PAUL & RUOFF 1932, POSCHLOD 1989). Möglicherweise wird die Samenschale schnell zersetzt. Samen von Eriophorum vaginatum sind auch häufig schon an der Pflanze zu einem hohen Prozentsatz (bis weit über 50%) von parasitischen Kleinschmetterlingen befallen (WEIN 1973, POSCHLOD 1989). In Anbetracht der geringen Samenbildung (ca. 40 Samen/Blütenstand) und der Tatsache, daß in manchen Jahren oft keine oder nur sehr wenige Blütenstände gebildet werden (POSCHLOD 1989), ist es auch vorstellbar, daß das Samenpotential im Boden so klein ist, daß es mit der geringen Probenanzahl nicht erfaßt werden konnte.

Über eine Diasporenbank von Kryptogamen in Hochmooren existieren bisher nur Untersuchungen von CLYMO u. DUCKETT (1986) und POSCHLOD (1989). Die ersten Autoren konnten dabei, unter anderem mit Hilfe der radioaktiven Fallouts Anfang der sechziger Jahre, regenerationsfähige, "braun und tot erscheinende" Teilchen von Torfmoosen auf ein Alter bis zu 60 Jahren datieren. Weiterhin waren in der Diasporenbank fünf Lebermoose vertreten. Der zweite Autor konnte neben einer Diasporenbank von Torfmoosen auch eine solche zahlreicher anderer Moose auf unterschiedlich stark entwässerten Teilen eines Hochmoores finden. Allerdings wurden hier aufgrund der kritischen

Methodik (CLYMO u. DUCKETT 1986) bzw. des hohen notwendigen Zeitaufwands (Pollenanalytik) noch keine Datierungen vorgenommen. Trotzdem vermutet auch er unter Berücksichtigung des möglichen Sporeneintrags von außen (CLYMO u. MACKAY 1987), daß die meisten Moose eine langfristige Diasporenbank unter entsprechenden Standortsbedingungen bilden können.

Die hier aufgeführten Ergebnisse bestätigen diese Untersuchungen, daß zumindest in Hochmoortorfen zahlreiche Arten eine Diasporenbank aufbauen können. Allerdings dominiert auf den hier untersuchten Standorten Campylopus pyriformis. Häufig treten nur einige Lebermoose auf, vor allem Cephalozia connivens. Alle anderen Arten, auch die Torfmoose, bilden eine vergleichsweise kleine Diasporenbank. Bei den beiden ersten genannten Arten dürfte aber eine schnelle Ausbreitung in den Schalen auch aufgrund der Bildung vegetativer Verbreitungseinheiten (Brutblätter bzw. Brutkörper) stattgefunden haben. Da die Sproßzahlschätzung erstmals erst im Herbst 1987 erfolgt ist, müssen die quantitativen Angaben mit Vorsicht betrachtet werden.

Welcher Art die Diasporen (Sporen, Sproßteilchen, Brutkörper, Brutblättchen usw.) waren, darüber hätten sich aufgrund der späten Auswertung und der bis dahin oft großflächigen Rasen nur mit einem hohen Zeitaufwand Aussagen machen lassen. Dies muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Von den gefundenen Arten sind folgende brutkörper- bzw. brutblätterbildend: Calypogeia trichomanis, Cephalozia connivens, C. macrostachya, C. pleni-ceps, Cephalozia elasticha (alle brutkörperbildend), Campylopus pyriformis (brutblätterbildend). Bei allen anderen Arten kann eine Diasporenbank nur aus Sporen oder Sproßteilchen (Stämmchen, Blättchen) aufgebaut werden.

Ob das Aufbringen einer Bunkerde, in deren Samen- bzw. Diasporenbank keine oder nur in sehr geringer Anzahl Arten der ehemals torfbildenden Vegetation vertreten sind, eine Vegetationsentwicklung in Richtung Hochmoor beeinflussen kann, kann mit Hilfe dieser Ergebnisse nicht beantwortet werden, da die Kultivierung der Proben unter gerade für diese Arten (Torfmoose) optimalen Bedingungen (Gewächshaus) stattgefunden hat. Aus diesem Grunde sollten in Zukunft solche Flächen, die aus dem Abbau entlassen werden und auf die anschließend eine Bunkerde aufgebracht wird, mit einem sorgfältig geplanten wissenschaftlichen Begleitprogramm langfristig beobachtet werden (PFADENHAUER et al. 1986).

4. LITERATUR

CLYMO, R.S. u. DUCKETT, J.G. (1986): Regeneration of Sphagnum.- New Phytol., 102: 589 - 614.

- CLYMO, R.S. u. MACKAY, D. (1987): Upwash and downwash of pollen and spores in the unsaturated surface layer of Sphagnum-dominated peat.- *New Phytol.*, 105: 175 - 183.
- DANIELS, R.E. u. EDDY, A. (1985): Handbook of European Sphagna.- Abbots Ripton: Inst. of Terrestrial Ecology (Natural Environment Research Council), 262 S.
- DURING, H.J. u. TER HORST, B. (1983): The diaspora bank of bryophytes and ferns in chalk grassland.- *Lindbergia*, 9: 57 - 64.
- EHRENDORFER, E. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas.- 318 S., Fischer, Stuttgart.
- FRAHM, J.-P. u. FREY, W. (1983): Moosflora.- 522 S., Ulmer, Stuttgart.
- GRIME, J.P., MASON, G., CURTIS, A.V., RODMAN, J., BAND, S.R., MOWFORTH, M., NEAL, A.M. u. SHAW, S. (1981): A comparative study of germination characteristics in a local flora.- *J. Ecol.*, 69: 1017-1059.
- HARPER, J. L. (1977): Population biology of plants.- 892 S., Academic Press, London, New York, San Francisco.
- HILL, M.O. u. STEVENS, P. A. (1981): The density of viable seeds in soils of forest plantations in upland Britain.- *J. Ecol.*, 69: 693-709.
- MAAS, D. (1987): Keimungsansprüche von Streuwiesenpflanzen und deren Auswirkung auf das Samenpotential.- Diss. TU München-Weihenstephan.
- PAUL, H. u. RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil: Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher.- *Ber. Bayer. Bot. Ges.*, 20: 1-264, 7 Taf.
- PILOUS, Z. (1962): Das Moos *Leucobryum juniperoideum* C. MÜLL. in Europa.- *Preslia*, 34: 159-175.
- PFADENHAUER, J. u. KINBERGER, M. (1985): Torfabbau und Vegetationsentwicklung im Kulbinger Filz (Region Südostbayern). - *Ber. ANL.*, 9: 37-44.
- PFADENHAUER, J. , POSCHLOD, P. u. BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1.-*Ber. ANL.*, 10: 41-60.
- POSCHLOD, P. (1989): Vegetationsentwicklung auf Torfabbauf Flächen in Hochmooren des Alpenvorlandes unter Berücksichtigung standortsökologischer und populationsbiologischer Faktoren.- Diss. TU München-Weihenstephan.
- RICHARDSON, D.H.S. (1974): The biology of mosses.- 220 S., Blackwell, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne.

- THOMPSON, K. u. GRIME, J.P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats.- *J. Ecol.*, 67: 893-921.
- WEIN, R.W. (1973): Biological flora of the British Isles: *Eriophorum vaginatum* L.- *J. Ecol.*, 61: 601 - 615.
- "- u. MACLEAN, D.A. (1973): Cotton grass (*Eriophorum vaginatum*) germination requirements and colonizing potential in the Arctic.- *Can. J. Bot.*, 51: 2509 - 2513.