

Material und Methoden

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **110 (1992)**

PDF erstellt am: **03.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. ERNTE UND AUFBEWAHREN DES SAMENMATERIALS, SAMMELN VON PFLANZENMATERIAL

Die Samen der untersuchten Arten stammen von verschiedenem Muttergestein, von Karbonat und von Silikat. Das Sammelgebiet erstreckte sich an der nordwestlichen Talflanke vom Gotschnagrat bis zum Chörbsch Horn, an der südöstlichen Talflanke vom Dischmatal über das Jakobshorn bis ins Sertig- und Ducantal. Die Artbestimmung erfolgte nach HESS et al. (1967-1972). Jeweils von Anfang September bis Mitte Oktober wurden Populationsproben von reifen Samen und Früchten gesammelt, getrocknet und im getrockneten Zustand bis zur Verwendung im Kühlschrank bei 4°C aufbewahrt.

Von **Karbonat** wurden von folgenden Arten und aus folgenden Populationen Samen entnommen (Koordinaten nach Landeskarte 1:25000 Blatt 1197 und 1217):

| | |
|------------------------------|--|
| <i>Anthyllis alpestris:</i> | Schiawang (780650/187400), 2360 m ü.M., Rasen. Strela (779600/187080), 2400 m ü.M., Rasen, Weide. Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer, Weide. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Rasen. |
| <i>Astragalus alpinus:</i> | Bodmen (781600/174230), 2440 m ü.M., Weide. |
| <i>Astragalus frigidus:</i> | Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer. Gotschnagrat (783500/192550), 2280 m ü.M., Schutthalde. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Rasen. |
| <i>Hedysarum obscurum:</i> | Gotschnagrat (783500/192550), 2280 m ü.M., Schutthalde. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Rasen. |
| <i>Hippocrepis comosa:</i> | Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer. Gotschnagrat (783500/192550), 2280 m ü.M., Schutthalde. |
| <i>Lotus alpinus:</i> | Ducantal (784050/17 050), 2280 m ü.M., Rasen. Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer, Weide. |
| <i>Oxytropis campestris:</i> | Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer. |
| <i>Oxytropis jacquinii:</i> | Grüenhorn (783100/192450), 2320 m ü.M., Weide. Gotschnagrat (783500/192550), 2280 m ü.M., Schutthalde. Sertig (784600/176650), 1880 m ü.M., Bachufer, Weide. |
| <i>Trifolium badii:</i> | Strela (779950/187280), 2350 m ü.M., Rasen. Gotschnagrat (783500/192450), 2200 m ü.M., Rasen, Weide. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Rasen. |
| <i>Trifolium nivale:</i> | Strela (779750/186950), 2400 m ü.M., Rasen. Gotschnagrat (783500/192450), 2200 m ü.M., Rasen, Weide. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Rasen. |
| <i>Trifolium thalii:</i> | Strela (779400/187150), 2520 m ü.M., exponierter Rasen. Gotschnagrat (783500/192550), 2280 m ü.M., Schutthalde. Bodmen (781200/174650), 2420 m ü.M., Wiese, Weide. |

Von **Silikat** (z.T. basenhaltig) wurden von folgenden Arten und aus folgenden Populationen Samen entnommen (Koordinaten nach Landeskarte 1:25000 Blatt 1196, 1197 und 1217):

- Anthyllis alpestris*: Grünturm (781200/188050), 2320 m ü.M., Rasen.
Astragalus alpinus: Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen.
Astragalus frigidus: Fanezmäder (780080/175180), 2080 m ü.M., Mäder.
Hedysarum obscurum: Fanezmäder (780080/175180), 2080 m ü.M., Mäder.
Hippocrepis comosa: Ducantal (784050/174980), 2200 m ü.M., Weide.
Fanezmäder (780080/175180), 2080 m ü.M., Mäder.
Lotus alpinus: Strela (779100/186950), 2560 m ü.M., Rasen.
Fanezmäder (780080/175180), 2080 m ü.M., Mäder.
Jakobshorn (784080/182990), 2570 m ü.M., Schutthalde.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen, Weide.
Vorder Latschüel (778910/186460), 2430 m ü.M., Rasen, Weide.
Dürrboden (790100/176870), 2060 m ü.M., Rasen, Weide.
Oxytropis campestris: Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Fels.
Schafläger (780550/188560), 2650 m ü.M., Fels.
Chörbsch Horn (777580/184800), 2600 m ü.M., Fels.
Oxytropis jacquinii: Schafläger (788550/188450), 2600 m ü.M., Schutthalde.
Dorfälli (781100/188750), 2410 m ü.M., Schutthalde.
Trifolium alpinum: Steintälli (779350/186900), 2420 m ü.M., Rasen.
Dürrboden (790100/176870), 2060 m ü.M., Rasen, Weide.
Jakobshorn (783920/182900), 2480 m ü.M., Rasen, Weide.
Vorder Latschüel (778910/186460), 2430 m ü.M., Rasen, Weide.
Chummerhüeli (776800/182820), 2580 m ü.M., Rasen.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen.
Trifolium badium: Felsenweg (780200/188250), 2380 m ü.M., Schutthalde.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen, Weide.
Dürrboden (790100/176870), 2060 m ü.M., Rasen, Weide.
Trifolium nivale: Chummerhüeli (776800/182820), 2580 m ü.M., Rasen.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen, Weide.
Dürrboden (790100/176870), 2060 m ü.M., Rasen, Weide.
Trifolium pallescens: Dürrboden (790100/176870), 2060 m ü.M., Rasen, Weide.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen, Weide.
Schafläger (780280/188230), 2650 m ü.M., Rasen, Weide.
Trifolium repens: Fanezmäder (780000/175300), 2005 m ü.M., Weide.
Clavadeler Alp (782150/182800), 1920 m ü.M., Rasen, Weide.
Chummerhüeli (776800/182820), 2580 m ü.M., Rasen.
Trifolium thalii: Strelaberg (778950/186900), 2600 m ü.M., Rasen.
Schafläger (788550/188450), 2600 m ü.M., Schutthalde.
Grünturm (781000/188000), 2440 m ü.M., Rasen, Weide.

Individuen von mehreren Arten wurden zur Samenproduktion aus den natürlichen Populationen in die Versuchsgärten nach Clavadel und nach Zürich gebracht und unter konkurrenzfreien Bedingungen kultiviert. Die Pflanzen wurden während langen Schönwetterperioden begossen und mit schattenspendenden Rolläden abgedeckt. Im Winter wurden sie mit Treibhausglas geschützt.

3.2. ÜBERBLICK ÜBER DIE DURCHGEFÜHRTEN VERSUCHE

Die gesammelten Samen der verschiedenen Leguminosenpopulationen wurden im Labor auf Gewicht und Anatomie untersucht.

In der Klimakammer wurden Keimversuche durchgeführt und Jungpflanzen über einige Zeit beobachtet.

In Feldversuchen wurden verschiedene Populationen auf den Skipisten ausgesät und Jungpflanzen ausgepflanzt. Der Boden und das Klima auf den Versuchsflächen wurde untersucht.

Die meisten Untersuchungen wurden während drei Jahren jährlich wiederholt (Tab. 2).

Tab. 2. Übersicht über die durchgeführten Versuche - *Trial series - an overview.*

| | Versuchsdurchführung | Untersuchungsgegenstand |
|--|----------------------|--|
| Untersuchungen im Labor | | |
| Samengewicht | 1988-1991 | alle Populationen |
| Samenanatomie | 1989 | alle Arten |
| Untersuchungen in der Klimakammer | | |
| Keimverhalten von unbehandelten und skarifizierten Samen | 1988-1991 | alle Populationen |
| Verschiedene Vorbehandlungen | 1989 | ausgewählte Arten |
| Tetrazoliumtest | 1990 | ausgewählte Arten |
| Keimung und Licht | 1990 | ausgewählte Arten |
| Keimung und Temperatur | 1990 | ausgewählte Arten |
| Keimung und Lagerung | 1988-1991 | ausgewählte Arten |
| Jungpflanzenentwicklung | 1989 | alle Arten |
| Jungpflanzenentwicklung mit Substratzugaben | 1990 | ausgewählte Arten |
| Untersuchungen im Feld | | |
| Bodenuntersuchungen | 1990 | planierte und unplanierte Skipiste auf Strela und Jakobshorn |
| Nährstoffuntersuchungen | 1989 | planierte und unplanierte Skipiste auf Strela und Jakobshorn |
| Klimamessung | Sommer, 1989 | Strela und Jakobshorn |
| Mikroklimamessung | 18./19.7.1989 | Strela |
| Aussaaten mit unbehandelten Samen | 1987-1991 | alle Arten, Strela und Jakobshorn |
| Aussaaten mit skarifizierten Samen | 1988-1991 | alle Arten, Strela und Jakobshorn |
| Aussaaten mit Curlex | 1987-1988 | alle Arten, Strela und Jakobshorn |
| Aussaaten mit Substrat | 1989-1990 | alle Arten, Strela und Jakobshorn |
| Screening-Versuch mit Substrat, Dünger und Abdeckungen | 1989 | ausgewählte Arten, auf dem Jakobshorn |
| Auspflanzungen | 1989 | ausgewählte Arten, Jakobshorn |
| Demographische Untersuchung | 1990 | ausgewählte Arten |

3.3. UNTERSUCHUNGEN IM LABOR

3.3.1. Samengewicht

Das Gewicht von 100 Samen wurde genau bestimmt. In allen durchgeführten Untersuchungen wurde das Gewicht der Samen festgehalten. So standen bei Abschluss der Versuche 10-120 Wägungen pro Population zur Verfügung.

3.3.2. Samenanatomie

Um die Samenanatomie näher zu beschreiben, wurden von den Samen aller untersuchten Arten Dünnschnitte hergestellt. Dazu wurden die Samen in Harz eingegossen und auf dem Handmikrotomtisch geschnitten. Die 20-30 µm dicken Schnitte wurden anschliessend unter dem Mikroskop abgezeichnet.

3.4. UNTERSUCHUNGEN IN DER KLIMAKAMMER

3.4.1. Kontrollierte Bedingungen bei den Keimungsversuchen

Die Keimungsversuche wurden in Petrischalen von 5 cm Durchmesser durchgeführt. Auf einer Schicht Filterpapier wurden pro Petrischale je 25 Samen verteilt. Von jeder Art wurden zwei Petrischalen mit Samen beobachtet. Für die Versuche wurden nur einwandfreie Samen verwendet. Die Petrischalen wurden in der Klimakammer während 100 Tagen mindestens zweimal pro Woche auf neue Keimlinge untersucht. Bei der Zählung wurden die Samen belüftet und mit entionisiertem Wasser versorgt.

In der Klimakammer herrschten während der ganzen Versuchsdauer folgende Bedingungen:

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Trockentemperatur : | Tag 20°C, Nacht 10°C |
| Feuchttemperatur : | Tag 17,3°C, Nacht 8,7°C |
| Feuchtigkeit : | 80% |
| Licht : | 16 Stunden |

Von allen Arten, die im Kapitel 3.1. aufgeführt sind, wurden Versuche mit skarifizierten Samen und unbehandelten Samen durchgeführt. Die Samen waren zum Zeitpunkt des ersten Versuchsbeginns rund drei Monate alt. Die Versuche wurden jährlich wiederholt.

Als Mass für den Keimungsverlauf wurde der Wert t_{75} verwendet (SCHÜTZ 1988). Dieser Wert bezeichnet den Tag, an welchem 75% der Samen gekeimt hatten, die am Versuchsende nach 100 Tagen insgesamt gekeimt haben. Beispiel: Keimungsrate nach 100 Tagen = 80%, $t_{75} = 22$ Tage bedeutet, dass am 22. Tag nach Versuchsbeginn bereits 60% der Samen gekeimt haben.

3.4.2. Verschiedene Methoden der Samenvorbehandlung

Da die Samen von Leguminosen in der Regel schlecht oder auch gar nicht keimen, wurden sie mit verschiedenen Methoden vorbehandelt, um die angeborene Keimruhe zu brechen. Folgende Vorbehandlungen wurden angewendet:

Heisses Wasser: Samen wurden zur Sprengung der Samenschale während weniger Sekunden in kochendes Wasser gehalten.

Schwefelsäure: Um die Samenschale aufzuweichen, wurden die Samen kurz in konzentrierte Schwefelsäure getaucht und anschliessend einige Minuten gewässert.

Mechanische Skarifikation: Mit dem Skalpell wurde jeweils ein Stück der Samenschale weggeschnitten oder weggeschält. Um den Embryo möglichst nicht zu verletzen, wurde jeweils ein Stück Samenschale auf dem Samenrücken (Fig. 7) entfernt.

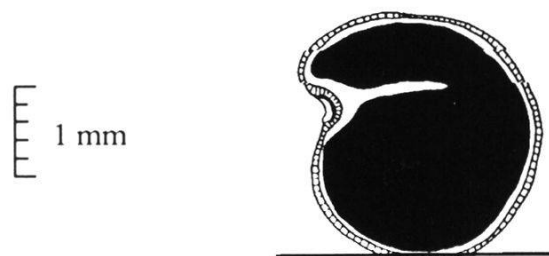


Fig. 7. *Trifolium alpinum*: Schnittstelle bei der Skarifikation mit dem Skalpell.
Trifolium alpinum: scarification carried out with a scalpel.

Gibberellinsäure (GA_3): Die Samen wurden in der Klimakammer mit in Wasser gelöster Gibberellinsäure (GA_3 Fluka 48880) vorinkubiert. In jede Petrischale wurde 10 ml 10^{-3} molare Gibberellinsäurelösung gegeben. Die Samen wurden während drei Tagen inkubiert. Anschliessend wurden die Samen in eine neue Petrischale überführt und wie die übrigen mit entionisiertem Wasser versorgt.

Kombinierte Faktoren (Skarifikation und Gibberellinsäure): Die Samen wurden mit dem Skalpell skarifiziert und anschliessend mit 10^{-3} M Gibberellinsäurelösung inkubiert. Nach drei Tagen wurde die Lösung durch Leitungswasser ersetzt.

3.4.3. Der Tetrazoliumtest

Durch einen Keimungstest nach einer mechanischen Skarifikation der Samenschale, lässt sich die Keimungsfähigkeit einer Samenprobe von Leguminosensamen sicher nachweisen (SCHÜTZ 1988, FLÜELER 1989). Durch den Tetrazoliumtest lässt sich dagegen die Lebensfähigkeit der Samen bestimmen. Eine Reihe von Arten wurde nun einerseits mit Tetrazolium getestet, andererseits wurden Keimversuche durchgeführt. Der Tetrazoliumtest ermöglicht eine Unterscheidung von lebenden und toten Samen: Die Samen müssen für einige Stunden in eine farblose Tetrazolium-Lösung (0.5 g 2,3,5-triphenyltetrazoliumchlorid in 200 ml Wasser) gelegt werden. Alle lebenden und aktiven Gewebe färben sich in dieser Zeit rot (MOORE 1973).

3.4.4. Einfluss des Lichtes und der Temperatur auf die Keimung

Bei Leguminosen scheint die harte Samenschale die hauptsächliche Ursache für die zum Teil recht ausgeprägte Keimruhe zu sein (SCHÜTZ 1988). Um die Wirkung der anderen, für die Keimung wichtigen Faktoren näher zu prüfen, insbesondere der Temperatur und des Lichtes, wurden an einigen ausgewählten Arten vielfältige Versuche durchgeführt. Die Keimung von skarifizierten Samen von *Trifolium badium*, *T. nivale*, *Astragalus frigidus* und *Oxytropis jacquinii* wurde bei verschiedenen Temperaturen und unterschiedlichen Lichtverhältnissen über 100 Tage geprüft.

Folgende Bedingungen wurden berücksichtigt:

1. Temperatur: Tag 20°C, Nacht 10°C, Licht :16 Stunden
2. Temperatur: Tag 20°C, Nacht 10°C, Dunkelheit
3. Temperatur: Tag 13°C, Nacht 4°C, Licht :16 Stunden
4. Temperatur: Tag 13°C, Nacht 4°C, Dunkelheit
5. Temperatur: 4°C, Dunkelheit
6. Temperatur: 0°C, Dunkelheit

3.4.5. Unterschiedliche Lagerung von Samen

Die Lagerfähigkeit von Samen ist bei einer trockenen Lagerung bei kühlen

Temperaturen am besten (COOK 1980). Im Boden, in feucht-kühler Umgebung, können dagegen Samen am längsten keimfähig bleiben (ROBERTS 1970). Um die Verhältnisse für alpine Leguminosen aufzuzeigen, wurden Samen von vier ausgewählten Leguminosenpopulationen auf unterschiedliche Arten gelagert:

1. Trockene Lagerung im Kühlschrank bei 4°C.
2. Trockene Lagerung von skarifizierten Samen im Kühlschrank bei 4°C.
3. Trockene Lagerung bei Zimmertemperatur von 20°C.
4. Lagerung der Samen, in einen Stoffsack eingenäht, im Boden vergraben.
Die Proben wurden auf der Strela in ca. 10 cm Tiefe eingegraben.

Proben dieser Samen wurden alle sechs Monate entnommen und in der Klimakammer auf die Keimfähigkeit und die Lebensfähigkeit überprüft.

3.4.6. Lebensfähigkeit von skarifizierten Samen

Die oben erwähnten vier Leguminosenarten wurden auch auf die Lebensfähigkeit von skarifizierten Samen geprüft. Die skarifizierten Samen wurden im Kühlschrank bei 4°C und bei Raumtemperatur gelagert. Alle sechs Monate wurde eine Probe in die Klimakammer gebracht und die gekeimten Samen gezählt.

3.4.7. Kontrollierte Bedingungen bei der Entwicklung der Jungpflanzen

Keimlinge aus den Petrischalen wurden zur weiteren Beobachtung in Root-rainer® (Spencer-Lemaire, Edmonton, Alberta) gepflanzt. Folgende Erdmischung wurde verwendet: 70% Torf, 12% Braunerde, 6% Sand und 10% Perlit. Keimlinge, die von Pflanzen abstammen, welche auf Karbonat wuchsen, wurden in Erde eingepflanzt, die mit Kalk auf pH 7 eingestellt wurde.

Die Jungpflanzen wurden in der Klimakammer 100 Tage lang beobachtet. Folgende konstante Bedingungen herrschten während der ganzen Versuchsdauer in der Klimakammer.

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Trockentemperatur: | Tag 17°C, Nacht 10°C. |
| Feuchttemperatur: | Tag 13,7°C, Nacht 7,4°C. |
| Feuchtigkeit: | 70% |
| Licht: | 16 Stunden |

Nach 10, 25, 50, 75 und 100 Tagen wurde jeweils ein durchschnittlich ent-

wickeltes Individuum zur Dokumentation gepresst. Die Reproduktionen entstanden durch Fotokopien und Retouchierung der Belegexemplare.

3.4.8. Jungpflanzenentwicklung in verschiedenen Substraten

Einige Keimlinge wurden in Schalen mit Feinerde von den Skipisten der Strela und des Jakobshorns aufgezogen. Als Vergleich wurden einige Roottrainer[®] mit kommerziellen Substraten angereichert: Terraverde[®] und TrioHum[®]. Es wurde jeweils eine geringe Menge der verschiedenen Substrate oberflächlich in den Schalen verteilt und zwar so, dass die Substratgabe etwa 1 kg Substrat/m² Oberfläche entsprach. (Vgl. Kap. 3.5.2.2.)

Auch diese Jungpflanzen wurden während 100 Tagen genau beobachtet.

3.5. UNTERSUCHUNGEN IM FELDE

3.5.1. Standortsuntersuchungen

3.5.1.1. Bodenuntersuchungen und Nährstoffanalysen

Auf den Skipisten der Strela und dem Jakobshorn wurde je ein Bodenprofil neben den Versuchsflächen gegraben. Als Vergleich wurde in der unplanierten, bewachsenen Skipiste in unmittelbarer Nähe je ein weiteres Bodenprofil angelegt. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- Aufnahme des Bodenprofils
- Feinerdeanteil in den verschiedenen Horizonten durch Sieben von luftgetrockneten Proben.
- Schluff- und Tonanteil durch die Sedimentationsanalyse nach Eisenwein
- pH- Wert in H₂O und CaCl₂-Suspension
- Phosphatgehalt nach Olsen
- Organischer und anorganischer Kohlenstoffgehalt, Stickstoffgehalt mit dem CNS-Analyser ANA 1500
- Protonengehalt
- Karbonatgehalt mit der Absorptionsmethode

3.5.1.2. Klimamessungen

Um das Klima auf der Strela und dem Jakobshorn besser charakterisieren und miteinander vergleichen zu können, wurden während der Sommermonate im Jahre 1989 je ein Temperaturhygrometer in einem Norm-Wetterhäuschen und

ein Regenschirm installiert. Die Stationen wurden jede Woche kontrolliert.

3.5.1.3. Temperaturmessungen mit der Rohrucker-Inversionsmethode

Die Wärmesumme, welche einer Pflanze während einer Vegetationsperiode zur Verfügung steht, stellt für ihr Wachstum einen wichtigen Wert dar. Mit Zuckerampullen wurde das exponentielle Temperaturmittel auf der Skipiste und in der Vegetation daneben in verschiedenen Höhen unter und über der Bodenoberfläche gemessen. Für jeden Monat wurden in 10 cm Tiefe, direkt unter der Bodenoberfläche, auf dem Boden, in 30 cm Höhe und in 1 m Höhe je fünf Zuckerampullen ausgelegt bzw. aufgehängt. Das Vorgehen erfolgte nach MARTI (1984). Die Temperaturextreme wurden mit einem Minimum-Maximum-Thermometer festgehalten.

3.5.1.4. Messung des Wassergehaltes

Im weiteren wurde der Wassergehalt der Skipiste auf der Strela, mit und ohne Curlex®-Auflage, und der Flächen unmittelbar daneben gemessen. Für die Pflanzen, speziell für die Keimlinge und Jungpflanzen, ist vor allem der unmittelbare Oberboden als Hauptwurzelraum zugänglich und für die Wasseraufnahme wichtig. Die Messung des Wassergehaltes wurde mit der Time Domain Reflectometrie Methode gemessen. Dabei wurde nach CERLETTI (1989) vorgegangen, um nur den Wassergehalt des Oberbodens zu erfassen.

3.5.1.5. Messung der Temperatur- und Strahlungswerte

Ein Tagesgang der Temperatur- und Strahlungswerte auf geschützter und ungeschützter Skipiste und der Vegetation daneben soll weitere Vergleichsmöglichkeiten eröffnen. Am 18./19. Juli 1989 wurden die Temperaturen und Strahlungswerte während 24 Stunden aufgezeichnet. Temperaturfühler (Thermistoren) wurden in 20 cm und 10 cm Tiefe, direkt unter der Bodenoberfläche und in 20 cm und 50 cm Höhe vor direkter Sonnenstrahlung geschützt installiert. Die Temperaturen wurden stündlich notiert. Mit einem IR-Messfühler (Infrarot-Oberflächenthermometer IT-330 von Tecam) wurde die Bodenoberflächentemperatur gemessen. Quantenfühler (Quantum Sensor Typ QS von Delta-T Devices Ltd.) messen in der gleichen Zeit die Strahlungswerte auf den drei Flächen und in 1m Höhe (Fig. 8).



Fig. 8. Versuchsanordnung auf der Strela am Messtag 18./19. Juli 1989.
Vordergrund: TDR- und Thermistorengerät; Hintergrund: Gestell mit Zuckerampullen.
Arrangement on Strela at the measuring day 18./19. July 1989.
Foreground: TDR- and thermistor device; background: rack with saccharose filled ampoules.

3.5.2. Feldaussaaten

3.5.2.1. Verwendete Substrate, Dünger und Abdeckmaterialien

In einigen Aussaaten wurde das Saatbeet speziell vorbehandelt, d.h. mit Dünger und/oder Substrat versetzt und zum Teil mit speziellem Abdeckmaterial geschützt.

Die folgenden Produkte kamen zum Einsatz: TrioHum® (Tongranulat, organische Masse 70%, ca. 7.5 kg/m² organischer Volldünger) ist ein handelsübliches Blumensubstrat auf Torfbasis. Pistaren® (Organische Masse 70%, 1-2% P, 3-4% K) wird speziell zu Begrünungszwecken hergestellt und besteht aus Pilzmycelen und erheblichen Düngerezusätzen. Terrarverde® (60% Komposterde, 40% Natürliche Faserstoffe, 5 kg/m² organischer Volldünger) wird aus Holzabfällen hergestellt und das Volg-Produkt besteht ebenfalls aus Holzabfällen und Kompost. Certoplant Royal® (8.5% N, 7% P, 10% K, 2% Mg) ist ein wurzelwirksamer Langzeitdünger. Curlex® ist ein Geflecht aus Pappelhohlwolle und die Jute-Abdeckung besteht aus einem widerstandsfähigen Geflecht von einzelnen Jutefasern. Die Holzwolle der Curlex®-Decke bildet eine

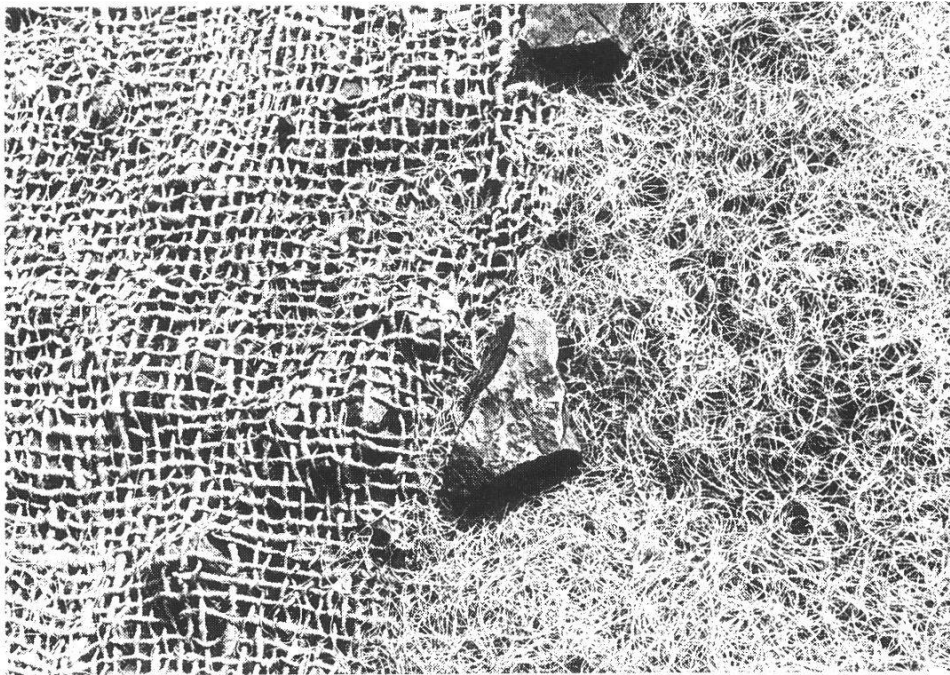


Fig. 9. Geschützte Aussaaten auf dem Jakobshorn.
Links: Jute-Abdeckung; rechts: Curlex[®]-Abdeckung.
Jakobshorn: Trial plots protected with geotextiles.
Left: jute blanket; right: Curlex[®] mat.

feine, dreidimensionale Struktur, in der sich ein eigenes Bestandesklima ausbilden kann. Die Jute-Decke ist dagegen widerstandsfähiger und liegt eng auf dem Untergrund auf (Fig. 9).

3.5.2.2. Einzelaussaaten

Die Feldversuche wurden auf Dolomit und auf Silikat durchgeführt. Auf beiden Substraten wurden auf planierten Skipisten Flächen angelegt. Frühlingsaussaaten wurden zwischen dem 4. und 15. Juli in den Jahren 1988, 1989 und 1990 angelegt. Spätsommersaaten wurden zwischen dem 15. September und dem 10. Oktober der Jahre 1987, 1988, 1989 und 1990 gemacht. Zur Aussaat gelangten skarifizierte und unbehandelte Leguminosensamen aus verschiedenen Populationen und aus verschiedenen Erntejahren. In den Aussaaten wurden jeweils 100 Samen einer Art ausgesät. Die Aussaaten fanden in Reinsaat statt. Für jede Art wurde innerhalb eines 1 m² grossen Aluminiumgitters Unterteilungen von 25x33 cm aus Kunststoff-Folie angefertigt (Fig. 10). Das Saatbeet wurde im Allgemeinen nicht vorbehandelt.

Nur bei wenigen Aussaaten wurde das Saatbeet vorbehandelt. In verschiedenen Serien wurden die Ansaaten zum Schutz vor intensiver Sonnenstrahlung

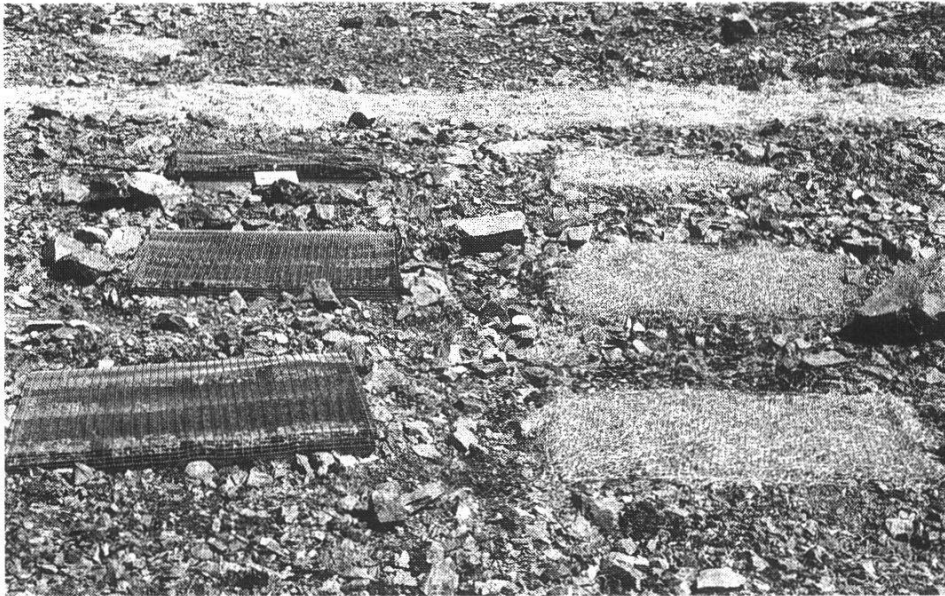


Fig. 10. Versuchsflächen auf dem Jakobshorn.

Links: Einzelaussaatflächen, die mit Aluminiumrähmen gesichert wurden. Rechts: Mit Curlex® geschützte Versuchsflächen.

Trial plots at Jakobshorn.

Left: open plot, protected with aluminium frame. Right: plot protected with Curlex® mat.

mit Curlex® abgedeckt (Fig. 10). Zum Vergleich wurden auch einige Flächen mit Substrat und Volldünger versehen. Es wurde jeweils 1 kg Tonsubstrat TrioHum® pro m² und 100 g Certoplant Royal® pro m² verwendet.

Alle Flächen wurden zweimal monatlich in den Sommermonaten Juli, August und September auf Vorkommen von neuen Keimlingen, Überleben und Entwicklung der Pflanzen kontrolliert. Belegexemplare wurden erst im Sommer 1991 gesammelt. Sie wurden zur Reproduktion fotokopiert und wenn notwendig retouchiert.

Samen aus 23 Populationen, die im Jahr 1988 gesammelt wurden, fanden in fast allen Aussaaten Verwendung (Tab. 3).

Unbehandelte Samen von all diesen Populationen wurden auf dem Jakobshorn und der Strela ausgesät. Für Versuche mit skarifizierten Samen und mit vorbehandeltem Saatbett wurden nur substratkompatible Populationen verwendet (Tab. 4).

Samen von 48 weiteren Populationen wurden in ergänzenden Einzelaussaaten verwendet. Es kam zum Teil auch älteres Samenmaterial und Material, das im Versuchsgarten Zürich geerntet wurde, zur Aussaat (Tab. 5).

Tab. 3. Herkunft der verwendeten Samen - *Origin of the seeds used in field trials.*

| Art | Herkunft der Samen | Bemerkungen |
|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| <i>Anthyllis alpestris</i> | Bodmen Ca | |
| <i>Astragalus alpinus</i> | Bodmen Ca | |
| | Grünturm Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Astragalus frigidus</i> | Gotschna Ca | keine Herbstaussaat 1990 |
| | Fanezmäder Si | keine Herbstaussaat 1990 |
| <i>Hedysarum obscurum</i> | Gotschna Ca | keine Herbstaussaat 1990 |
| | Fanezmäder Si | |
| <i>Hippocrepis comosa</i> | Fanezmäder Si | keine Herbstaussaat 1988, 1990 |
| <i>Lotus alpinus</i> | Sertig, H. d. Eggen Ca | |
| | Dürrboden Si | |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Sertig, H. d. Eggen Ca | |
| | Chörbsch Horn Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Gotschna Ca | keine Herbstaussaat 1988 |
| | Schafläger Si | |
| <i>Trifolium alpinum</i> | Jakobshorn Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Trifolium badium</i> | Bodmen Ca | keine Herbstaussaat 1988 |
| | Grünturm Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Trifolium nivale</i> | Gotschna Ca | |
| | Grünturm Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Trifolium pallescens</i> | Dürrboden Si | |
| <i>Trifolium repens</i> | Clavadeler Alp Si | keine Herbstaussaat 1988 |
| <i>Trifolium thalii</i> | Bodmen Ca | keine Herbstaussaat 1988 |
| | Grünturm Si | |

Tab. 4. Muster der Aussaaten der Proben von Karbonat- und Silikatpopulationen.

Seeding patterns in trial plots.

Samenvorbehandlung - *pretreatments*: un = unbehandelte Samen - *untreated seeds*., sk = skarifizierte Samen - *scarified seeds*.

Saatbeetbehandlung - *treatment of the soil*: Ob = ohne Behandlung - *no treatment*, Cu = Abdeckung mit Curlex® - *covered with Curlex® blankets*, S/D = Substrat und Düngerzugabe - *addition of substrate and fertilizer*.

| Aussaat | Karbonatpopulationen | | | Silikatpopulationen | | |
|-----------|----------------------|--------|----------|---------------------|--------|----------|
| | Aussaort | Samen | Saatbeet | Aussaort | Samen | Saatbeet |
| Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| Juli 1989 | Strela | sk, un | Ob, Cu | Jakobshorn | sk, un | Ob, Cu |
| | Jakobshorn | sk, un | Ob | Strela | sk, un | Ob |
| Sep. 1989 | Strela | un | S/D, Ob | Jakobshorn | un | S/D, Ob |
| | Jakobshorn | un | Ob | Strela | un | S/D |
| Juli 1990 | Strela | sk | S/D, Ob | Jakobshorn | sk | S/D, Ob |
| | Jakobshorn | sk | S/D | Strela | sk | S/D |
| Okt. 1990 | Strela, Jakobshorn | sk | S/D | Strela, Jakobshorn | sk | S/D |

Tab. 5. Ergänzende Einzelaussaaten - *Supplementary seeding*.

Samenvorbehandlung - *seed pretreatment*: un = unbehandelte Samen - *untreated seeds*, sk = skarifizierte Samen - *scarified seeds*.

Saatbeetbehandlung - *treatment of the soil*: Ob = ohne Behandlung - *no treatment*, Cu = Abdeckung mit Curlex® - *covered with Curlex® blankets*, S/D = Substrat- und Düngerzugabe - *addition of substrate and fertilizer*.

| Art | Herkunft | | Ernte | Aussaat | Ort | Samen | Saatbeet |
|-----------------------------|------------|----|-------|--------------|--------------------|--------|----------|
| <i>Anthyllis alpestris</i> | Schiawang | Ca | 1986 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| <i>Anthyllis alpestris</i> | Strela | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | un, sk | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Anthyllis alpestris</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk | S/D |
| <i>Astragalus alpinus</i> | Grünturm | Si | 1987 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | un, sk | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Astragalus frigidus</i> | Sertig | Ca | 1987 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| <i>Astragalus frigidus</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| <i>Hedysarum obscurum</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Sep. 1987 | Strela | ob | Ob |
| <i>Hippocrepis comosa</i> | Sertig | Ca | 1987 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| <i>Hippocrepis comosa</i> | Gotschna | Ca | 1988 | Juli 1989 | Strela | sk, un | Cu, Ob |
| | | | | | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| <i>Lotus alpinus</i> | Ducantal | Ca | 1985 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Lotus alpinus</i> | Sertig | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| <i>Lotus alpinus</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk | S/D |
| <i>Lotus alpinus</i> | Strelaberg | Si | 1985 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Sertig | Ca | 1985 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Sertig | Ca | 1987 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Grünturm | Si | 1986 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Grünturm | Si | 1987 | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| <i>Oxytropis campestris</i> | Grünturm | Si | 1988 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Grüenihorn | Ca | 1985 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Sertig | Ca | 1988 | Juli 1989 | Strela | sk, un | Cu, Ob |
| | | | | Juli 1989 | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| | | | | Sep. 1989 | Strela, Jakobshorn | un | S/D |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Schafläger | Si | 1987 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Schafläger | Si | 1988 | Juli 1989 | Jakobshorn | sk, un | Cu, Ob |
| | | | | Juli 1989 | Strela | sk, un | Ob |
| <i>Oxytropis jacquinii</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk | S/D |
| <i>Trifolium alpinum</i> | Steintälli | Si | 1985 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un | Ob |
| <i>Trifolium alpinum</i> | Dürrboden | Si | 1988 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Trifolium badium</i> | Felsenweg | Si | 1985 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un | Ob |
| <i>Trifolium badium</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Sep. 1987 | Strela | un | Ob |
| | | | | Juli 1988 | Strela | sk, un | Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un | Ob |

Tab. 5 (Forts. - continued)

| Art | Herkunft | Ernte | Aussaat | Ort | Samen | Saatbeet |
|-----------------------------|-------------|-------|---------|--------------|--------------------|------------|
| <i>Trifolium badium</i> | Grünturm | Si | 1987 | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium badium</i> | Zürich | Si | 1987 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium badium</i> | Dürrboden | Si | 1988 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Strela | Ca | 1985 | Sep. 1987 | Strela | un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | sk, un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium nivale</i> | Chummerh. | Si | 1987 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Grünturm | Si | 1987 | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Dürrboden | Si | 1988 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium nivale</i> | Clavadel | Si | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium pallescens</i> | Grünturm | Si | 1987 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un Ob |
| | | | | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium pallescens</i> | Schaffläger | Si | 1987 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| <i>Trifolium pallescens</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium repens</i> | Clavadel | Si | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium repens</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium thalii</i> | Strela | Ca | 1985 | Sep. 1987 | Strela | un Ob |
| <i>Trifolium thalii</i> | Gotschna | Ca | 1987 | Juli 1988 | Strela | sk, un Ob |
| <i>Trifolium thalii</i> | Fanez | Ca | 1988 | Sep. 1988 | Strela, Jakobshorn | un Ob |
| | | | | Sep. 1989 | Strela, Jakobshorn | un S/D, Ob |
| <i>Trifolium thalii</i> | Zürich | - | 1989 | Juli/Okt.'90 | Strela, Jakobshorn | sk S/D |
| <i>Trifolium thalii</i> | Strelaberg | Si | 1987 | Sep. 1987 | Jakobshorn | un Ob |
| | | | | Juli 1988 | Jakobshorn | sk, un Ob |

3.5.2.3. Mischaussaaten

1989 wurden auf dem Jakobshorn einige Mischsaatflächen angelegt, die mit verschiedenen kommerziellen Substraten, Dünger und Abdeckmaterialien behandelt wurden (Tab. 6). Auf 19 Quadratmeterflächen wurde je 3 g einer einheitlichen Saatmischung aus verschiedenen *Trifolium*-Arten (*T. alpinum*, *T. badium*, *T. nivale*, *T. pallescens*, *T. repens* und *T. thalii*) ausgesät. Dies entspricht etwa einer Menge von 1800 Samen. Von den verschiedenen Substraten wurde jeweils 1kg und 5 kg/m² oberflächlich ausgestreut. Zur Anwendung kamen die Substrate Pistaren[®], Terraverde[®], TrioHum[®] und das Begrünungssubstrat der Volg. Wo zusätzlich Dünger verwendet wurde, wurde 100 g Certoplant Royal[®]/m² ausgestreut. Zur Abdeckung wurde teilweise Curlex[®] und Jute verwendet. (Beschreibung dieser Materialien siehe Kap. 3.5.2.2).

Die aufgelaufenen Keimlinge und überlebenden Jungpflanzen wurden einmal pro Monat im Sommer 1990 und 1991 ausgezählt.

Tab. 6. Muster der verschiedenen Saatbeetvorbehandlungen in den Mischsaatflächen. Mengenangaben in Kilogramm pro m².

Pretreatments of the experimental plots seeded with mixed material. Quantities given in kilogram per m².

| Fläche Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|------------|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Triohum | - | - | 1 | - | - | - | - | 5 | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| Terraverde | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Pistaren | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - |
| Volg | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Certoplant | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Curlex | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + | + | + | + | + |
| Jute | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - | - | - | - |

3.5.2.4. Auswertung und Definitionen

Die statistischen Berechnungen und Auswertungen erfolgten mit dem Softwarepaket Stat View™ auf Apple Macintosh.

Folgende Daten wurden in den Feldbeobachtungen berücksichtigt:

Saataufgang % = Anzahl beobachteter Keimlinge in % der Anzahl ausgesäter Samen.

Sterblichkeit % = Anzahl abgestorbener Keimlinge und Jungpflanzen in % der gesamten Anzahl beobachteter Keimlinge.

Überleben % = Anzahl vorhandener Individuen in % der Anzahl potentiell möglichen Individuen zur Zeit der Kontrolle. Beispiel: Bei 100 ausgesäten Samen und einer Überlebensrate von 36%, sind von potentiell möglichen 100 Individuen, 36 zur Zeit der Kontrolle auf der Fläche vorhanden.

3.5.3. Auspflanzungen

Um die Auswirkung des Untergrundes auf die Jungpflanzen verschiedener Populationen charakterisieren zu können wurde einige Jungpflanzen die aus Samen von Silikat- und Karbonatpopulationen hervorgegangen waren, im Jahr 1989 auf dem Jakobshorn ausgepflanzt. Die Jungpflanzen waren im Frühjahr aus Samen in der Klimakammer gekeimt und waren zum Zeitpunkt der Auspflanzung rund 100 Tage alt. Sie wurden in Rootainers® mit Gartenerde aufgezogen. Von jeder Population wurden zwei Flächen von 1 m² mit insgesamt 40 Individuen angelegt und mit Curlex® geschützt (Tab. 7). In einer Hälfte der Flächen wurde im Juli des Jahres 1990 100 g Certoplant Royal®/m² zugegeben.

Die ausgepflanzten Individuen wurden monatlich auf Überleben, Entwicklung neuer Triebe (Ramets) und Blütenbildung geprüft.

Tab. 7. Auspflanzung September 1989 auf dem Jakobshorn auf Silikat. Herkunft des Samenmaterial.

Planting in September 1989 at Jakobshorn, on silicate. Origin of the seed material

| Art | Herkunft der Samen | Substrat |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| <i>Lotus alpinus</i> | Sertig, Hinter den Eggen | Kalk |
| <i>Lotus alpinus</i> | Dürrboden | Silikat |
| <i>Trifolium badium</i> | Bodmen | Kalk |
| <i>Trifolium badium</i> | Grünturm | basenhaltiger Silikat |
| <i>Trifolium nivale</i> | Gotschna | Kalk |
| <i>Trifolium nivale</i> | Grünturm | basenhaltiger Silikat |
| <i>Trifolium pallescens</i> | Dürrboden | Silikat |
| <i>Trifolium repens</i> | Clavadeler Alp | Silikat |
| <i>Trifolium thalii</i> | Bodmen | Kalk |
| <i>Trifolium thalii</i> | Grünturm | basenhaltiger Silikat |

3.5.4. Zur Untersuchung der Populationsdynamik, Demographie

Vier Leguminosenpopulationen (*Trifolium badium* auf dem Grünturm, *Trifolium thalii* auf den Fanezmädern, *Astragalus frigidus* auf dem Gotschnagratt und *Oxytropis jacquinii* im Sertig) wurden in Bezug auf die Populationsdichte, Blühintensität, Samenproduktion und die Samenbank im Boden untersucht. Im Areal der Population wurden je 10 m² zufällig ausgewählt. In diesen Quadratmetern wurden die folgenden Daten aus dem Lebenszyklus der Populationen erhoben:

- Populationsdichte (Pflanzen pro m²)
- Dichte der Blütenstände pro m² (Anzahl Blütenstände pro Pflanze)
- Anzahl der produzierten Samen pro m² (tote/lebensfähige Samen)
- Anzahl der Samen im Boden pro m²

Die Anzahl der Samen im Boden wurde durch das Ausstechen einer Probe von 5 cm Durchmesser innerhalb des untersuchten Quadratmeters bestimmt. Die Bodenprobe wurde ausgesiebt und die gefundenen Samen auf die Fläche von einem Quadratmeter hochgerechnet. Diese Untersuchungen wurden Ende September 1990 durchgeführt. Die Resultate stellen eine Momentaufnahme dar. Das Verhalten der vier Arten kann in den verschiedenen Jahren sicherlich stark schwanken. Genauere Untersuchungen wären hier äusserst interessant.