

Hochlagenbegrünung mit standortgerechtem Saatgut

Ergebnisse des EU-Forschungsprojektes ALPEROS

Dr. Bernhard KRAUTZER¹, Dr. Giovanni PERATONER², Dr. Wilhelm GRAISS¹, Dr. Martin GREIMEL¹

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein,
A-8952 Irdning, Österreich

² Autonome Provinz Bozen, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg,
I-39040 Auer, Italien

Gekürzte Fassung eines Artikels, erschienen im Tagungsband zum Internationalen Seminar „Ingenieurbiologie in der Wildbachverbauung und im Erosionsschutz“, 23.-27. Mai 2005, Bozen, 16 S., im Druck

Zusammenfassung

Unter der Leitung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde 1999 das EU-Projekt ALPEROS (FAIR CT98-4024) unter Teilnahme von Forschergruppen und Firmen aus Österreich, Italien, Deutschland und der Schweiz gestartet. Ein Netz von 8 Versuchsflächen wurde im gesamten Alpenraum etabliert. Im Rahmen statistisch exakter Parzellenversuche wurde der gängige Stand der Technik bei Hochlagenbegrünungen im Vergleich zu hochwertigen Applikationstechniken und standortgerechten Saatgutmischungen bewertet. Ausreichender Erosionsschutz war im ersten Jahr nur bei genügender Abdeckung des Oberbodens mit Mulchmaterial zu erreichen. Die Wahl der Saatgutmischung war für das Erosionsgeschehen in diesem Zeitraum nicht von Bedeutung. Die Verwendung von Deckfrüchten brachte in hohen Lagen keine nennenswerten Vorteile. Im Vergleich aller Versuchsflächen bot der erreichte Vegetationsdeckungsgrad nur bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen ausreichenden Erosionsschutz und dabei erwies er sich als signifikant besser als derjenige der verwendeten Standardmischung. Ertrag und Energiekonzentration standortgerechter Schipistenbegrünungen waren mit Werten von Almflächen vergleichbar. Im Regelfall war eine einmalige Düngung zur Aussaat ausreichend, um eine stabile Vegetationsdecke zu erreichen. Eine Pflege durch Mahd oder Beweidung war ebenfalls nicht notwendig.

Einführung

Vor mehr als fünfzehn Jahren begannen in Österreich Bemühungen, die Erfolgsaussichten von Begrünungen in Hochlagen durch die Verwendung von hochwertigen Techniken und standortgerechten Saatgutmischungen zu verbessern (KRAUTZER et al. 2001; LICHTENEGGER 2003). Von Forschungsanstalten wie der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein oder der ehemaligen Landesanstalt Rinn (HOLAUS 1996; HOLAUS und PARTL 1996) wurden erste Versuche unternommen, neue Standards für die Begrünung in Hochlagen, insbesondere nach baulichen Maßnahmen im Bereich von Schipisten und

Aufstiegshilfen sowie von Wildbach- und Lawinenerverbauungen (Zedlacher 2004) zu entwickeln. Interessierte Forschungsgruppen in den umliegenden Alpenländern wurden auf diese Aktivitäten aufmerksam und nahmen Kontakt auf, erste Kooperationen wurden gestartet. Zwischenzeitlich wurde mit der ersten kommerziellen Produktion von standortgerechten Arten begonnen. Unter der Leitung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde 1999 ein internationales EU-Projekt unter Teilnahme von weiteren Forschergruppen und Firmen aus Österreich (Amt der Tiroler Landesregierung, Kärntner Saatbau), Italien (Provinz Pordenone, Provinz Vicenza), Deutschland (Universität Kassel) und der Schweiz (Verein für Hochlagenbegrünung) gestartet. Ziel war es, erstmalig einen wissenschaftlich exakten Vergleich zwischen dem üblichen Stand der Technik, hochwertigen Applikationstechniken und standortgerechtem Saatgut zu ermöglichen.

Auf 8 verschiedenen Standorten, in Höhenlagen von 1.230 m bis 2.350 m wurden wissenschaftlich exakte Parzellenversuche nach einem einheitlichen Design angelegt. Auf jedem Standort wurden dabei verschiedene Begrünungstechniken und Saatgutmischungen verglichen. Der gängige Stand der Technik wurde einheitlich als einfache Hydrosaat in üblicher Rezeptur, mit einer Kombination aus Mineral- und Langzeitdünger, definiert. Als Vergleichstechnik wurden je nach Standort unterschiedliche Methoden der Oberbodenabdeckung (Strohdecksaat, Heudecksaat, Strohmatten, Geotextilien) gewählt. Als Standard-Saatgutmischung wurde die in Österreich für die Begrünung höherer Lagen meistverkaufte Handelsmischung, bestehend aus Saatgut von Arten der Tieflagen, ausgewählt. Als Vergleich wurde, je nach Bodeneigenschaften und Höhenlage, eine passende Mischung aus subalpinen und alpinen Gräsern, Leguminosen und Kräutern zusammengestellt (Tabelle 1). Die Saatmenge betrug für beide Saatmischungen 15 g/m². Alle Versuchsflächen wurden über mehrere Jahre beobachtet. Die wissenschaftlichen Daten aller Standorte wurden zentral gesammelt und ausgewertet. Gleichzeitig wurden am Versuchsstandort Hochwurzen (1.835 m) mit Hilfe einer mobilen Erosionsmessanlage unterschiedliche Begrünungstechniken auf ihr Erosionsverhalten in den Wochen nach der Ansaat untersucht. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Petzenkirchen wurde im Jahr 2002 ein zusätzlicher, statistisch exakter Erosionsversuch mit Hilfe einer Regen-Simulationsanlage (STRAUSS et al. 2000) auf dem Standort Hochwurzen durchgeführt. Alle Begrünungen wurden nur einmal, zur Anlage, mit üblichen Aufwandsmengen gedüngt. Bei der Erhebung und Auswertung der Daten wurden sowohl ökonomische (z.B. Begrünungskosten, Dünge- und Pflegeaufwand) als auch ökologische Aspekte (z.B. Ausdauer, Erosionsgefahr, Standortseignung, Artenzahl) beachtet.

Arten	Vorkommen	Vegetationsstufe			Ausgangsgestein		Feuchtigkeit	
		montan	subalpin	alpin	Silikat	Karbonat	trocken	nass
Gräser								
<i>Avenella flexuosa</i>	weltweit	+	+	+	+	-	+	(-)
<i>Bellardiochloa variegata</i>	Mittel-/Südeuropa	-	+	+	+	(-)	(+)	(+)
<i>Briza media</i>	Europa	+	(+)	-	+	+	+	(+)
<i>Bromus inermis</i>	Europa, Asien, Nordamerika	+	(-)	-	+	+	+	(-)
<i>Deschampsia cespitosa</i>	weltweit	+	+	+	+	+	(-)	+
<i>Festuca nigrescens</i>	Europa	+	+	+	+	+	+	+
<i>Festuca picturata</i>	Mitteleuropa	-	+	+	+	+	+	(+)
<i>Festuca pseudodura</i>	Mitteleuropa	-	(+)	+	+	(-)	+	(-)
<i>Festuca supina</i>	Nord-/Mitteleuropa	-	+	+	+	(-)	+	(-)
<i>Festuca varia s.str.</i>	Zentraleuropa	(-)	+	+	+	(-)	+	-
<i>Koeleria pyramidata</i>	Europa	+	+	-	(-)	+	+	-
<i>Phleum hirsutum</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	+	+	(-)	+	+	(-)
<i>Phleum rhaeticum</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	+	+	+	(+)	(+)	+
<i>Poa alpina</i>	Europa, Sibirien, Nordamerika	(+)	+	+	(+)	+	+	(+)
Leguminosae								
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Mittel-/Südeuropa	+	(+)	-	(-)	+	+	-
<i>Anthyllis vulneraria ssp.alpestris</i>	Mittel-/Südeuropa	+	+	+	(-)	+	+	-
<i>Trifolium pratense ssp.nivale</i>	Mittel-/Südeuropa	-	+	+	+	(+)	(+)	+
Kräuter								
<i>Achillea millefolium s.l.</i>	Europa, Sibirien	+	+	(+)	(+)	+	(+)	(+)
<i>Leontodon hispidus s.l.</i>	Europa	+	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)

Arten	Vorkommen	Resistenz gegen				
		Düngung	Schnitt	Beweidung	Futterwert	Narbdichte
Gräser						
<i>Avenella flexuosa</i>	weltweit	(-)	-	(-)	-	(-)
<i>Bellardiochloa variegata</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)
<i>Briza media</i>	Europa	(+)	+	(+)	(+)	+
<i>Bromus inermis</i>	Europa, Asien, Nordamerika	+	+	(-)	(+)	(+)
<i>Deschampsia cespitosa</i>	weltweit	+	(+)	+	-	(+)
<i>Festuca nigrescens</i>	Europa	+	+	+	(+)	+
<i>Festuca picturata</i>	Mitteleuropa	+	+	(+)	(+)	+
<i>Festuca pseudodura</i>	Mitteleuropa	(+)	-	(+)	-	(+)
<i>Festuca supina</i>	Nord-/Mitteleuropa	(+)	(-)	+	-	+
<i>Festuca varia s.str.</i>	Zentraleuropa	(-)	-	-	-	(+)
<i>Koeleria pyramidata</i>	Europa	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)
<i>Phleum hirsutum</i>	Mittel-/Südeuropa	+	+	+	(+)	+
<i>Phleum rhaeticum</i>	Mittel-/Südeuropa	+	+	+	+	+
<i>Poa alpina</i>	Europa, Sibirien, Nordamerika	+	+	+	+	(+)
Leguminosae						
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	(-)	(+)	(-)	-
<i>Anthyllis vulneraria ssp.alpestris</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	(-)	(+)	(-)	-
<i>Trifolium pratense ssp.nivale</i>	Mittel-/Südeuropa	(+)	+	+	+	(-)
Kräuter						
<i>Achillea millefolium s.l.</i>	Europa, Sibirien	+	+	+	(+)	(+)
<i>Leontodon hispidus s.l.</i>	Europa	(+)	(+)	+	(+)	(-)

Tabelle 1: Wesentliche Begrünungseigenschaften der untersuchten Arten (nach KRAUTZER et al. 2004)
 Legende: + = sehr gut, (+) = gut, (-) = schlecht, - = sehr schlecht

Ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung des Begrünungserfolges lag im Erreichen einer Bodendeckung von mehr als 70 %, welche nach gängigen wissenschaftlichen Untersuchungen die Untergrenze für ausreichenden Erosionsschutz in Hanglagen darstellt (STOCKING und ELWELL 1976; MOSIMANN 1984). Zusätzlich wurden vergleichende Erhebungen zu Dünge- und Pflegebedarf, Ertragsfähigkeit sowie Futterwert der Begrünungen durchgeführt (KRAUTZER et al. 2003). Detaillierte Informationen zu diesem Forschungsprojekt können auch unter www.alperos.org eingeholt werden.

Alpines Klima, Grenzen der Rekultivierung in Hochlagen

Es sind viele Beziehungen zwischen der Änderung der klimatischen Faktoren in Abhängigkeit von der Höhenlage bekannt (OZENDA 1988; ELLENBERG 1996). Als Faustzahlen gelten die Beziehungen, dass die Temperatur um 0,6°C und die

Vegetationszeit um eine Woche pro hundert Höhenmeter abnehmen. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auf jedem Versuchsstandort eine Wetterstation installiert und wesentliche Klimaparameter wie Luft- und Bodentemperaturen, Niederschlag und Wind gemessen (Abbildung 1). Die Frostperiode wurde als Beginn und Ende des Zeitraumes mit Durchschnittstemperaturen über bzw. unter 0°C definiert, der Beginn der Vegetationsperiode wurde als Periode mit Tagesmitteln über 5°C festgelegt. Auf den Standorten wurden zusätzlich phänologische Daten von Alpenrispe und Alpenrotschwengel erhoben. Die tatsächliche Vegetationsperiode in 2.000 m beträgt zirka 60 Tage netto (TAPPEINER 1996). Die Tage mit wuchsfeindlichen Temperaturen mit eingerechnet, konnten auf den Versuchsflächen in 2.000 m etwa 100 Vegetationstage erreicht werden, in 2.200 m noch 80 und in 2.400 m nur mehr knapp unter 70 Tage. Nachdem Gräser etwa 4 Wochen brauchen, um nach Blühbeginn die Samenreife zu erreichen, zeigt die Grafik, dass die verfügbare Zeit nach der Blüte für den Alpenrotschwengel in Seehöhen über 2.200 m nicht mehr ausreicht, um reife Samen auszubilden (BLASCHKA et al. 2005). Die Alpenrispe erreicht diese Grenze erst in ca. 2.400 m. Diese Beziehungen spiegeln auch sehr gut die natürlichen Verbreitungsgrenzen der genannten Arten wider und bedeuten, dass man in diesen Seehöhen auch die Grenzen der Begrünbarkeit mit Saatgutmischungen erreicht. In Seehöhen von 2.000 bis 2.400 m sollte daher in der Praxis nach Möglichkeit in Kombination mit natürlichen Vegetationsteilen vom Standort begrünt werden (WITTMANN und RÜCKER 1999). Darüber hinaus sollten Eingriffe und Begrünungen prinzipiell vermieden werden.

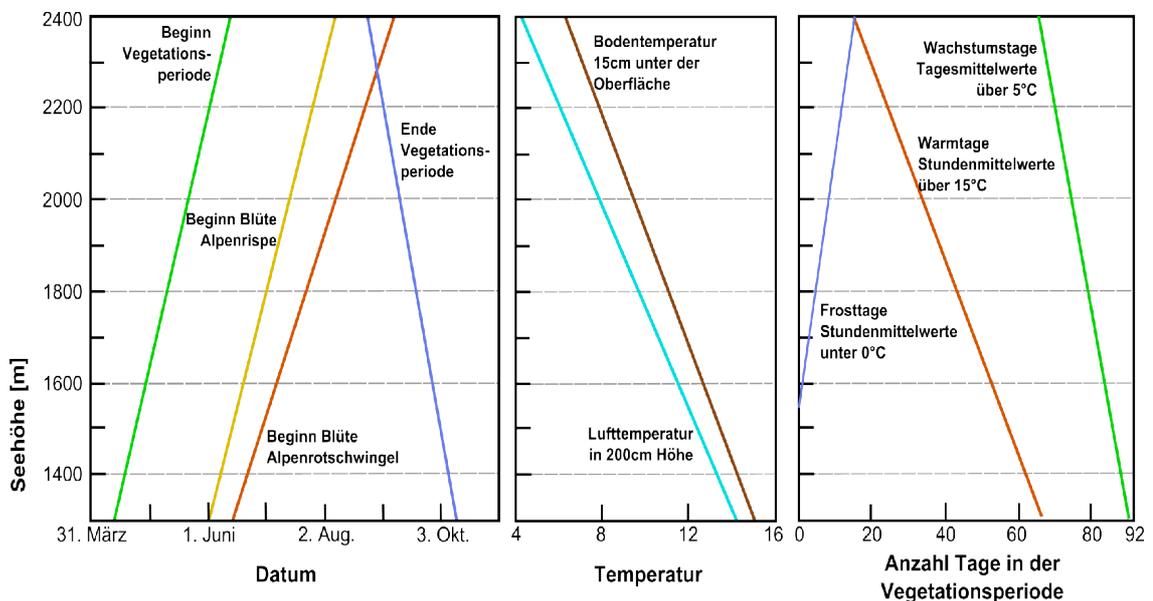


Abbildung 1: Ausgesuchte Wachstumsparameter und phänologische Daten in Abhängigkeit von der Seehöhe

Begrünungstechnik, Saatgutmischung und Erosionsverhalten

In einer Reihe von Versuchen mit einer mobilen Erosionsanlage wurde die Beziehung zwischen Begrünungstechnik und Erosionsverhalten in den Jahren 1999 bis 2002 beobachtet. Der Oberflächenabfluss sowie der Bodenabtrag wurden in Abhängigkeit von den natürlichen Niederschlagsverhältnissen des Standortes geprüft. Über die gesamte Vegetationsperiode wurden Niederschlagsmenge und -verteilung sowie Oberflächenabfluss und Bodenabtrag gemessen. Um die Ergebnisse verschiedener Jahre miteinander vergleichbar zu machen, wurden die Werte auf eine Referenzmenge von 500 mm Niederschlag bezogen. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich von Handsaat, Handsaat mit Deckfrucht (Sommerroggen, 5-7 g/m²) sowie Hand- und Hydrosaat mit Abdeckung des Oberbodens durch eine Mulchschicht, in diesem Fall eine Strohmatte. Es kann deutlich beobachtet werden, dass bei Verwendung einer Mulchdecke sowohl erhöhte Oberflächenabflüsse als auch nennenswerte Bodenabträge vermieden werden konnten. Im Vergleich zeigen die Varianten ohne Abdeckung des Oberbodens einen fast 20-mal höheren Oberflächenabfluss und einen fast 40- bis mehr als 100-mal höheren Bodenabtrag. Wobei zu beachten ist, dass die Messwerte immer in Bezug zur Niederschlagsmenge, -verteilung und -intensität zu interpretieren sind und daher einzelne Jahresergebnisse nur begrenzt miteinander verglichen werden dürfen.

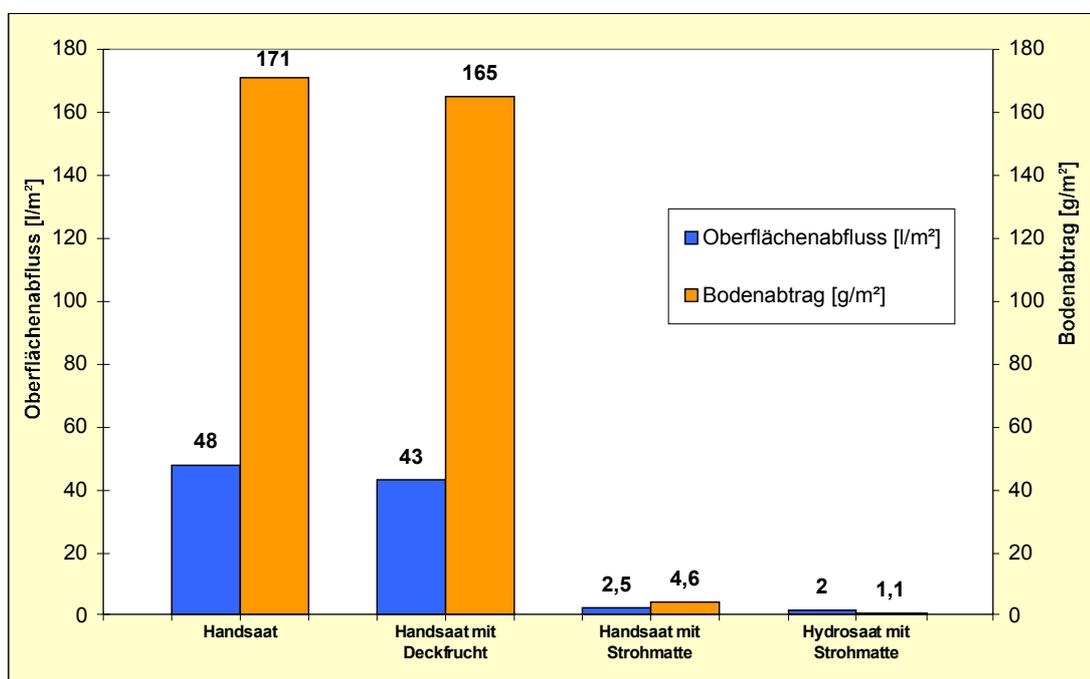


Abbildung 2: Oberflächenabfluss und Bodenabtrag ausgesuchter Begrünungsvarianten im Verhältnis zu 500 mm Niederschlag

Diese Ergebnisse bestätigen diejenigen anderer Versuche. Bei Erosionsmessungen im Erosionsgebiet Meran 2000 (Südtirol, 2.000 m Seehöhe) wurden Stroh- und Heumulchsaaten mit Handsaaten in Kombination mit Staudenroggen als Deckfrucht verglichen. Auch bei diesen Versuchen betrug Oberflächenabfluss und Bodenabtrag

der Deckfruchtvarianten ein Vielfaches der Versuchspartzen mit Abdeckung des Oberbodens (GRAISS 2000; FLORINETH 2000). Der deutlich bessere Erosionsschutz bei Abdeckung des Oberbodens durch so unterschiedliche Materialien wie Heu, Stroh und Strohmatten kann durch die schützende Wirkung des organischen Materials erklärt werden. Dabei wird die (kinetische) Energie der Regentropfen abgebaut und das Wasser sickert langsam in den Boden. Dadurch werden die Bodenaggregate vor Zerstörung bewahrt. Die Kapillaröffnungen des Bodens verschlammten nicht und deutlich höhere Wassermengen können in den Boden einsickern (RICKSON 1995). Wenn keine Abdeckung des Oberbodens mit Mulchmaterial vorhanden war, zeigten standortgerechte und schnellwüchsige Saatgutmischungen in den ersten 4 bis 8 Wochen nach der Ansaat vergleichbar schlechtes Erosionsverhalten. Die abschließenden Erosionsversuche mit der Regen-Simulationsanlage an unterschiedlichen Saatgutmischungen zeigten im vierten Vegetationsjahr, bei ausreichender Bodendeckung aller getesteten Varianten von 70 bis 90 % keine nennenswerten Bodenabträge.

Wann ist eine Saatgutmischung standortgerecht?

In einigen Bundesländern ist die im Jahr 2000 veröffentlichte „Richtlinie für standortgerechte Begrünungen“ (www.oeag-gruenland.at) eine wichtige Grundlage für Ausschreibungen und Vertragsbestimmungen im Zusammenhang mit der Wiederbegrünung nach baulichen Maßnahmen (KRAUTZER et al. 2000). Dieses Regelwerk definiert sowohl den Begriff „Standortgerecht“ als auch die Mindestkriterien einer solchen Begrünungsmischung für den Einsatz in Hochlagen (im Sinne der Richtlinie nicht oder nur extensiv genutzte Flächen, die im Ostalpenraum über einer Seehöhe von 1.600 m und in den Zentralalpen über 1.800 m liegen). Hochlagensaatgut ist Saatgut, das zumindest 60 Gewichtsprozent an Arten enthält, deren ausschließlicher oder Hauptlebensraum im Bereich der Hochlagen liegt (Hauptkomponenten); die verbleibenden 40 Gewichtsprozent müssen aus Arten zusammengesetzt sein, die in der Natur zumindest auch in jener Höhenlage wachsen können, in der die Begrünungsmaßnahmen geplant sind (Nebenkomponenten). Weiters müssen Mischungen aus mindestens 5 Arten zusammengesetzt sein, der Anteil einer einzelnen Art darf 40 Gewichtsprozent nicht überschreiten (Tabelle 2). Leguminosen müssen im Ausmaß von mindestens 10 Gewichtsprozent in Hochlagensmischungen enthalten sein. Alle Begrünungsmischungen, die diesen Kriterien entsprechen, sind standortgerecht im Sinne der Richtlinie.

Hauptkomponenten:

Alpenlieschgras	Buntschwingel	Lägerrispe	Schneeklee
Alpenrispengras	Drahtschmiele	Rasenschmiele	Alpenwundklee
Alpenrotschwingel	Felsenschwingel	Violetterispe	
Behaartes Lieschgras	Kurzschwingel	Violettschwingel	

Nebenkomponenten:

Kammgras	Wiesenlieschgras	Schafgarbe	Schwedenklee
Rotschwingel	Wiesenrispe	Rauer Löwenzahn	Weißklee
Rotstraußgras		Hornklee	Wundklee

Tabelle 2: Haupt- und Nebenkomponenten, die derzeit im Handel erhältlich sind

Ökologische Wertigkeit der Saatgutmischungen

Auf sechs verschiedenen Standorten wurde die Entwicklung der Vegetation aus standortgerechten Saatgutmischungen und der verglichenen Handelsmischung über einen Zeitraum von vier Jahren beobachtet (siehe Abbildung 3). Die einzelnen Arten wurden, entsprechend ihrer ökologischen Verbreitung in Hauptkomponenten, Nebenkomponten und standortsfremde Arten (siehe weiter oben) gruppiert und der Anteil der einzelnen Gruppen in Prozent der Gesamtdeckung angegeben.

Beurteilt man die Entwicklung der Gesamtdeckung im Durchschnitt aller Versuchsstandorte, erreicht die Handelsmischung etwas über 60 % Gesamtdeckung. Im vierten Vegetationsjahr konnte noch immer nicht die als Zielwert für das Erreichen erosionsstabiler Verhältnisse formulierte Grenze von 70 % Deckung erreicht werden. Mehr als 24 % der gemessenen Gesamtdeckung entfiel dabei auf standortsfremde Arten (mit deren Ausfall kurz- bis mittelfristig gerechnet werden muss), 29 % auf Nebenkomponten und 15 % auf Hauptkomponenten. Die standortgerechten Begrünungsmischungen hatten durchschnittlich schon in der Mischungszusammensetzung einen Anteil von knapp 90 Gewichtsprozenten an Haupt- und Nebenkomponten. Im letzten Beobachtungsjahr 2002 betrug ihr Deckungsanteil in der Vegetation über 70 % bei einer im Vergleich zur Handelsmischung signifikant besseren Gesamtdeckung von 79 %. Der Anteil der Hauptkomponenten blieb im Vergleich zum Anteil in der Ausgangsmischung bei ca. 50 % stabil. Damit erreichten die standortgerechten Begrünungsmischungen eine im Vergleich deutlich stabilere Grasnarbe, bessere Ausdauer sowie einen damit verbundenen nachhaltigen Erosionsschutz.

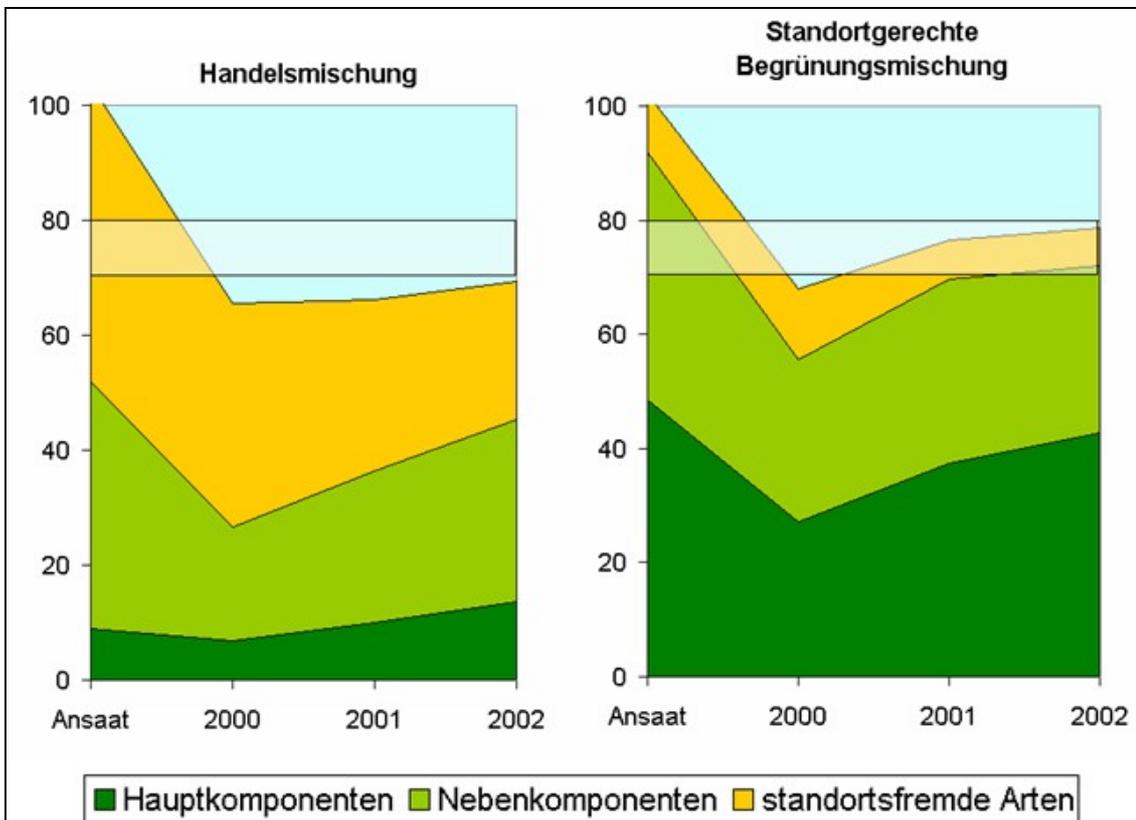


Abbildung 3: Gesamtdeckung in Prozent und Anteil der ökologischen Gruppen im Vergleich einer kommerziellen mit einer standortgerechten Begrünungsmischung (Ansaat = Mischungszusammensetzung in Gew.%)

Ein wesentlicher Faktor für die Beurteilung der langjährigen Stabilität einer Begrünung liegt in der Fähigkeit, sich nach Narbenverletzungen wieder schnell zu regenerieren und entstandene Lücken zu schließen. Das vegetative Wachstum ist in Hochlagen relativ gering (GRABHERR et al. 1987). Die Samenausbreitung aus den Nachbarpflanzen und das Vorhandensein von Diasporenmaterial im Boden sind daher ein wichtiger Faktor zur schnellen Regeneration der Vegetationsdecke im Fall von Narbenschäden. Soll dies ohne zusätzlichen Pflegeaufwand in Form von Düngung und Nachsaat erfolgen, müssen die Pflanzen die Fähigkeit besitzen, reife, keimfähige Samen auszubilden. Im Rahmen des Projektes wurde die Reproduktionsfähigkeit aller verwendeten Arten beobachtet (Abbildung 4). Die Untersuchungen auf verschiedenen Standorten und Höhenlagen zeigten deutlich, dass Niederungsarten über 1.800 m Seehöhe praktisch nicht mehr reproduktionsfähig sind. Die meisten alpinen Arten hingegen konnten bis in Seehöhen von 2.400 m noch keimfähige Samen ausbilden.

Standort		Sudelfeld	Piancavallo	Hochwurzen	Gerlos	St. Anton
Seehöhe		1230	1435	1830	2280	2350
Alpen-Rispengras	<i>Poa alpina</i>					
Horst-Rotschwingel	<i>Festuca nigrescens</i>					
Braunklee	<i>Trifolium badium</i>					
Schneeklee	<i>Trifolium nivale</i>					
Alpenlieschgras	<i>Phleum alpinum</i>					
Echter Wundklee	<i>Anthyllis vulneraria</i>					
Rot-Straußgras	<i>Agrostis capillaris</i>					
Wiesen-Lieschgras	<i>Phleum pratense</i>					
Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>					
Schwedenklee	<i>Trifolium hybridum</i>					
Weißklee	<i>Trifolium repens</i>					

Samenreife erreicht
 Samenreife nicht erreicht
 Art nicht beobachtet

Abbildung 4: Fertilität ausgesuchter Arten in Abhängigkeit von der Seehöhe

Düngung und Pflege

Bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen war mit Ausnahme eines Versuchsstandortes eine einmalige Düngung zur Aussaat zum Erreichen und Erhalten einer stabilen Vegetationsdecke mit mehr als 70 % Bodendeckung ausreichend. Nur in diesem Ausnahmefall waren weitere Düngemaßnahmen für einen zufrieden stellenden Rasenschluss ratsam. Um eine ausreichend dichte Vegetationsdecke bei Verwendung der gewöhnlichen Handelsmischung zu erreichen, wären ständige teure und ökologisch fragwürdige Düngemaßnahmen notwendig gewesen. Standortgerechte Saatgutmischungen zeigten diese Bedürfnisse nicht. Neben den geringeren Ansprüchen an die Nährstoffversorgung kam den subalpinen und alpinen Leguminosen eine wesentliche Funktion zu. In den Hochlagen sind sie in der Lage, einen wesentlichen Beitrag zur Stickstoffkreislauf zu leisten (Jacot et al. 2000a; Jacot et al. 2000b). Bei Bestandesanteilen zwischen 8 % und 25 % konnten sie den restlichen Pflanzenbestand ausreichend mit Stickstoff versorgen und damit zur Stabilität dieser Pflanzenbestände beitragen.

Auf allen Standorten wurde eine Variante untersucht, bei der die Vegetation aus standortgerechten Saatgutmischungen über den gesamten Untersuchungszeitraum von vier Vegetationsjahren nicht geschnitten wurde. Auf allen im Projekt untersuchten Standorten führte das Auslassen sämtlicher Pflegemaßnahmen zu keinerlei

Abstickungserscheinungen oder sonstigen Beeinträchtigungen. Der Vegetationsdeckungsgrad dieser Variante blieb bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes befriedigend. In der Praxis ermöglicht dies bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen eine starke Rücknahme der notwendigen Pflegemaßnahmen, was besonders bei Begrünungen im Rahmen von Wildbach- und Lawinenverbauungen gewünscht wird.

Ertrag und Futterwert

Guter Ertrag und Futterwert sind auf landwirtschaftlich genutzten Begrünungsflächen wesentliche Kriterien für eine ausreichende Akzeptanz der Landwirte. Die Ertragsfähigkeit der untersuchten Flächen nahm mit zunehmender Seehöhe ab. Die erzielbaren Erträge waren aber mit denen von Almflächen durchaus vergleichbar (PÖTSCH et al. 1998). So konnten mittelfristig bei dem beschriebenen Düngenniveau keine großen Unterschiede zwischen Handelsmischung und Alpinmischung gefunden werden. Sowohl der Biomasse- als auch der Energieertrag des Futters waren bei den beschriebenen Bedingungen vergleichbar. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen von Versuchen zur Rekultivierung nach Wald- Weidetrennungen mit standortgerechten Saatgutmischungen (GRAISS 2004).

Schlussfolgerungen für die Praxis

Prinzipiell sollte man zwischen kurzfristigen und langfristigen Begrünungszielen unterscheiden. Das wesentliche kurzfristige Ziel liegt im Erreichen eines schnellen Erosionsschutzes. Je höher gelegen der Standort und je größer die Hangneigung und der Feinerdeanteil, desto dichter sollte dafür auch die Vegetationsdecke sein. Eine ausreichende Vegetationsdeckung kann in Hochlagen frühestens erst ab der zweiten Vegetationsperiode erreicht werden. Das heißt, dass unabhängig von der Zusammensetzung einer Saatgutmischung, auch bei hohem Düngeraufwand, kein ausreichender Erosionsschutz im ersten Jahr erreicht werden kann bzw. Erosionsschäden nur mit Wetterglück nicht entstehen. Ausreichender Schutz im ersten Vegetationsjahr ist daher nur durch den Einsatz einer ausreichend effizienten Begrünungstechnik zu erreichen. Eine eventuell notwendige Abnahme solcher Begrünungen kann daher frühestens im zweiten Vegetationsjahr erfolgen.

Die Abdeckung des Oberbodens mit Mulchmaterial ist in Hanglagen sowie Hochlagen prinzipiell notwendig, um erhöhte Oberflächenabflüsse sowie Erosion zu vermeiden. Es können dabei unterschiedliche Materialien wie Stroh, Heu, Erosionsschutzmatten oder Geotextilien zum Einsatz kommen. Entscheidend für die Wahl des Materials sind Verfügbarkeit, Logistik, Kosten, aber auch die eventuelle Notwendigkeit eines zusätzlichen Schutzes gegen mechanische Belastungen des Oberbodens. Bei der Verwendung von Heu soll wegen der Gefahr des Einbringens unerwünschter Samen kein Material vom ersten Schnitt verwendet werden. Zu dicke Mulchschichten können zum Absticken der Keimlinge führen, zu dünne erhöhen das Erosionsrisiko. Die Verwendung von Deckfrüchten oder auch „Ammengräsern“ als Deckfruchtersatz bringt in hohen Lagen keine nennenswerten Vorteile. Die herrschenden schlechten Boden- und Klimabedingungen hemmen auch bei kräftiger Düngung eine schnelle Entwicklung dieser Arten. Deckfrüchte können daher nicht die Verwendung von Mulchmaterial

ersetzen.

Die Wahl der Saatgutmischung ist für das Erosionsgeschehen in den ersten 6 bis 8 Wochen nach der Ansaat weit weniger von Bedeutung als allgemein geglaubt wird. In mehreren Versuchen konnten keine nennenswerten Unterschiede zwischen schnellwüchsigen Handelsmischungen und langsamwüchsigen standortgerechten Mischungen gefunden werden. In beiden Fällen war die Erosionsanfälligkeit viel zu hoch. Im Hinblick auf die Entwicklung einer ausreichend dichten, stabilen, ausdauernden und pflegeleichten Vegetation und somit auf einen langfristigen Erosionsschutz ist die Verwendung einer hochwertigen standortgerechten Saatgutmischung eine Voraussetzung).

Das wesentliche langfristige Begrünungsziel liegt in der Etablierung einer widerstandsfähigen, pflegeleichten, ausdauernden Vegetation. Dieses Ziel lässt sich durch die Verwendung einer standortgerechten Saatgutmischung relativ mühelos erreichen. Zusätzlich soll der vorhandene Oberboden am Beginn der baulichen Aktivitäten sorgsam abgezogen und gelagert werden. Das darin enthaltene Diasporenmaterial sowie die verbliebenen Vegetationsteile ermöglichen die Wiederbesiedlung mit Arten vom ursprünglichen Standort (PERATONER 2003). Eine weitere Möglichkeit besteht im Abheben von Rasenziegeln oder größeren Vegetationsstücken und dem Wiederausbringen auf die Planie. Die Zwischenräume sollen mit einer Mulchsaat begrünt werden. Solcherart humusschonend wiederbegrünte Flächen zeigen im Vergleich deutlich besseres Wasseraufnahmevermögen. Erhaltene und wieder aufgebrachte standortgerechte Vegetation führt auch zu stabileren Pflanzenbeständen. Zusätzlich muss man beachten, dass der Einsatz von Saatgutmischungen nur bis in Höhenlagen von 2.200 bis 2.400 m relativ klaglos funktioniert. In diesem Grenzbereich der Begrünbarkeit kann eine Kombination von standortgerechter Vegetation mit Saatgut noch Erfolg bringen. Darüber hinaus sollte jeder Eingriff vermieden werden.

Bei Verwendung standortgerechter Saatgutmischungen ist im Regelfall eine einmalige Düngung zur Aussaat zum Erreichen einer stabilen Vegetationsdecke mit mehr als 70 % Bodendeckung ausreichend. Nur im Ausnahmefall sind weitere Düngemaßnahmen für einen zufrieden stellenden Rasenschluss notwendig. Nur standortgerechte Gräser und Kräuter können in Hochlagen noch reife Samen ausbilden, welche mit einer wesentlichen Grundlage für langlebige, ausdauernde Pflanzenbestände aus solchen Begrünungen sind. Narbenverletzungen können so wieder rasch zuwachsen.

Standortgerechte Leguminosen sichern eine ausreichende Stickstoffversorgung der Gräser und sind ein wesentlicher Bestandteil ausdauernder Begrünungsmischungen. Sorgfältig ausgeführte Begrünungen mit standortgerechtem Saatgut können bei Bedarf, auch ohne Gefahr des Abstickens oder sonstiger Beeinträchtigungen, pflegefrei gestellt werden. Dies ermöglicht eine starke Rücknahme der notwendigen Pflegemaßnahmen, was besonders bei Begrünungen im Rahmen von Wildbach- und Lawinenverbauungen gewünscht wird.

Standortgerechte Saatgutmischungen sind teurer als Saatgutmischungen von Arten der Tieflagen. Bei mittelfristigem Vergleich ist durch Einsparungen bei Aussaatmenge,

Düngung, Nachbesserung und Pflege jedoch eine deutliche Kostenersparnis möglich.

Literatur

- BLASCHKA A., GRAISS W. and KRAUTZER B. (2005). "Climatic limitations for the use of seed mixtures in alpine environments", *International Workshop of the GfÖ Specialist Group Restoration Ecology*, Justus-Liebig-University, Giessen, 7.-9. April 2005, 18.
- ELLENBERG H. (1996). "Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen" Ulmer, Stuttgart, 1095.
- FLIRI F. (1974). "Niederschlag und Lufttemperatur im Alpenraum", *Wissenschaftliche Alpenvereinshefte*, Heft 24, UB Innsbruck, 36.
- FLORINETH F. (2000). "Neue Ansaatmethoden zur Begrünung von Erosionszonen über der Waldgrenze", *Interpraevent*, Tagungspublikation, Band 2, 17-28.
- GRABHERR G., MAIR A. und STIMPFL H. (1987). "Wachstums- und Reproduktionsstrategien von Hochgebirgspflanzen und ihre Bedeutung für die Begrünung von Schipisten und anderen hochalpinen Erosionsflächen", *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, Band 15, 183-188.
- GRAISS W. (2000). "Erosionsschutz über der Waldgrenze - Vergleich verschiedener Ansaatmethoden mit Heu und Deckfrucht", *Diplomarbeit*, Universität für Bodenkultur, 121.
- GRAISS W., (2004). "Rekultivierung nach Waldweidetrennung unter Berücksichtigung produktionstechnischer, vegetationsökologischer und landschaftsplanerischer Aspekte", *Veröffentlichung*, Heft 41, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 104.
- HOLAUS K. (1996). "Verbesserung und Erhaltung der Hochlagenvegetation durch Düngungsmaßnahmen", *Teil 2, Der Alm- und Bergbauer* 46, 194-207.
- HOLAUS K. und PARTL C. (1996). "Verbesserung und Erhaltung der Hochlagenvegetation durch Düngungsmaßnahmen", *Der Alm- und Bergbauer* 46, 136-148.
- JACOT K. A., LÜSCHER A., NÖSBERGER J., HARTWIG U. A. (2000a). "Symbiotic N₂ fixation of various legume species along an altitudinal gradient in the Swiss Alps", *Soil Biology and Biochemistry* 32, 1043-1052.
- JACOT K. A., LÜSCHER A., NÖSBERGER J. und HARTWIG U. A. (2000b). "The relative contribution of symbiotic N₂ fixation and other nitrogen sources to grassland ecosystems along an altitudinal gradient in the Alps", *Plant and Soil* 225, 201-211.
- KRAUTZER B., BOHNER A., PARTL C, VENERUS S. and PARENTE G. (2001). "New approaches to restoration of alpine ski slopes, Organic Grassland Farming", *International Occasional Symposium of the European Grassland Federation, Grassland science in Europe*, Vol. 6, Witzenhausen, 193-196.
- KRAUTZER B., PARENTE G., SPATZ G., PARTL C., PERATONER G., VENERUS S., GRAISS W., BOHNER A., LAMESSO M., WILD A. und MEYER J. (2003). "Seed propagation of indigenous species and their use for restoration of eroded areas in the Alps" *Final report CT98-4024*, BAL Gumpenstein, Irdning, 78.
- KRAUTZER B., PERATONER G. und BOZZO F. (2004). "Standortgerechte Gräser und Kräuter", *Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein*, 111.
- KRAUTZER, B., H. WITTMANN & F. FLORINETH (2000) *Richtlinie für standortgerechte Begrünungen*, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland(ÖAG), c/o HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning. 29 S. <http://www.surenet.info/surenet/download/regelwerk.pdf>
- LICHTENEGGER E. (2003). "Hochlagenbegrünung unter besonderer Berücksichtigung der Berasung und Pflege von Schipisten", *Ausgabe in Deutsch und Englisch*, Eigenverlag Pflanzensoziologisches Institut Lore Kutschera, 9020 Klagenfurt, 207.

- MOSIMANN T. (1984). "Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen durch Schipistenbau", Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 12, 167-176.
- OZENDA P. (1988). "Die Vegetation der Alpen - im europäischen Gebirgsraum" Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 353.
- PERATONER G. (2003). "Organic seed propagation of indigenous species and their use in ecological restoration of ski runs in mountain regions", Dissertation, Kassel University Press, Kassel, 240.
- PÖTSCH E.M., BERGLER F. und BUCHGRABER K. (1998). "Ertrag und Futterqualität von Alm- und Waldweiden als Grundlage für die Durchführung von Wald-Weide-Trennverfahren – Bewertungsmodelle", 4. *Alpenländisches Expertenforum*, BAL Gumpenstein, 95-109.
- RICKSON R. J. (1995). "Simulated vegetation and geotextiles". In: R. P. C. Morgan, R. J. Rickson (Hrsg.): Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach, E & FN Spon, London, 95-131.
- STOCKING M. A. und ELWELL H. A. (1976). "Vegetation and Erosion - A review", *Scottish Geographical Magazine* 92, 4-16.
- STRAUSS P., PITY J., PFEFFER M. und MENTLER A. (2000). "Rainfall simulation for outdoor experiments". In: P. Jamet, J. Cornejo (Hrsg.): Current research methods to assess the environmental fate of pesticides, INRA Editions, S. 329-333.
- TAPPEINER, U., (1996). "Ökologie des alpinen Rasens – Grenzen der Begrünung" In: *Rasen-Turf-Gazon*, 27, 36-40.
- WITTMANN, H. und RÜCKER T. (1999). "Rekultivierung von Hochlagen" Laufener Seminarbeitrag, Bayer. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, 69-78.
- ZEDLACHER D. (2004). "Technisch-biologische Stabilisierung von Erosionsflächen, "Wildbach- und Lawinenverbau", c/o Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Imst, Heft Nr. 151, 24-35.