

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 89	S. 87 - 97	Innsbruck, Okt. 2002
---------------------------------	---------	------------	----------------------

## **Das Keimverhalten von alpinen Arten in der Klimakammer und im Gelände**

von

Brigitta ERSCHBAMER & Marta PFATTNER<sup>\*)</sup>

### **Germination characteristics of alpine species in the growth chamber and in the field site**

**Synopsis:** The germination ability of alpine species from calcareous grasslands and scree sites was analysed in a growth chamber and under natural conditions in the field site. The study should contribute to the knowledge of alpine seed ecology and evaluate the suitability of alpine species for restoration purposes in high altitudes.

Diaspores of 15 alpine species were collected in the Dolomites (Mt. Schlern). A germination experiment was performed in a growth chamber without and with pre-treatment of the seeds (stratification, scarification, chemical pre-treatment).

In addition, a germination experiment was carried out in the field site on an erosion area on Mt. Schlern (Dolomites, Italy) at 2380 m above sea level. The seeding plots were covered by a jute mesh to avoid a wash out of the seeds and to simulate safe sites in order to enhance the germination success. Germination and survival were observed for one growing season.

In the field site a significantly lower germination was observed for all the investigated species compared to the germination in the growth chamber. Survival rates of seedlings were surprisingly high, probably due to the simulation of safe sites by the jute mesh.

The germination of *Gypsophila repens*, *Persicaria vivipara*, and *Saxifraga aizoides* in the growth chamber was positively, that of *Horminum pyrenaicum* was negatively affected by stratification. The germination of seeds or fruits with hard coats (*Dryas octopetala*, *Helianthemum alpestre*, *Silene acaulis*, *Trifolium badium*, and *T. thalii*) was stimulated by scarification. Six out of ten species were highly influenced by chemical pre-treatments.

### **1. Einleitung:**

Samendormanz und Keimung bestimmen die ökologischen Prozesse in einer Pflanzengesellschaft und ihre Kenntnis ist entscheidend, um die Erneuerungsfähigkeit einer Gesellschaft zu bewerten bzw. um Anleitungen für eine standortgerechte Renaturierung von Erosionsstellen geben zu können. Zahlreiche Arbeiten beschäftigten sich mit der Thematik (Bibliographieübersicht in BASKIN & BASKIN 1998) und auch über die Keimfähigkeit alpiner Arten wurde bereits geforscht (AMEN 1966, BILLINGS & MOONEY

<sup>\*)</sup> Anschrift der Verfasser: Brigitta Erschbamer, Institut für Botanik, Sternwartestr. 15, A-6020 Innsbruck, Marta Pfattner, Telfen - Lanzin 9, I-39040 Kastelruth

1968, BLISS 1971, FOSSATI 1980, URBANSKA & SCHÜTZ 1986, CHAMBERS et al. 1987, WILDNER-ECCHER 1988, GALLMETZER 1995, STÖCKLIN & BÄUMLER 1996, NIEDERFRINIGER SCHLAG & ERSCHBAMER 2000, NIEDERFRINIGER SCHLAG 2001). Generell scheint eine sehr große Variabilität der Keimungsökologie vorzuliegen. Sehr kontroverielle Ergebnisse gibt es vor allem über die Wirkung einer Kältestratifizierung oder einer Skarifikation. Nach BASKIN & BASKIN (1998) weisen arktisch/alpine Arten Keimraten von 50 % und mehr ohne Kältebehandlung bzw. ohne eine andere Vorbehandlung auf. URBANSKA & SCHÜTZ (1986) beobachteten einen signifikanten Einfluß der Skarifikation auf etwa 40 % der untersuchten Arten. Über das Keimverhalten kalkalpiner Sippen gibt es allerdings bis heute nur sehr spärliche Hinweise.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einerseits eine Kenntnislücke im Bereich der Samenkeimung von kalkalpinen Arten zu schließen und andererseits die Eignung dieser Arten für Begrünungszwecke im Hochgebirge zu testen. In den letzten 50 Jahren haben sich in mehreren Gebieten der Alpen durch Massentourismus und Überweidung Erosionsflächen auch oberhalb der Waldgrenze ausgebildet. Größere Erosionsflächen ohne Bewuchs befinden sich beispielsweise auf der Hochfläche des Schlern (Dolomiten, Italien) auf 2380 m Meereshöhe. Langfristig kann im Hochgebirge nur eine standortsgerechte Begrünung zum Aufbau einer geschlossenen Pflanzendecke führen (URBANSKA 1986, GRABHERR 1987, FLORINETH 1988, URBANSKA et al. 1988, GASSER 1989, FLÜELER 1992, KRAUTZER 1995).

Für die Keimversuche in der vorliegenden Arbeit wurden Diasporen in der intakten Vegetation rund um die Erosionsflächen auf der Hochfläche des Schlern gesammelt. Die Keimraten der Arten sollten unter günstigen Bedingungen in der Klimakammer und unter natürlichen Bedingungen im Gelände bestimmt werden. Ein wichtiger Aspekt war dabei auch die Beobachtung der Etablierungsfähigkeit der Keimlinge im Gelände. In verschiedenen Renaturierungsstudien wurde nachgewiesen, dass die Keimung an alpinen Standorten durch die Schaffung von Schutzstellen (sog. "safe sites", HARPER 1977) signifikant erhöht werden kann (URBANSKA 1986, 1997, URBANSKA & FATTORINI 1998). Daher wurden die Erosionsflächen im Gelände mit biologisch abbaubaren Jutenetzen abgedeckt (nach FLORINETH unpubl.).

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Auswirkungen verschiedener Vorbehandlungen auf die Samenkeimung von kalkalpinen Arten zu untersuchen.

## **2. Methoden:**

### **Untersuchungsgebiet und Diasporensammlung**

Die Keimversuche im Gelände wurden auf einer Erosionsfläche (50 m<sup>2</sup>, west-exponiert, 25 ° Neigung) am Schlern (Dolomiten, Italien) in 2380 m Meereshöhe durchgeführt. Die Fläche wurde im Jahr 1996 eingezäunt. Rund um die Erosionsfläche ist ein Seslerio-Caricetum sempervirentis Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926 ausgebildet. Flachgründige, felsige Abschnitte werden dagegen von Schutt- und Felsspaltenarten besiedelt.

1996 wurden Diasporen von insgesamt 10 alpinen Rasenarten und 5 Schuttpflanzen rund um die Erosionsfläche am Schlern gesammelt und das 1000-Korngewicht bestimmt (Tab. 1). Die Hälfte der Diasporen wurde für den Keimversuch in der Klimakammer verwendet, die andere Hälfte wurde bei Zimmertemperatur bis zum Keimversuch im Gelände lufttrocken gelagert.

1997 wurden weitere Diasporen gesammelt (allerdings nur von insgesamt 10 Arten, Tab. 1), um die Auswirkung von verschiedenen Vorbehandlungen auf die Keimung zu testen.

Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach ADLER et al. (1994).

### **Klimakammer-Experimente**

In der Klimakammer wurden folgende Bedingungen standardisiert: 14 Stunden Tag bei 21°C und 20.000 Lux, 10 Stunden Nacht bei 15°C. Von den 1996 gesammelten Diasporen wurden 100 Stück pro Art in Petrischalen auf befeuchtetes Filterpapier ausgelegt und zur Keimung in die Klimakammer gestellt (3 - 5 Wiederholungen pro Art). Eine zweite Serie mit ebenfalls 100 Diasporen pro Petrischale und 3 - 5 Wiederholungen pro Art wurde über 3 Wochen hinweg bei +5°C im Kühlschrank stratifiziert und dann ebenfalls in die Klimakammer gebracht. Die Keimraten der beiden Serien wurden jeweils über 100 Tage hinweg beobachtet.

Für die 1997 gesammelten Diasporen wurden folgende Methoden angewandt: mechanische Skarifikation (d.h. Anbringung eines kleinen Schnittes an der Diasporenschale, die Bulbillen von *Persicaria vivipara* wurden nicht skarifiziert), Skarifikation mit heißem Wasser (Eintauchen der Diasporen in kochendes Wasser für eine Sekunde, nach FLÜELER 1992) und Inkubation in Gibberellinsäure (in 0.001 m GA<sub>3</sub> bzw. 0.005 m GA<sub>3</sub>) für drei Tage.

### **Geländeexperiment**

Im Juli 1997 wurden 6 Probeflächen von 1m<sup>2</sup> ausgewiesen und mit einer 10 cm großen Holzlatte in 0.5 x 1 m große Teilflächen unterteilt. Mischungen á 1000 Diasporen wurden in diese Teilflächen ausgebracht und die Flächen anschließend mit einem biologisch abbaubaren Jutenetz bedeckt. Auf Grund der geringen Anzahl von Diasporen konnten nur 2 Wiederholungen pro Diasporenmischung durchgeführt werden. Die Keimlinge wurden wöchentlich mit Hilfe eines Aufnahme Rahmens gezählt und verortet. Das Überleben der Keimlinge wurde bis zum Ende der Vegetationsperiode verfolgt.

### **Statistische Auswertung**

Für die statistische Analyse wurde das Programm SPSS (Version 8.0 für Windows) verwendet. Die Normalverteilung wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov Test geprüft. T-Tests und Varianzanalysen wurden verwendet, um normalverteilte Daten zu vergleichen. Nicht-parametrische Tests wurden verwendet, wenn die Daten nicht normalverteilt und die Varianzen inhomogen waren. Für die Vorbehandlungen waren auf Grund der geringen Diasporenanzahl nur 2 Wiederholungen möglich, daher konnten keine statistischen Tests durchgeführt werden.

## **3. Ergebnisse:**

### **Klimakammerexperimente**

Unter den 1996 gesammelten Diasporen wirkte sich eine dreiwöchige Stratifikation bei *Carex sempervirens*, *Persicaria vivipara* und *Saxifraga aizoides* positiv aus: die stratifizierten Diasporen keimten signifikant früher im Vergleich zu den unstratifizierten (Tab.

2). Die letzten beiden Arten wiesen auch einen signifikant höheren Keimerfolg nach der Stratifizierung auf. Im Vergleich dazu zeigten stratifizierte Diasporen von *Horminum pyrenaicum*, *Sesleria albicans* und *Silene acaulis* eine signifikante Verzögerung des Keimbegins im Vergleich zu den unstratifizierten (Tab. 2). Allerdings wirkte sich dies nur bei *Horminum pyrenaicum* auch negativ auf den Keimerfolg aus. Eine signifikant positive Beeinflussung des Keimerfolges durch die Stratifizierung wurde auch bei *Gypsophila repens* verzeichnet. *Dryas octopetala* und *Anemone baldensis* keimten überhaupt nicht aus. Bei *Helianthemum alpestre*, *Persicaria vivipara*, *Trifolium badium* und *Potentilla nitida* wurden insgesamt sehr geringe Keimraten verzeichnet (Tab. 2).

Beim Keimexperiment der 1997 gesammelten Diasporen fiel auf, dass *Dryas octopetala* im Vergleich zum Vorjahr (Tab. 2) auskeimte und eine Keimrate von 65 % erreichte (Tab. 3). Für die meisten anderen Arten wurden ebenfalls unterschiedliche Keimraten festgestellt im Vergleich zum Vorjahr. Nach einer Skarifikation erzielten *Dryas octopetala*, *Helianthemum alpestre*, *Silene acaulis*, *Trifolium badium* und *T. thalii* einen wesentlich höheren Keimerfolg. Für die meisten Arten führte auch ein kurzes Eintauchen in heißes Wasser zu einer höheren Keimrate. Sechs von den untersuchten zehn Arten wurden eindeutig durch eine Inkubation in Gibberellinsäure stimuliert (Tab. 3). Besonders eindrucks-

**Tab. 1:** Arten, Verbreitungseinheiten, Sammeljahr(e) und Mittelwerte des Tausendkorngewichtes (mg pro 1000 Diasporen) mit Standardabweichung (S.D.)

Alpine Rasenarten	Verbreitungseinheit	Sammeljahr(e)	Tausendkorngewicht	
			Mittelwert	S.D.
<i>Biscutella laevigata</i>	Früchte	1996, 1997	5,51	0,22
<i>Carex sempervirens</i>	Samen	1996	1,08	0,06
<i>Dryas octopetala</i>	Früchte	1996, 1997	0,77	0,14
<i>Helianthemum alpestre</i>	Samen	1996, 1997	0,62	0,06
<i>Horminum pyrenaicum</i>	Samen	1996	0,70	0,08
<i>Persicaria vivipara</i>	Bulbillen	1996, 1997	1,87	0,11
<i>Sesleria albicans</i>	Samen	1996, 1997	1,03	0,38
<i>Silene acaulis</i>	Samen	1996, 1997	0,46	0,04
<i>Thymus polytrichus</i>	Samen	1996	0,18	0,03
<i>Trifolium badium</i>	Samen	1996, 1997	1,15	0,06
<b>Schuttpflanzen</b>				
<i>Anemone baldensis</i>	Früchte	1996, 1997	3,04	0,26
<i>Gypsophila repens</i>	Samen	1996	0,65	0,04
<i>Potentilla nitida</i>	Samen	1996, 1997	0,53	0,15
<i>Saxifraga aizoides</i>	Samen	1996	0,05	0,01
<i>Trifolium thalii</i>	Samen	1996, 1997	1,12	0,04

voll äußerte sich dies bei *Silene acaulis*, deren Samen nach einer Behandlung mit 0.001 m GA<sub>3</sub> zu 91% bzw. mit 0.005 m GA<sub>3</sub> zu 100 % keimten. *Anemone baldensis* keimte ausschließlich nach der jeweiligen GA<sub>3</sub> - Behandlung (3 bzw. 7 %, Tab. 3).

### Geländeexperiment

Im Gelände war der Keimerfolg der Arten sehr gering (Tab. 4). Vier Rasenarten (*Dryas octopetala*, *Helianthemum alpestre*, *Horminum pyrenaicum*, *Silene acaulis*) und zwei Schuttpflanzen (*Anemone baldensis*, *Saxifraga aizoides*) keimten überhaupt nicht. Die höchste Keimlingsanzahl konnte für *Trifolium thalii* (36 %), *Sesleria albicans* (28.8 %) und für *Trifolium badium* (17.8 %, Tab. 4) beobachtet werden.

Ein überraschend hoher Prozentsatz an Keimlingen überlebte bis zum Ende der Vegetationsperiode (Tab. 4).

**Tab. 2:** Auswirkungen der Stratifizierung auf den Keimbeginn bzw. auf die Keimrate (+ positive Effekte, - negative Effekte, 0 kein Effekt) und Signifikanzniveaus ( Sign. \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001); Keimraten in der Klimakammer (in %, ± Standardabweichung) ohne und mit Stratifizierung

Alpine Rasenarten	Auswirkungen der Stratifizierung				Keimraten (in %)	
	Keim- beginn	Sign.	Keim- beginn	Sign.	ohne Stratifizierung	mit Stratifizierung
<i>Biscutella laevigata</i>	0		0		28,6 ±6,6	26,0 ±3,5
<i>Carex sempervirens</i>	+	*	0		58,3 ±10,3	65,3 ±10,0
<i>Dryas octopetala</i>	0		0		0,0 ±0,0	0,0 ±0,0
<i>Helianthemum alpestre</i>	0		0		14,6 ±4,2	15,0 ±5,4
<i>Horminum pyrenaicum</i>	-	*	-	*	40,4 ±7,8	27,0 ±7,8
<i>Persicaria vivipara</i>	+	**	+	**	10,0 ±2,6	14,8 ±1,1
<i>Sesleria albicans</i>	-	**	0		37,0 ±5,5	35,8 ±5,7
<i>Silene acaulis</i>	-	*	0		64,0 ±10,8	74,6 ±4,3
<i>Thymus polytrichus</i>	0		0		71,0 ±1,7	75,0 ±6,4
<i>Trifolium badium</i>	0		0		13,3 ±1,2	11,0 ±1,0
<b>Schuttpflanzen</b>						
<i>Anemone baldensis</i>	0		0		0,0 ±0,0	0,0 ±0,0
<i>Gypsophila repens</i>	0		+	***	55,4 ±6,4	82,4 ±5,2
<i>Potentilla nitida</i>	0		0		12,0 ±3,2	10,6 ±3,1
<i>Saxifraga aizoides</i>	+	*	+	**	80,4 ±6,7	93,8 ±1,9
<i>Trifolium thalii</i>	0		0		44,7 ±3,2	43,7 ±3,5

**Tab. 3:** Keimraten der unbehandelten Serie im Vergleich zu den vorbehandelten Serien: Mittelwerte (in %) und Standardabweichungen (S.D.)

Alpine Rasenarten	Unbehandelt		Skarifikation		heißes Wasser		GA <sub>3</sub> (0.001 m)		GA <sub>3</sub> (0.005m)	
	Mittel	S.D.	Mittel	S.D.	Mittel	S.D.	Mittel	S.D.	Mittel	S.D.
<i>Biscutella laevigata</i>	32	11,3	32	8,5	58	2,8	37	7,1	74	2,8
<i>Dryas octopetala</i>	65	9,9	81	18,4	88	5,7	75	7,1	20	8,5
<i>Helianthemum alpestre</i>	7	1,4	98	2,8	11	1,4	6	2,8	8	2,8
	4	2,8	-	-	11	1,4	10	2,8	13	7,1
<i>Persicaria vivipara</i>	21	4,2	11	4,2	45	7,1	39	1,4	45	1,4
<i>Sesleria albicans</i>	57	4,2	88	2,8	40	5,7	91	1,4	100	0
<i>Silene acaulis</i>	11	1,4	98	2,8	15	4,2	12	2,8	8	0
<i>Trifolium badium</i>										
<b>Schuttpflanzen</b>										
<i>Anemone baldensis</i>	0	0	0	0	0	0	3	1,4	7	1,4
<i>Potentilla nitida</i>	14	2,8	20	2,8	34	11,3	19	4,2	29	4,2
<i>Trifolium thalii</i>	120	2,8	100	0	11	4,2	9	4,2	10	2,8

**Tab. 4:** Keimrate (in %) mit Standardabweichung (S.D.) und Überleben der Keimlinge (in %) im Gelände

Alpine Rasenarten	Schlern (2380 m NN)		
	Keimung (%)	S.D.	Überleben (%)
<i>Biscutella laevigata</i>	4,0	2,1	77,3
<i>Carex sempervirens</i>	4,0	1,9	83,3
<i>Dryas octopetala</i>	0,0	0,0	0
<i>Helianthemum alpestre</i>	0,0	0,0	0
<i>Horminum pyrenaicum</i>	0,0	0,0	0
<i>Persicaria vivipara</i>	2,8	0,5	100
<i>Sesleria albicans</i>	28,8	14,1	66,7
<i>Silene acaulis</i>	0,0	0,0	0
<i>Thymus polytrichus</i>	3,0	1,4	88,9
<i>Trifolium badium</i>	17,8	2,9	59,8
<b>Schuttpflanzen</b>			
<i>Anemone baldensis</i>	0,0	0,0	0
<i>Gypsophila repens</i>	1,2	0,0	66,7
<i>Potentilla nitida</i>	1,1	0,0	100
<i>Saxifraga aizoides</i>	0,0	0,0	0
<i>Trifolium thalii</i>	36,0	3,8	51,9

#### 4. Diskussion:

Auf beträchtliche Schwankungen der Keimrate von Jahr zu Jahr ist immer wieder hingewiesen worden (MILBERG & ANDERSSON 1998, BASKIN & BASKIN 1998) und auch die vorliegende Studie bestätigt dies. Für alpine Taxa werden sehr starke Dormanzmechanismen angenommen (FOSSATI 1980, WEILENMANN 1981, ZUUR-ISLER 1982, URBANSKA & SCHÜTZ 1986). Eine Skarifikation (WEILENMANN 1981, SCHÜTZ 1988) oder eine Stratifizierung (ZUUR-ISLER 1982) beeinflussen daher das Keimverhalten der Arten ganz entscheidend. Im vorliegenden Experiment wurden allerdings nur vier von insgesamt 15 Hochgebirgsarten signifikant durch eine Stratifizierung beeinflusst – drei positiv, eine negativ. Eine Kältebehandlung scheint damit für den Großteil der untersuchten Arten nicht erforderlich zu sein. In alpinen Habitaten verhindern die extremen Bedingungen im Winter bzw. im Frühjahr ein zu frühes Auskeimen. Interne Dormanzmechanismen sind daher nicht notwendig (TER BORG 1987 in BASKIN & BASKIN 1998).

Beim Großteil der untersuchten alpinen Arten stellt jedoch die harte Samen- oder Fruchtschale eine wirkungsvolle Keimsperrbarriere dar. Dies wurde auch von anderen Autoren festgestellt (AMEN 1966, FOSSATI 1980, URBANSKA 1986). Im vorliegenden Experiment konnte gezeigt werden, dass diese physikalische Dormanz (BASKIN & BASKIN 1998) durch mechanische Beschädigung oder Aufweichung der Diasporenschalen aufgehoben wird und dass dann hohe Keimraten erreicht werden können. Physikalische Dormanz gilt als typisch für Fabaceae und Geraniaceae (BASKIN & BASKIN 1998) und im vorliegenden Fall auch für Vertreter der Rosaceae, Cistaceae und Caryophyllaceae. Arten mit harten Samen- oder Fruchtschalen stellen ein Potential für persistente Diasporenbanken dar (BASKIN & BASKIN 1998). Nach CAVIERES (1999) sollten alpine Arten eigentlich generell persistente Diasporenbanken aufweisen. Von den hier untersuchten Arten bilden allerdings *Biscutella laevigata*, *Carex sempervirens* und *Saxifraga aizoides* nur vorübergehende Diasporenbanken (THOMPSON et al. 1997). Für die übrigen Arten gibt es entweder überhaupt keine Daten oder die Angaben sind sehr kontroversiell. Die Diasporen von *Dryas octopetala*, *Persicaria vivipara*, *Sesleria albicans* und *Silene acaulis* werden z.B. von einigen Autoren als kurzlebig eingestuft, von anderen als langlebig (THOMPSON et al. 1997). Vergrabungsexperimente wären notwendig, um Klarheit über die Lebensdauer der Samen von alpinen Arten zu gewinnen.

*Anemone baldensis* keimte nur nach einer chemischen Vorbehandlung. Vermutlich sind für diese Art sogar noch höhere Konzentrationen von Gibberellinsäure notwendig, um den Keimungserfolg zu steigern. Mehrere Autoren (FOSSATI 1980, WEILENMANN 1981, ZUUR-ISLER 1982, SCHÜTZ 1988, 1989, URBANSKA et al. 1988, GALLMETZER 1995) wiesen darauf hin, dass Gibberellinsäure positive Auswirkungen auf die Keimrate haben kann. Vor allem bei Poaceae und Asteraceae konnten die Keimraten von 0-6 % auf 80-90 % gesteigert werden (SCHÜTZ 1988). Auch für die meisten untersuchten Arten wurde eine erhebliche Erhöhung der Keimrate festgestellt.

Nahezu alle Arten (mit Ausnahme von *Trifolium badium*) zeigten in der Klimakammer höhere Keimraten als im Gelände. Die Keimung wird vor allem durch die Temperatur gesteuert (THOMPSON & GRIME 1983, BASKIN & BASKIN 1988, SCHÜTZ 1998), wobei in der alpinen Stufe eine Temperaturamplitude von 5 bis 30°C ausgenutzt werden kann (LARCHER 1994). Die optimalen Keimtemperaturen liegen zwischen 18 und 22°C (AMEN 1966, ARCHIBOLD 1984). Vermutlich dürften bei einigen Arten auch fluktuierende Temperaturen notwendig sein (FOSSATI 1980, THOMPSON & GRIME 1983, PROBERT 1992, SCHÜTZ 1998). Im Gelände können die Temperaturen auch während der Vegetationsperiode jederzeit unter 0°C absinken und optimale Verhältnisse dürften eher die Ausnahme sein. Nach HARPER (1977) können niedrige Temperaturen Dormanz induzieren. Dies könnte eine der Ursachen für den schlechten Keimerfolg im Gelände sein.

Schutzstellen sind in der alpinen Stufe die Voraussetzung für eine erfolgreiche Keimung (URBANSKA & SCHÜTZ 1988, CHAMBERS 1995, STÖCKLIN & BÄUMLER 1996, URBANSKA 1997, URBANSKA & FATTORINI 1998, NIEDERFRINIGER SCHLAG & ERSCHBAMER 2000). Das in dieser Studie benutzte Jutenetz begünstigte nicht nur das Auflaufen der Keimlinge, sondern auch ihre Etablierung. Außerdem konnten in den Jutenetzen einige Arten auflaufen, die nicht in der Diasporenmischung vorhanden waren (PFATTNER 1999). In Kontrollflächen ohne Jutenetz liefen überhaupt keine Keimlinge auf (PFATTNER 1999).

60 % der Arten keimte im Gelände, aber die Keimraten blieben insgesamt sehr eingeschränkt. Die geringe Keimfähigkeit von alpinen Arten stellt das größte Problem für die Begrünung von Erosionsflächen im Hochgebirge dar (FLORINETH 1988, GRABHERR et al. 1988). Zusätzlich ergibt sich auch durch das langsame Wachstum der alpinen Arten ein großes Problem für die standortgerechte Begrünung. Ohne Zweifel kann jedoch eine Langzeit-Renaturierung von Erosionsflächen oder Schipisten nur mit Pflanzen aus der jeweiligen Höhenlage erfolgen (URBANSKA 1986, 1989a,b). Das vorliegende Geländeexperiment zeigte, dass für eine erfolgreiche Begrünung der Hochlagen eine sehr viel höhere Anzahl an Diasporen pro Fläche ausgebracht werden müsste, um einen Begrünungserfolg zu gewährleisten. Besonders geeignet scheinen dabei die *Trifolium*-Arten und *Sesleria albicans* zu sein. Arten mit harten Diasporenschalen können ihre Keimung auf mehrere Jahre aufteilen (BASKIN & BASKIN 1998). Auch diese Tatsache müsste bei alpinen Begrünungen stärker berücksichtigt werden und die Erosionsflächen müssten daher über längere Zeiträume vor Trittbelastung verschont bleiben.

##### **5. Zusammenfassung:**

Die Keimfähigkeit alpiner Schutt- und Rasenpflanzen sollte unter günstigen Bedingungen im Labor und im Vergleich dazu unter natürlichen Bedingungen in der alpinen Stufe getestet werden. Die Studie sollte einerseits einen Beitrag zur Erforschung der Samenökologie alpiner Arten leisten, andererseits sollten neue Erkenntnisse für die stan-

dortsgerechte Begrünung von Erosionsflächen im Hochgebirge gewonnen werden.

Diasporen von 15 alpinen Arten wurden auf der Hochfläche des Schlern in den Dolomiten (Südtirol, Italien) gesammelt. Die Hälfte der Diasporen wurde unbehandelt, die andere Hälfte wurde nach einer Vorbehandlung (Stratifikation, Skarifikation, Inkubierung in Gibberellinsäure) in einer Klimakammer zur Keimung gebracht.

Der Keimversuch im Gelände erfolgte in einer Erosionsfläche am Schlern auf 2380 m Meereshöhe. Probeflächen wurden eingerichtet, angesät und mit Jutenetzen bedeckt, um ein Auswaschen der Diasporen zu verhindern und den Keimerfolg zu erhöhen. Keimung und Überleben der Keimlinge wurden über eine Vegetationsperiode hinweg beobachtet. Im Gelände wurden wesentlich niedrigere Keimraten erzielt im Vergleich zur Klimakammer. Die Überlebensrate der Keimlinge war jedoch überraschenderweise hoch, was wohl auf die Simulation von Schutzstellen durch das Jutenetz zurückgeführt werden kann.

Die Kältestratifizierung wirkte sich für drei Arten (*Gypsophila repens*, *Persicaria vivipara*, *Saxifraga aizoides*) positiv aus, für eine Art (*Horminum pyrenaicum*) negativ. Bei den übrigen Arten wurden keine signifikanten Auswirkungen der Kältebehandlung auf die Samenkeimung festgestellt. Harte Samen- oder Fruchtschalen behinderten die Keimung. Durch eine Skarifikation konnte beispielsweise bei *Dryas octopetala*, *Helianthemum alpestre*, *Silene acaulis*, *Trifolium badium* und *T. thalii* ein höherer Keimerfolg erzielt werden. Sechs von zehn Arten wurden außerdem eindeutig durch eine chemische Vorbehandlung in ihrer Keimung beeinflusst.

Dank: Die Studie wurde vom Amt für Naturparke, Autonome Provinz Bozen/Südtirol, unterstützt.

## 6. Literatur:

- ADLER, W., K. OSWALD & R. FISCHER (1994): Exkursionsflora von Österreich. Stuttgart, Wien, Ulmer.
- AMEN, R.D. (1966): The extend and role of seed dormancy in alpine plants. - Quarterly Review of Biology **41**: 271 - 281.
- ARCHIBOLD, O.W. (1984): A comparison of seed reserves in arctic, subarctic, and alpine soils. - Canadian Field-Naturalist **98**: 337 - 344.
- BASKIN, C.C. & J.M. BASKIN (1988): Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. - American Journal of Botany **75**: 286 - 305.
- BASKIN, C.C. & J.M. BASKIN (1998): Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Toronto.
- BILLINGS, W.D. & H.A. MOONEY (1968): The ecology of arctic and alpine plants. - Biological Review **43**: 481 - 529.
- BLISS, L.C. (1971): Arctic and alpine plant life cycles. - Annual Review of Ecological Systematics **2**: 405 - 438.
- CAVIERES, L.A. (1999): Bancos de semillas persistentes: modelos de germinación retardada y su aplicación en ambientes alpinos. - Revista Chilena de Historia Natural **72**: 457 - 466.
- CHAMBERS, J.C. (1995): Relationships between seed fates and seedling establishment in an alpine ecosystem. - Ecology **78**: 1958 - 1965.

- CHAMBERS, J.C., J.A. McMAHON & R.W. BROWN (1987): Response of an early seral dominant alpine grass and a late seral dominant alpine forb to N and P availability. - *Reclam Revegetation Research* **6**: 219 - 234.
- CHAMBERS, J.C., J.A. McMAHON & R.W. BROWN (1990): Alpine seedling establishment: the influence of disturbance type. *Ecology* **71**: 1323 - 1341.
- FLORINETH, F. (1988): Begrünung von Erosionszonen über der Waldgrenze (Revegetation of eroded surfaces above forest limits in alpine regions). In: GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE (Hrsg.): *Ingenieurbiologie – Erosionsbekämpfung im Hochgebirge. Jahrbuch 3, Sepia, Aachen*, p. 73 - 93.
- FLÜELER, R.P. (1992): Experimentelle Untersuchungen über Keimung und Etablierung von alpinen Leguminosen. - *Veröffentlichungen Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich* **110**: 1 - 180.
- FOSSATI, A. (1980): Keimverhalten und frühe Entwicklungsphasen einiger Alpenpflanzen. - *Veröffentlichungen Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich* **73**: 1 - 180.
- GALLMETZER, W. (1995) Keimverhalten alpiner Kräuter. Diplomarbeit Universität Innsbruck.
- GASSER, M. (1989) Bedeutung der vegetativen Phase bei Pflanzen für die biologische Erosionsbekämpfung in der alpinen Stufe. - *Berichte Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich* **55**: 151 - 176.
- GRABHERR, G. (1987): Tourismusinduzierte Störungen, Belastbarkeit und Regenerationsfähigkeit der Vegetation in der alpinen Stufe. In: G. PATZELT (Hrsg.): *MaB-Projekt Obergurgl. Veröffentlichungen Österreichisches MaB-Projekt 10, Wagner, Innsbruck*: 243 - 255.
- GRABHERR, G., A. MAIR & H. STIMPFL (1988): Vegetationsprozesse in alpinen Rasen und die Chancen einer echten Renaturierung von Schipisten und anderen Erosionsflächen in alpinen Hochlagen (Vegetation dynamics in alpine meadows and chances of revegetation of skiruns and other eroded surfaces in high alpine regions). In: GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE (Hrsg.): *Ingenieurbiologie – Erosionsbekämpfung im Hochgebirge. Jahrbuch 3, Sepia, Aachen*: 94 - 113.
- HARPER, J. (1977): *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- KÖRNER, C. (1999): *Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- KRAUTZER, B. (1995): Untersuchungen zur Samenvermehrbarkeit alpiner Pflanzen. - *Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein*.
- LARCHER, W. (1994): *Ökophysiologie der Pflanzen*. 5. neu bearbeitete Auflage, Fischer, Stuttgart.
- MILBERG, P. & L. ANDERSSON (1998): Does cold stratification level out differences in seed germinability between populations? - *Plant Ecology* **134**: 225 - 234.
- NIEDERFRINIGER SCHLAG, R. (2001): Primärsukzession im Gletschervorfeld. Keimung, Etablierung, Wachstum und Interaktionen im Gletschervorfeld des Rotmoosferners (Ötztal, Tirol). Dissertation Universität Innsbruck.
- NIEDERFRINIGER SCHLAG, R. & B. ERSCHBAMER (2000): Germination and establishment of seedlings on a glacier foreland in the Central Alps, Austria. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* **32**: 270 - 277.
- PFATTNER, M. (1999): Experimente zur standortsgerechten Begrünung von Erosionsflächen am Schlern (Südtirol). Diplomarbeit Universität Innsbruck.
- PROBERT, R.J. (1992): The role of temperature in germination ecophysiology. In: M. FENNER (Hrsg.): *Seeds – The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, p. 285 - 326.
- SCHÜTZ, M. (1988): Genetisch-ökologische Untersuchungen an alpinen Pflanzenarten auf verschiedenen Gesteinsunterlagen. Keimungs- und Aussaatversuche. - *Veröffentlichungen Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich* **110**: 1 - 180.

- nisches Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich **99**: 1 - 153.
- SCHÜTZ, M. (1989): Keimverhalten alpiner Compositae und ihre Eignung zur Wiederbegrünung von Skipistenplanierungen oberhalb der Waldgrenze. - Berichte des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübel, Zürich **55**: 131 - 150.
- SCHÜTZ, W. (1998): Seed dormancy cycles and germination phenologies in sedges (*Carex*) from various habitats. - Wetlands **18**: 288 - 297.
- STÖCKLIN, J. & E. BÄUMLER (1996): Seed rain, seedling establishment and clonal growth strategies on a glacier foreland. - Journal of Vegetation Science **7**: 45 - 56.
- THOMPSON, K. & J.P. GRIME (1983): A comparative study of germination responses to diurnally fluctuating temperatures. - Journal of Applied Ecology **20**: 141 - 156.
- THOMPSON, K., J. BAKKER, & R. BEKKER (1997): The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. University Press, Cambridge.
- URBANSKA, K.M. (1986): Behaviour of alpine plants and high altitude revegetation research. Proceedings 7th High Altitude Revegetation Workshop, Colorado State University.
- URBANSKA, K.M. (1989a): Probleme des biologischen Erosionsschutzes oberhalb der Waldgrenze. - Zeitschrift für Vegetationstechnik **12**: 25 - 30.
- URBANSKA, K.M. (1989b): Standortgerechte Skipistenbegrünung in hochalpinen Lagen. Bulletin der ETH, Zürich **223**: 18 - 21.
- URBANSKA, K.M. (1997): Restoration ecology research above the timberline: colonization of safety islands on a machine-graded alpine ski run. - Biodiversity and Conservation **6**: 1655 - 1670.
- URBANSKA, K.M. & M. SCHÜTZ (1986): Reproduction by seed in alpine plants and revegetation research above timberline. - Botanica Helvetica **96/1**: 43 - 60.
- URBANSKA, K.M., M. SCHÜTZ & M. GASSER (1988): Revegetation trials above timberline – an exercise in experimental population ecology. - Berichte des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübel, Zürich **54**: 85 - 110.
- URBANSKA, K.M. & M. FATTORINI (1998): Seed bank studies in the Swiss Alps. II. Restoration plots on a high-alpine ski run. - Botanica Helvetica **108**: 289 - 301.
- WEILENMANN, K. (1981) Bedeutung der Keim- und Jungpflanzenphase für alpine Taxa verschiedener Standorte. - Berichte des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübel, Zürich **48**: 68 - 119.
- WILDNER-ECCHER, M.T. (1988): Keimungsverhalten von Gebirgspflanzen und Temperaturrestistenz der Samen und Keimpflanzen. Dissertation Universität Innsbruck.
- ZUUR-ISLER, D. (1982): Germination behaviour and early life phases of some species from serpentine soils. - Berichte des Geobotanischen Institutes ETH, Stiftung Rübel, Zürich **49**: 76 - 107.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [89](#)

Autor(en)/Author(s): Erschbamer Brigitta, Pfattner Marta

Artikel/Article: [Das Keimverhalten von alpinen Arten in der Klimakammer und im Gelände 87-97](#)