

GenErhalt

Ex-situ-Erhaltung der pflanzengenetischen Vielfalt des österreichischen Extensivgrünlands (Grünland-Genbank)



Impressum

Projektnehmerin: HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Autoren: Graiss, W., Gassner-Speckmoser, K., Gaier, L., Krautzer, B.

Abteilung für Vegetationsmanagement im Alpenraum

Adresse: Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

Projektleiter: Dr. Wilhelm Graiss, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

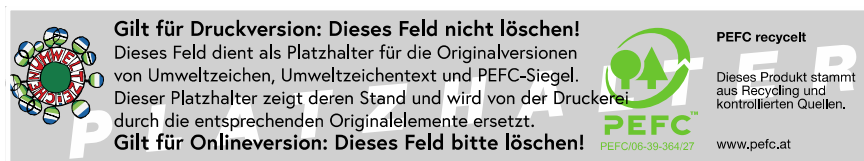
Tel.: +43 (0)3682/22451-345

E-Mail: wilhelm.graiss@raumberg-gumpenstein.at

Projektlaufzeit: 2014 - 2023

1. Auflage

Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Irdning-Donnersbachtal, 2023. Stand: 14. Dezember 2023

Inhalt

Zusammenfassung	4
Summary	5
Einleitung	6
Material und Methoden	8
Sammlung, Verarbeitung und Einlagerung	10
Reproduktion in Einzelpflanzenanlagen.....	11
Lagerung – Kühl- bzw. Gefrierlagerung.....	16
Ergebnisse	18
Langzeitlagerung – Genbankagenden der HBLFA	25
Schlussfolgerungen	27
Tabellenverzeichnis.....	29
Abbildungsverzeichnis.....	30
Literaturverzeichnis	31
Anhang	34

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts GenErhalt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde von 2014 bis 2023 die genetische Diversität von Grünlandarten durch Sammlung und Konservierung von Samen aus Wildpopulationen gesichert. Mit einer veränderten Anbaustrategie, welche die Parzellengröße signifikant vergrößerte, wurde eine effizientere Saatgutproduktion ermöglicht, die eine rasche Vermehrung für die landwirtschaftliche bzw. naturschutzfachliche Nutzung unterstützt.

Vorhandenes Material aus früheren Akzessionen wurde sorgfältig geprüft und für die Langzeitkonservierung vorbereitet, einschließlich Keimfähigkeitstests und der Reproduktion ausgewählter Herkünfte. Die erfolgreiche Vermehrung begann mit einem Vorziehen in Pflanzschalen im Folientunnel, gefolgt von der Anlage von Einzelpflanzen, wobei das gewonnene Material nach gründlicher Prüfung und Trocknung in das Langzeitlager überführt wurde. Zusätzlich fanden in Kooperation mit Naturschutzbehörden der Länder weitere Sammlungen statt, die zur umfangreichen Genbank beitrugen und Österreichs Engagement für den Erhalt der Biodiversität stärken.

Die Ergebnisse des Projekts, die langfristige Sicherung von 529 regionalen zertifizierten Pflanzenakzessionen, wurden in die nationale Genbank Österreichs integriert und tragen durch die Etablierung und Verwendung von zertifizierten, regionalen Wildpflanzensaatgut in unterschiedlichen Mischungen zu genetischen Erhaltung der Biodiversität im Grünland bei.

Summary

During the project conducted by HBLFA Raumberg-Gumpenstein from 2014 to 2023, the genetic diversity of grassland species was preserved through the collection and conservation of seeds from wild populations. A modified cultivation strategy, which significantly increased the size of the plots, enabled more efficient seed production that supports rapid multiplication for agricultural and conservation use.

Existing material from previous accessions was carefully inspected and prepared for long-term conservation, including germination tests and the reproduction of selected origins. The successful propagation began with pre-growing in planting trays within foil tunnels, followed by the establishment of individual plants. The resulting material, after thorough examination and drying, was transferred to long-term storage. In addition, further collections were made in cooperation with the conservation authorities of the federal states, contributing to the extensive gene bank and strengthening Austria's commitment to biodiversity conservation.

The results of the project, the long-term safeguarding of 529 regional certified plant accessions, were integrated into Austria's national gene bank and contribute to the genetic conservation of biodiversity in grassland through the establishment and use of certified, regional wild plant seeds in different mixtures.

Einleitung

Die umfassende Sicherung des genetischen Materials regionaler (semi-) extensiver Grünlandarten ist von entscheidender Bedeutung für den langfristigen Erhalt der genetischen Vielfalt in Österreich. Die genetische Diversität vieler Grünlandpflanzen ist aufgrund von Intensivierung und Übernutzung stark gefährdet. Zusätzlich zur Bedrohung durch den Klimawandel, der Veränderungen in den Standortbedingungen und Lebensräumen mit sich bringt, wird die ursprüngliche genetische Vielfalt auch durch die weit verbreitete Nachsaat von Zuchtsorten in allen natürlichen Lebensräumen immer weiter eingeschränkt. Die verbleibenden Populationen mit einzigartigem autochthonem Genmaterial sind oft nur noch fragmentarisch vorhanden und werden durch die genetische Drift von intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen sowie die Veränderungen in den Beständen aufgrund des Klimawandels zunehmend verdrängt (Ford-Lloyd et al., 2011, Prather et al., 2013, Höfner et al., 2022).

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, ist ein mehrschichtiger Ansatz notwendig, der sowohl die In-situ-Konservierung, also den Schutz der Pflanzen in ihrem natürlichen Lebensraum, als auch die Ex-situ-Erhaltung, wie die Lagerung von Samen in Genbanken, umfasst. In-situ-Schutzmaßnahmen beinhalten die Ausweisung und das Management von Schutzgebieten, die eine repräsentative Auswahl an genetischen Ressourcen des Grünlands enthalten. Diese Gebiete müssen sorgfältig verwaltet werden, um die Bedingungen für das Überleben und die natürliche Evolution der Pflanzenarten zu erhalten und zu verbessern (Wilkinson, 2001)

Parallel dazu spielt die Ex-situ-Konservierung eine wichtige Rolle, indem sie ein genetisches "Backup" bietet. Genbanken sammeln und lagern Samen oder andere pflanzliche Gewebe, um die genetische Information für zukünftige Renaturierungsprojekte, Forschung und als eine Absicherung gegen Katastrophen zu bewahren (Bischoff et al., 2010, Breed et al., 2013, Bucharova et al., 2017, Pedrini et al., 2020). Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein beherbergt eine solche Genbank: strategisch angelegte Sammlungen von lokalem Saatgut von Gräsern, kleinkörnigen Leguminosen und Kräutern, die gezielt aus bestehenden natürlichen Populationen gesammelt wurden (Krautzer u. Graiss 2015).

Darüber hinaus sind Erziehungs- und Sensibilisierungsprogramme für Landwirte, Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit entscheidend, um das Bewusstsein für die Bedeutung des Erhalts der genetischen Vielfalt zu schärfen und die Unterstützung für entsprechende

Maßnahmen zu stärken. Forschung, insbesondere in den Bereichen Genetik und Ökologie, ist unerlässlich, um das Verständnis der komplexen Interaktionen zwischen Grünlandpflanzen und ihren Umgebungen zu vertiefen und um effektive Erhaltungsstrategien zu entwickeln (Kölliker et al., 2009, Sgrò et al., 2011).

Um die genetische Vielfalt des Grünlands zu erhalten, ist auch die Förderung und Anwendung von traditionellen Bewirtschaftungsmethoden, wie extensive Beweidung, wichtig. Diese Praktiken fördern nicht nur eine reichhaltige Biodiversität, sondern erhalten auch das landschaftliche Erbe und bieten wertvolle Ökosystemdienstleistungen (Flynn et al., 2009, Krautzer et al., 2010, Krautzer et al. 2018, Scotton et al., 2012).

Material und Methoden

Im Rahmen des Projektes wurde begonnen, Saatgut landwirtschaftlich wichtiger Grünlandgräser, -kräuter und Leguminosen in ausgewählten Lebensraumtypen der naturräumlichen Großeinheiten Österreichs zu besammeln (nach G-Zert Vorgaben 2012, Krautzer et al, 2023).

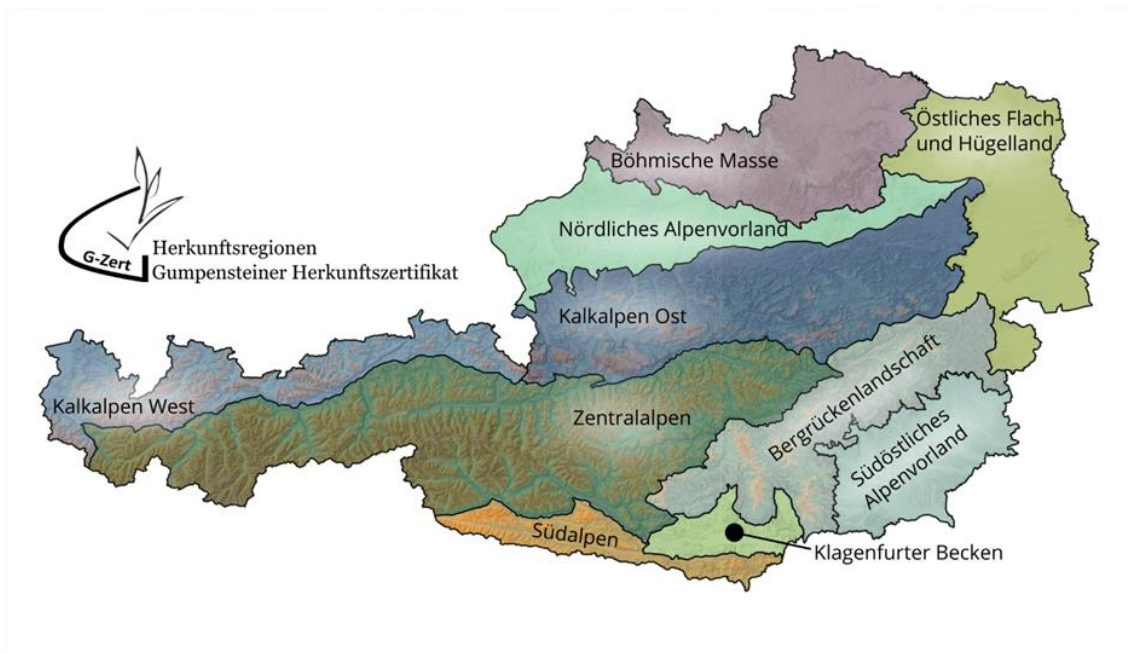


Abbildung 1: Naturräumliche Großeinheiten Österreichs (Umweltbundesamt 2008, Krautzer et al, 2023)

Die naturräumlichen Großeinheiten, auch Ursprungsgebiete genannt, weisen in wiederkehrenden Raummustern besondere Charakteristika hinsichtlich ihrer Geologie, Geomorphologie und Raumnutzung sowie der dort vorkommenden Arten und Lebensräume auf, die sich deutlich von angrenzenden Großeinheiten unterscheiden (Miller et al., 2011, Durka et al., 2017). Für die Erstellung der Karte für Österreich wurde Bezug auf die Gliederung des Umweltbundesamtes genommen, die für das Gumpensteiner Herkunftszertifikat im Zusammenhang mit diesem Projekt angepasst wurde. Als Entnahmeort wurden Freilandbestände mit natürlich aufgekommenen, nicht angepflanzten, heimischen Wildpflanzen ausgewählt, in denen das Saatgut geerntet wurde.

Abbildung 2 zeigt das Ökogramm, das zur Charakterisierung der Sammelorte verwendet wird. Es ist eine zweidimensionale Grafik, die zeigt, wie verschiedene Lebensraumtypen nach Feuchtigkeitsgehalt und Nährstoffgehalt kategorisiert werden können. Auf der horizontalen Achse wird der Nährstoffgehalt des Bodens von "niedrig" bis "hoch" skaliert. Auf der vertikalen Achse wird der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens von "trocken" bis "nass" skaliert. In der Grafik sind verschiedene Grünlandtypen in dieser Matrix positioniert, die aufgrund ihrer typischen Feuchtigkeits- und Nährstoffbedingungen kategorisiert werden. Ganz links in der Grafik, bei niedrigem Nährstoffgehalt und geringer Feuchtigkeit, finden sich Trockenrasen und Steppenrasen. In der Mitte, bei mittlerem Nährstoffgehalt und Feuchtigkeitsgehalt, gibt es Wiesenarten wie Kammgraswiesen und Goldhafer-Bergwiesen. Ganz rechts, bei hohem Nährstoffgehalt, werden intensiv genutzte Grünlandtypen wie Intensivgrünland platziert. Das Diagramm stellt auch die Intensität der Bewirtschaftung oder Pflege dar, die von "extensiv" über "semi-extensiv" bis hin zu "intensiv" reicht. Dies wird durch die Farbschattierungen von Grün nach Braun dargestellt, wobei die dunkleren Grüntöne eine intensivere Bewirtschaftung und die helleren Grüntöne eine weniger intensive Bewirtschaftung anzeigen.

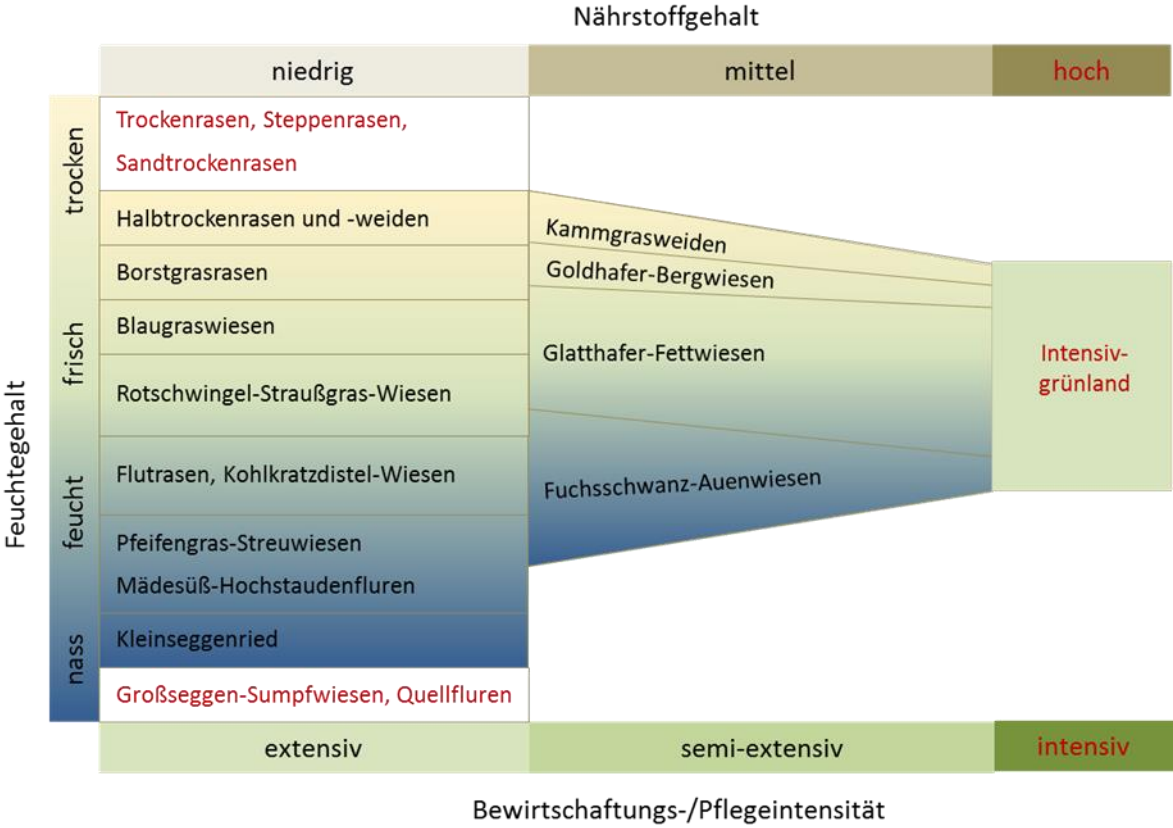


Abbildung 2: Ökogramm zur Charakterisierung der Sammelorte

Für den Aufbau von Saatgutvermehrungen muss das Material von mindestens 50 Wildpflanzen einer Art geerntet werden, um die genetische Vielfalt einer des Sammelstandorts zu erhalten. Der Spenderbestand soll dabei mindestens 100 Individuen einer Art enthalten.

Auf den Versuchsflächen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden die Sammlung reproduziert und ex-situ im Gefrierlager der HBLFA gesichert. Dies dient in erster Linie dem Erhalt der genetischen Vielfalt, die durch Nach- und Übersaat mit einheitlichem Saatgut sehr stark gefährdet ist.

Sammlung, Verarbeitung und Einlagerung

Durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden mehrere Sammelexkursionen in Zusammenarbeit mit Naturschutzabteilungen der Länder über den Projektzeitraum durchgeführt. Die Koordination mit den Grundstückbesitzern war ein entscheidender Schritt im Prozess, um sicherzustellen, dass der Schnitttermin zwei bis drei Wochen später als üblich angesetzt wird. Diese Anpassung des Schnitttermins war notwendig, um die Sammlung bis Ende Juli/Anfang August zu ermöglichen, was eine optimale Ausreifung des Saatgutes gewährleistet.

Bei der Sammlung wurde höchste Sorgfalt auf die Trennung der Arten gelegt. Jede Art wurde separat in vorab beschriftete Papiersäcke gefüllt, wobei jeder Sammelstand einzeln beurteilt werden musste, um die Reinheit der Sammlung zu gewährleisten. Durch die getrennte Erfassung der Samen konnte eine Vermischung verschiedener Arten effektiv verhindert werden, was von entscheidender Bedeutung ist. Eine Kontamination mit fremden Arten kann bei späteren Saatgutvermehrungen zu einem erheblichen zusätzlichen Arbeitsaufwand und potenziellen Qualitätseinbußen führen.

Nachdem das Saatgut gesammelt wurde, erfolgte umgehend die Trocknung des Materials, um die Qualität und Keimfähigkeit des Saatgutes zu erhalten. Anschließend wurde es mit Hilfe eines Kleindreschers oder manuell ausgedroschen. Die Reinigung des Saatgutes war ein weiterer Schritt, um die Reinheit des Endproduktes zu garantieren. Nach der Reinigung wurde jede Herkunft detailliert beschrieben, den entsprechenden Lebensraumtypen zugeordnet und zur langfristigen Erhaltung unter optimalen Bedingungen im Kühllager der Abteilung Vegetationsmanagement eingelagert.

Diese sorgfältigen Schritte sind entscheidend, um die genetische Integrität und die hohe Qualität des Saatgutes für zukünftige großflächige Vermehrungen zu sichern.



Abbildung 3: Handsammlung von regionalen Wildpflanzen; beschrifteter Papiersack mit Art, Datum, Sammelkoordinaten und Lebensraumtyp

Reproduktion in Einzelpflanzenanlagen

Im Laufe des Projekts wurden durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein auf den Versuchsfeldern Gumpenstein und der Außenstelle Winklhof Einzelpflanzenanlagen zur Basisvermehrung von ausgewählten Herkünften durchgeführt. Dazu wurden im Folientunnel auf Pflanztischen die Samen in Pflanzschalen eingekeimt, pikiert und bis zum Auspflanzen ins Versuchsgelände vorgezogen. Ein Jahr nach der Pflanzung konnten die ersten Samen geerntet werden und nach der Trocknung, Reinigung und Kontrolle der Keimfähigkeit in das Kühlager der Abteilung Vegetationsmanagement eingelagert werden.



Abbildung 4: Keimlinge in Pflanzschalen im Folientunnel

Abbildung 4 zeigt die Pflanzschalen im Folientunnel, die für die Anzucht verwendet werden. Die Pflanzerde muss über den gesamten Zeitraum der Entwicklung gleichmäßig feucht zu sein. Solche Anzuchtssysteme werden genutzt, um eine gleichmäßige Entwicklung der Pflanzen in ihren frühen Wachstumsstadien sicherzustellen, bevor sie in Jiffy Pots gepflanzt werden.



Abbildung 5: Pikierte Einzelpflanzen in Jiffy-Pots

Abbildung 5 zeigt pikierte Einzelpflanzen in Jiffy Pots auf den Pflanztischen im Folientunnel, diese Tische können geflutet werden und somit findet die Bewässerung nicht von oben statt, was häufig zu Moos- und Flechtenbildung führt.



Abbildung 4: Setzlinge aus den Anzuchtbehältern bzw. Jiffy Pots werden gepflanzt

Die Setzlinge aus den Anzuchtbehältern bzw. Jiffy Pots werden in vorbereitete Pflanzlöcher, die nach dem Reihenziehen mit dem Akkubohrer geöffnet wurden, im Freiland ausgepflanzt (Abbildung 4). Die Jungpflanzen werden aus ihrer Anzuchtumgebung im Folientunnel auf die Versuchsflächen ausgesetzt.

Die mechanische Beikrautregulierung (Abbildung 5) mit der Reihenhacke wird durchgeführt, um den Boden zwischen den Pflanzenreihen zu lockern, Unkraut mechanisch zu entfernen und die Bodenstruktur zu verbessern. Solche Geräte sind ein wichtiges Werkzeug in

der nachhaltigen Bewirtschaftung, da sie den Einsatz von Herbiziden reduzieren und zur Belüftung des Bodens beitragen.



Abbildung 5: Mechanische Beikrautregulierung mit der Reihenhacke



Abbildung 6: Manuelle Beikrautentfernung

Auf den Saatgutvermehrungsflächen wird das Beikraut, also Pflanzen, die nicht in diesem Bereich wachsen sollen, per Hand aus dem Boden gezogen.



Abbildung 7: Trocknungscontainer für Saatgut

Abbildung 7 zeigt Trocknungscontainer für Saatgut, darin wird das geerntete Saatgut in Papiersäcken mit doppelten Boden eingeschlichtet und mit einer Temperatur von maximal 37°C schonend nachgetrocknet.



Abbildung 8: Reinigungsgeräte

Die Reinigung des Saatgutes findet mit unterschiedlichen Gerätschaften (Abbildung 8) statt, bei Handernten werden vor allem die Spreu- und Stängelteile abgetrennt.

Lagerung – Kühl- bzw. Gefrierlagerung

Das gesammelte bzw. reproduzierte Saatgut an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wird derzeit in einem Kühllager mit einer stabilen Temperatur von 4°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 50% aufbewahrt. Diese Lagerbedingungen sind entscheidend für die langfristige Vitalität und Keimfähigkeit des Saatguts und können eine Lagerdauer von bis zu 20 Jahren gewährleisten.



Abbildung 9: Saatgutkühlraum - Lagerraum mit Metallregalen

Im Saatgutkühlraum (Abbildung 9) befinden sich Kartons und Papiersäcke, die in der Größe variieren und mit Lagernummer, Art und Herkunft eindeutig beschriftet sind. Die Regale sind ordentlich angeordnet, um den Platz optimal zu nutzen.

Um jedoch die langfristige Sicherheit und Erhaltung dieser wertvollen Sammlungen und Reproduktionen zu gewährleisten, ist es notwendig, das Saatgut in ein spezielles Langzeitlager, einen Gefrierraum bei einer Temperatur von -20°C, zu überführen. Bevor das Saatgut in diesen Gefrierraum gebracht wird, durchläuft es einen wichtigen Vorbereitungsprozess. Das Saatgut wird schonend bei einer Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchte von 20% mit Hilfe eines Absorptionstrockners nachgetrocknet. Dieser Schritt stellt sicher, dass das Saatgut den optimalen Feuchtigkeitsgehalt für die Lagerung im Gefrierraum erreicht.

Für die Lagerung im Gefrierraum werden Aluminiumsäcke mit PE-Beschichtung verwendet, die in verschiedenen Größen erhältlich sind, von kleinen Verschlussbeuteln (40 x 60 mm) bis zu größeren (100 x 120 mm). Dies ermöglicht eine gezielte Entnahme von Saatgutmengen, ohne das gesamte Saatgut bei einer möglichen Entnahme den Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen auszusetzen. Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme wird eine kleine Menge Saatgut (ungefähr 1-2 g pro Säckchen) in einem zusätzlichen Vakuumbbeutel verpackt und verschweißt, um die Proben für externe Sicherheitslager optimal zu schützen.

Alle Aluminiumsäcke werden mit speziellen Etiketten versehen, die selbst bei Feuchtigkeit ihre Lesbarkeit behalten, um die genaue Identifikation des Saatguts sicherzustellen. Diese Etiketten werden mithilfe eines Thermotransferdruckers erstellt.

Das Saatgut wird schließlich im Langzeitlager der Genbank bei einer konstanten Temperatur von -20°C in einem Gewerbegefrierschrank eingefroren. Die niedrige Temperatur und der geringe Feuchtigkeitsgehalt der Samen (5-6%) sind entscheidend dafür, dass die Keimfähigkeit der Samen für einen Zeitraum von bis zu 50 Jahren erhalten bleibt (Gómez-Campo 2007, Rao et al. 2006). Um sicherzustellen, dass die Lagertemperatur stabil bleibt und keine Ausfälle auftreten, wird ein Funksensor (SAVERIS System der Firma Testo) zur Temperaturüberwachung im Gefrierschrank eingesetzt. Dies ermöglicht eine sofortige Reaktion auf etwaige Abweichungen und trägt zur langfristigen Sicherheit und Erhaltung der Genbankproben bei.

Ergebnisse

Bis zum Jahr 2023, zum Abschluss des Projektes wurden in der Abteilung Vegetationsmanagement 529 einzelne Herkünfte (Art und Sammelstandort) aus 36 unterschiedlichen Familien gesammelt, getrocknet und aufbereitet. Je nach Menge des Saatguts wurde mit dem Kleindrescher bzw. von Hand geerntet. Nach der Reinigung von Spreu- und Stängelteilen erfolgte die Einlagerung des Material ins Kühllager. Die Vergabe einer eindeutigen Kennzeichnung und die Beschreibung des Sammelstandortes, der Herkunft und der Generationsabfolge erfolgte in einem Datenbanksystem.

Die Tabelle 1 der Herkünfte/Sammlungen eingeteilt in Familien und Naturräumlichen Großeinheiten bietet einen Überblick über die Anzahl der Sammlungen oder Herkünfte von Pflanzenarten, die in verschiedenen Regionen Österreichs aus verschiedenen Pflanzenfamilien stammen.

Die Zeilen der Tabelle 1 repräsentieren verschiedene Pflanzenfamilien, die in den Sammlungen/Herkünften vertreten sind. Jede Zeile gibt den deutschen und wissenschaftlichen Namen der Pflanzenfamilie an. Die Spaltenüberschriften in der obersten Zeile repräsentieren die verschiedenen naturräumlichen Großeinheiten, in denen die Sammlungen oder Herkünfte gefunden wurden, eine leere Zelle bedeutet, dass keine Arten aus dieser Familie dort gesammelt wurden. Die Zahlen in den Zellen der Tabelle repräsentieren die Anzahl der Sammlungen oder Herkünfte von Pflanzenarten aus einer bestimmten Familie in einer bestimmten Region. Die unterste Zeile der Tabelle zeigt die Gesamtanzahl der Sammlungen oder Herkünfte aus jeder Pflanzenfamilie in allen Regionen zusammen.

Tabelle 1: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Familien und verteilt auf Naturräumliche Großeinheiten

Familie	Familia	Gesamt	Bergbücken-landschaft	Böhmische Masse	Kalkalpen Ost	Kalkalpen West	Klagenfurter Becken	Nördliches Alpen-vorland	Östliches Flach-und Hügelland	Südalpen	Südöstliches Alpen-vorland	Zentralalpen	Ostreich (Oskotyphen-mischung)
Amaryllisgewächse	Amaryllidaceae	2			2								
Doldenblütler	Umbelliferae (Apiaceae)	28	1	2	6			4	2	3		10	
Enziangewächse	Gentianaceae	1										1	
Geißblattgewächse	Caprifoliaceae	1									1		
Glockenblumengewächse	Campanulaceae	9		2	1					1		5	
Hahnenfußgewächse	Ranunculaceae	8		1	2		1	1	2		1		
Johanniskrautgewächse	Hypericaceae	6		1	2							3	
Kardengewächse	Dipsacaceae	6			1		1	2	1			1	
Knöterichgewächse	Polygonaceae	8			2						2	4	
Korbblütler	Compositae (Asteraceae)	73	2	10	12		4	7	5	3		30	
Kreuzblütengewächse	Brassicaceae	1						1					
Lauchgewächse	Alliaceae	1										1	
Lippenblütler	Labiatae (Lamiaceae)	24		2	6		3	5	2		2	4	
Malvengewächse	Malvaceae	3								1		1	
Mohngewächse	Papaveraceae	3	1		1							1	
Nachtkerzengewächse	Onagraceae	2										2	
Nelkengewächse	Caryophyllaceae	30		6	5			5	3			11	
Primelgewächse	Primulaceae	2		1								1	
Rachenblütler	Scrophulariaceae	6										6	
Raublattgewächse	Boraginaceae	6			2			1				3	
Resedagewächse	Resedaceae	1							1				
Rosengewächse	Rosaceae	16			3		1	4	2	1		5	
Rötegewächse	Rubiaceae	8		1	4			2				1	
Sauergrasgewächse	Cyperaceae	6			3			1	2				
Schmetterlingsblütler	Leguminosae (Fabaceae)	53		3	15		3	3	3	2		24	
Schwertliliengewächse	Iridaceae	6			3			1				2	
Simsengewächse	Juncaceae	6							2			4	
Sommerwurzgewächse	Orobanchaceae	8		2	3				1	1		1	
Storchschnabelgewächse	Geraniaceae	1										1	
Süßgräser	Gramineae (Poaceae)	182	1	12	45		3	22	14	7	1	73	3
Veilchengewächse	Violaceae	2						1				1	
Wegerichgewächse	Plantaginaceae	15		2	7			2			1	3	
Weiderichgewächse	Lythraceae	2			1							1	
Wolfsmilchgewächse	Euphorbiaceae	1										1	
Zeitlosegewächse	Colchicaceae	1			1								
Zistrosengewächse	Cistaceae	1						1					
		529	5	45	127	1	16	63	40	19	9	201	3

Die Zahlen in den Zellen der Tabelle 2 repräsentieren die Anzahl der Herkünfte aus einer bestimmten Pflanzenfamilie, die in einem bestimmten Lebensraumtyp gesammelt wurden. Zum Beispiel, in der Zeile "Doldenblütler" und der Spalte "Ackerstandort" steht die Zahl 28, was bedeutet, dass 28 Herkünfte aus der Familie der Doldenblütler in Ackerstandorten gesammelt wurden. Am Ende jeder Zeile gibt es eine Gesamtsumme, die die Gesamtanzahl der Herkünfte aus dieser Familie in allen Lebensraumtypen zusammenfasst.

Tabelle 2: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Familien und verteilt auf Lebensraumtypen

Familie	Familia	Gesamt	Ackerstandort	Blaugras- Wiesen	Borstgras- rasen	Fuchschwan- z- AuenWiesen	Glathäfer- FettWiesen	Goldhäger- BergWiesen	Halbtrocken- rasen und Wälder	Kammgras- Wälder	Kleinseggen- ried	Pfeifengras- StreuWiesen	Rotschwingel- Rotstraußgras- Wiesen	Bergwälder/ Wiesensillikat und Kalk	Trockenrasen Steppenrasen Sandtrocken- rasen	Sonstige
Amaryllisgewächse	Amaryllidaceae	2														1
Doldenblütler	Umbelliferae (Apiaceae)	28	1			1	11	3	6			4				3
Enziangewächse	Gentianaceae	1												1		
Geißblattgewächse	Caprifoliaceae	1					1									
Glockenblumengewächse	Campanulaceae	9			1		2		2				1			2
Hahnenfußgewächse	Ranunculaceae	8	1				2		2						1	
Johanniskrautgewächse	Hypericaceae	6	1				2		5							
Kardengewächse	Dipsacaceae	6					2		2						2	
Knöterichgewächse	Polygonaceae	8				1	3									
Korbblütler	Compositae (Asteraceae)	73	6		3	6	17	4	16	1		4	5	6	1	4
Kreuzblütengewächse	Brassicaceae	1							1							
Lauchgewächse	Alliaceae	1														1
Lippenblütler	Labiatae (Lamiaceae)	24					7		6			5	1		1	4
Malvengewächse	Malvaceae	3					1									2
Mohngewächse	Papaveraceae	3	1					1								1
Nachtkerzengewächse	Onagraceae	2														2
Nelkengewächse	Caryophyllaceae	30	2			2	4	3	5			4	7	1	1	1
Primelgewächse	Primulaceae	2							1							1
Rachenblütler	Scrophulariaceae	6					1		1							4
Raublattgewächse	Boraginaceae	6	1				1		2							2
Resedgewächse	Resedaceae	1	1													
Rosengewächse	Rosaceae	16				1	3	1	4			5				2
Rütiengewächse	Rubiaceae	8				1	4		3							
Sauergrasgewächse	Cyperaceae	6				2						1		1	2	
Schmetterlingsblütler	Leguminosae (Fabaceae)	53		1			9	7	13	4		1	6	4	2	6
Schwertliliegewächse	Iridaceae	6										5				1
Simsengewächse	Juncaceae	6									2					1
Sommerwurzgewächse	Orobanchaceae	8					3		3					1	1	
Storchschnabelgewächse	Geraniaceae	1					1									
Süßgräser	Gramineae (Poaceae)	182	3	2	2	9	22	11	33	12	1	5	20	44	7	11
Veilchengewächse	Violaceae	2	2													
Wegerichgewächse	Plantaginaceae	15	1				5		3	1			2	1		2
Weiderichgewächse	Lythraceae	2										1				1
Wolfsmilchgewächse	Euphorbiaceae	1											1			
Zeitlosengewächse	Colchicaceae	1				1										
Zistrosengewächse	Cistaceae	1							1							
		529	20	3	7	24	99	30	109	18	3	37	43	62	20	54

Tabelle 3 enthält Informationen über verschiedene Herkünfte und deren Verteilung in den verschiedenen Regionen und Lebensraumtypen, die bis zum Jahr 2023 besammelt wurden. Die Spaltenüberschriften in der obersten Zeile repräsentieren die verschiedenen naturräumlichen Großeinheiten in Österreich, in denen die Herkünfte in den verschiedenen Lebensraumtypen vorkommen. Die Zahlen in den Zellen der Tabelle repräsentieren die Anzahl der Herkünfte eines bestimmten Lebensraumtyps in einer bestimmten Region. In einigen Fällen sind die Zellen leer, was darauf hinweist, dass der jeweilige Lebensraumtyp in dieser Naturräumlichen Großeinheit nicht besammelt wurde.

Tabelle 3: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Lebensraumtypen verteilt auf Naturräumliche Großeinheiten

Lebensraumtyp	Gesamt	Berglücken-landschaft	Böhmische Masse	Kalkalpen Ost	Kalkalpen West	Klagenfurter Becken	Nördliches Alpenvorland	Östliches Flach- und Hügelland	Südalen	Südöstliches Alpenvorland	Zentralalpen	Österreich (Ökotypen-mischung)
Ackerstandort	20	3	1	2		1	1	6			6	
Blaugraswiesen	3			3								
Borstgrasrasen	7		1								6	
Fuchsschwanz-Auenwiesen	24		1	16		1	1	4			2	
Glattthafer-Fettwiesen	99	1	16	28	1	12	7	4	6	5	19	
Goldhafer-Bergwiesen	30			4				1			25	
Halbtrockenrasen und -weiden	109		18	17			36	3	10	3	22	
Kammgrasweide	18			16							2	
Kleinseggenried	3			1							2	
Pfeifengras-Streuwiesen	37			18			15				4	
Rotschwengel-Rotstraußgraswiesen	43		7	1		1					34	
Sonstiger (Bergweide/wiese Silikat und Kalk)	62			12							47	3
Sonstiger (Böschung)	12			3				1	2		6	
Sonstiger (Garten)	7					1		2			4	
Sonstiger (Hochstaudenflur)	5						1				4	
Sonstiger (Intensivgrünland)	5		1				1				3	
Sonstiger (Trittrasen)	4			1							3	
Sonstiger (Ufer)	3										3	
Sonstiger (Waldsaum)	17	1		4		1		1	1		9	
Sonstiger (Weinberg)	1									1		
Trockenrasen, Steppenrasen, Sandtrockenrasen	20			1			1	18				
	529	5	45	127	1	16	63	40	19	9	201	3

Es ist erwähnenswert, dass im ursprünglichen Projektantrag die Sammlung von Herkünften vorrangig an mittelintensiven Standorten geplant war. Die vorliegende Tabelle 3 zeigt jedoch, dass die Sammlung von Herkünften in einer breiteren Verteilung der Lebensräume erfolgte, und der Lebensraum wesentlich strukturierter ist als ursprünglich erwartet und sogar auf einer Wiese fläche unterschiedliche Standortbedingungen vorherrschten.

Von 2014 bis 2023 wurden durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein auf den Versuchsflächen Gumpenstein und bis zum Jahr 2021 auch an der Außenstelle Winklhof 218 Einzelpflanzenanlagen zur Basisvermehrung von ausgewählten Herkünften angelegt (Anhang 1). Dafür wurde die jeweilige Herkunft mit einer Versuchsnummer versehen und die Fläche, die Anzahl der Einzelpflanzen, Anlagedatum, Pflege und Düngemaßnahmen sowie das Erntedatum akribisch dokumentiert. Dies ermöglichte eine detaillierte Nachverfolgung der Entwicklung jeder Anlage. Die Daten wurden in einer umfangreichen Datenbank erfasst, die Informationen über die Abmessungen der Parzellen (Länge und Breite in Metern), die gesamte Fläche in Quadratmetern und spezielle Bemerkungen wie die geographische Lage oder besondere Beobachtungen während der Pflanzenentwicklung enthält.

In den letzten Jahren wurde die Strategie zur Vermehrung von Herkünften dahingehend umgestellt, dass weniger Herkünfte, dafür aber größere Flächen angelegt wurden. Dadurch kann die Generationenabfolge geringgehalten werden. Die durchschnittliche Fläche der Parzellen ist von etwa 16,5 Quadratmetern im Jahr 2014 auf rund 212 Quadratmeter im Jahr 2023 gestiegen, was eine signifikante Erhöhung der Anbaufläche pro Herkunft bedeutet. Die erste Generation nach der Sammlung mit bis zu 2500 Einzelpflanzen (10 Pflanzen pro Quadratmeter) produziert so viel Saatgut, dass sofort auf großflächigen Vermehrungen bei Vertragslandwirten die nächste Generation Saatgut reproduziert werden kann. Diese Veränderung in der Bewirtschaftungsstrategie ermöglicht eine effizientere Saatguterzeugung und stellt sicher, dass eine große Menge an hochqualitativem Saatgut für die nächste Generation bereitsteht (Conrady et. al, 2022).



Abbildung 10: Saatgutvermehrungen mit mehreren Reihen von Kräutern zum Zeitpunkt der Blüte auf den Versuchsflächen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Die Vermehrungsflächen in Abbildung 10 sind durch schmale, Rasenstreifen getrennt. Die weißen Pfosten dienen zur Kennzeichnung und Abgrenzung der verschiedenen Flächen.

Langzeitlagerung – Genbankagenden der HBLFA

Das Samenmaterial der 529 Akzessionen (Sammlungen und Reproduktionen, Herkünfte) wurde nach der schonenden Trocknung in Aluminiumsäcke vakuumdicht eingeschweißt und in das Langzeitlager (Gefrierschrank) überführt. Die Etikettierung erfolgt mit einem Thermotransferdrucker, die Daten werden dabei aus der Datenbank automatisch erstellt.



Abbildung 11: Aluminiumsäcke mit eingeschweißtem Saatgut im Gefrierlager

Abbildung 11 zeigt die verwendeten Aluminiumsäcken mit eingeschweißtem Saatgut e im Gefrierlager, die Lagerbehälter im Hintergrund haben gelochte Seitenwände zur Luftzirkulation und sind deutlich mit Nummern markiert, was eine systematische Organisation und leichte Identifizierung des Inhalts ermöglicht.

Die Akzessionen wurden zudem in das EURISCO-Template der Europäischen Kooperation der Pflanzengenetischen Ressourcen übertragen, mit den vorgeschriebenen Beschreibungen versehen und laufend ergänzt. Dieses Template dient gleichzeitig als Vorlage für die Eintragung in das nationale Verzeichnis der öffentlich zugänglichen österreichischen Genbank der Agentur für Gesundheit- und Ernährungssicherheit (AGES), Abteilung Pflanzengenetische Ressourcen (Institut für Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzdienst und Bienen) in Linz integriert.

In das Gefrierlager wurden bis dato 826 Einzelsaatgutproben der Akzessionen eingelagert, von einigen zertifizierten Herkünften werden dabei unterschiedliche Generationen langfristig erhalten (siehe Anhang 2). Bei der ersten Generation war es meist Saatgut im Gramm Bereich, bei den höheren Generationen bewegen wir uns schon im Bereich bis zu 85 g. Bei einem Tausendkorngewicht von 1 bis 2 g und einer Menge von 1 g werden damit zumindest 1.000 bis 2.000 Samen und somit die genetische Variabilität der Herkunft erhalten.

Im Anhang 2 wird die Tabelle der Herkünfte (Akzessionen) aus den Sammlungen und den Einzelpflanzenanlagen als Liste des Saatgutes, dass in den Gefrierschrank überführt wurde, dargestellt.

Die präzisen Aufzeichnungen sind unerlässlich für die Beurteilung der Vielfalt und der genetischen Qualität der Pflanzenbestände sowie für die Planung zukünftiger Vermehrungsstrategien. Sie unterstützen die Forschung in den Bereichen Pflanzengenetik, Nachhaltigkeit der Landwirtschaft und Erhaltung der Biodiversität (Pedrini, Dixon,2020).

Schlussfolgerungen

Das gesammelte und verwahrte Material steht für Züchtungsaktivitäten an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Bereich der Futterpflanzenmischungen, für ÖPUL Mischungen zur Anlage von Biodiversitätsflächen - Neueinsaat einer zertifizierten, dauerhaften, regionalen Grünland-Saatgutmischung aus mindestens 30 Arten aus sieben Pflanzenfamilien, sowie regionale Naturschutz- und Landschaftsbauaktivitäten zur Verfügung. Als grundsätzliche Anforderung an eine landwirtschaftlich genutzte Blütmischung aus zertifizierten, regionalen Wildpflanzen gilt daher, dass diese den gesetzlichen Vorgaben an die Regionalität gemäß der nationalen Durchführungsrichtlinie zur Richtlinie 2010/60/EU entspricht (BAES 2014), das Saatgut aller eingemischten Arten also einer biogeografischen Region innerhalb Österreichs entstammt. Hierbei laufen Kooperationen bei Gumpensteiner Sorten mit der Firma Raiffeisen Ware Austria und bei zertifizierten, regionalen Wildpflanzensaatgut mit der Firma Kärntner Saatbau.

Die Weiterführung und Erweiterung des Projekts zur Sammlung und Erhaltung der genetischen Vielfalt von Grünlandarten bietet zahlreiche Vorteile und ist aus verschiedenen Gründen von großer Bedeutung:

- Biodiversitätserhalt: Durch die Sammlung und Konservierung einer breiteren Palette von Akzessionen wird die genetische Vielfalt erhalten, die für die Resilienz der Ökosysteme und ihre Fähigkeit, auf Umweltveränderungen zu reagieren, entscheidend ist.
- Anpassung an den Klimawandel: Eine größere Vielfalt an genetischen Ressourcen ermöglicht es, Arten zu identifizieren, die besser an extreme Wetterbedingungen oder sich verändernde Klimabedingungen angepasst sind.
- Landwirtschaftliche Resilienz: Die Erweiterung der Sammlungen trägt zur Entwicklung von Pflanzenbeständen bei, die gegen Schädlinge und Krankheiten resistenter sind, was zu nachhaltigeren Anbaumethoden und zur Sicherheit der Lebensmittelversorgung beiträgt.
- Erhaltung von Heil- und Nutzpflanzen: Viele Grünlandarten haben medizinische oder landwirtschaftliche Nutzen. Durch die Erweiterung der Sammlungen können diese Eigenschaften erhalten und für zukünftige Generationen zugänglich gemacht werden.
- Wissenschaftliche Forschung: Ein erweitertes Genarchiv bietet eine breitere Basis für wissenschaftliche Studien zur Genetik, Ökologie und Evolutionsbiologie der Pflanzen.

- Naturschutz und Ökosystemdienstleistungen: Die Bewahrung von Wildarten unterstützt die Erhaltung von Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubung, Bodenbildung und Wasserregulation.
- Bildung und Sensibilisierung: Das Projekt kann als pädagogisches Werkzeug dienen, um die Öffentlichkeit über die Bedeutung der genetischen Diversität und den Naturschutz aufzuklären.
- Erfüllung internationaler Verpflichtungen: Projekte wie diese tragen dazu bei, internationale Abkommen zum Biodiversitätsschutz, wie das Übereinkommen über die biologische Vielfalt, zu erfüllen.
- Zukunftssicherung: Mit der Erweiterung der Akzessionen und Sammlungen sichert das Projekt langfristig das genetische Erbe und stellt sicher, dass zukünftige Herausforderungen in der Landwirtschaft und im Naturschutz besser gemeistert werden können.

Insgesamt erfordert die Sicherung der genetischen Ressourcen des österreichischen Grünlands ein koordiniertes Vorgehen, das Forschung, praktische Naturschutzarbeit und die Beteiligung der Gemeinschaft integriert. Durch solche Bemühungen kann die genetische Vielfalt für zukünftige Generationen bewahrt werden und die ökologische Stabilität sowie die Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Umweltbedingungen gesichert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die geplante Erweiterung des Genbankprojektes eine wesentliche Investition in die Zukunft der Landwirtschaft, den Naturschutz und die wissenschaftliche Forschung darstellt. Sie trägt dazu bei, die natürlichen Ressourcen zu sichern und die ökologische sowie landwirtschaftliche Nachhaltigkeit zu fördern.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Familien und verteilt auf Naturräumliche Großeinheiten	19
Tabelle 2: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Familien und verteilt auf Lebensraumtypen.....	21
Tabelle 3: Herkünfte/Sammlungen zusammengefasst in Lebensraumtypen verteilt auf Naturräumliche Großeinheiten	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Naturräumliche Großeinheiten Österreichs (Umweltbundesamt 2008, Krautzer et al, 2023)	8
Abbildung 2: Ökogramm zur Charakterisierung der Sammelorte	9
Abbildung 3: Handsammlung von regionalen Wildpflanzen; beschrifteter Papiersack mit Art, Datum, Sammelkoordinaten und Lebensraumtyp	11
Abbildung 4: Pikierte Einzelpflanzen in Jiffy-Pots	12
Abbildung 5: Keimlinge in Pflanzschalen im Folientunnel	12
Abbildung 6: Setzlinge aus den Anzuchtbehältern bzw. Jiffy Pots werden gepflanzt	13
Abbildung 7: Mechanische Beikrautregulierung mit der Reihenhacke	14
Abbildung 8: Manuelle Beikrautentfernung	14
Abbildung 9: Trocknungscontainer für Saatgut	15
Abbildung 10: Reinigungsgeräte	15
Abbildung 11: Saatgutkühlraum - Lagerraum mit Metallregalen	16
Abbildung 12: Saatgutvermehrungen mit mehreren Reihen von Kräutern zum Zeitpunkt der Blüte auf den Versuchsflächen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein.....	25
Abbildung 13: Aluminiumsäcke mit eingeschweißtem Saatgut im Gefrierlager	25

Literaturverzeichnis

BAES - Bundesamt für Ernährungssicherheit (2014): Durchführungsrichtlinie für die Zulassung von Saatgut von Futterpflanzenmischungen und das Inverkehrbringen von Saatgut dieser Mischungen., Wien. 3 Seiten.

Bischoff, A.; Steinger, T. und Müller-Schärer, H. (2010): The Importance of Plant Provenance and Genotypic Diversity of Seed Material Used for Ecological Restoration. *Restoration Ecology* 18 (3), 338-348.

Breed, M.F.; Stead, M.G.; Ottewill, K.M.; Gardner, M.G. und Lowe, A.J. (2013): Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. *Conservation Genetics* 14 (1), 1-10.

Bucharova, A., Michalski, S., Hermann, J.-M., Heveling, K., Durka, W., Hölzel, N., Kollmann, J., & Bossdorf, O. (2017): Genetic differentiation and regional adaptation among seed origins used for grassland restoration: Lessons from a multispecies transplant experiment. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 127–136. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12645>

Conrady, M., Lampei, C., Bossdorf, O., Durka, W. & Bucharova, A. (2022): Evolution during seed production for ecological restoration? A molecular analysis of 19 species finds only minor genomic changes. *Journal of Applied Ecology*, 59, 1383–1393. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14155>

Durka, W., Michalski, S. G., Berendzen, K. W., Bossdorf, O., Bucharova, A., Hermann, J.-M., Hölzel, N., & Kollmann, J. (2017): Genetic differentiation within multiple common grassland plants supports seed transfer zones for ecological restoration. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 116–126. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12636>

Flynn, D.F.B.; Gogol-Prokurat, M.; Nogeire, T.; Molinari, N.; Richers, B.T.; Lin, B.B.; Simpson, N.; Mayfield, M.M. und DeClerck, F. (2009): Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12 (1), 22-33.

Ford-Lloyd, B.V.; Schmidt, M.; Armstrong, S.J.; Barazani, O.; Engels, J.; Hadas, R.; Hammer, K.; Kell, S.P.; Kang, D.; Khoshbakht, K.; Li, Y.; Long, C.; Lu, B.-R.; Ma, K.;

Nguyen, V.T.; Qiu, L.; Ge, S.; Wei, W.; Zhang, Z. und Maxted, N. (2011): Crop Wild Relatives—Undervalued, Underutilized and under Threat? *BioScience* 61 (7), 559-565.

Gómez-Campo, C. (2007): A guide to efficient long term seed preservation, Monographs ETSIA, Univ. Politecnica de Madrid, 170, 1-17. 26 p.

Höfner, J., Klein-Raufhake, T., Lampei, C., Mudrak, O., Bucharova, A., & Durka, W. (2022): Populations restored using regional seed are genetically diverse and similar to natural populations in the region. *Journal of Applied Ecology*, 59, 2234–2244.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.14067>

Jones, T. and T. Monaco, (2007): A Restoration Practitioners Guide to the Restoration Gene Pool Concept, *Ecological Restoration*, March 2007, 12-19.

Kölliker, R.; Boller, B.; Majidi, M.; Peter-Schmid, M.I.; Bassin, S. und Widmer, F. (2009): Characterization and Utilization of Genetic Resources for Improvement and Management of Grassland Species. In: *Molecular Breeding of Forage and Turf*, Springer New York, 55-70.

Krautzer, B., Pötsch, E. M., Graiss, W., & Haslgrübler, P. (2010): Grünland als Quelle für naturschutzfachlich wertvolles Pflanz- und Saatgut 16. Alpenländische Expertenforum "Biodiversität im Grünland", Irdning.

Krautzer, B., und Graiss, W. (2015): Regionale Wildblumen als Nahrungsgrundlage für Honig- und Wildbienen. In *Landwirtschaftskammer Österreich & LFI (Eds.), Symbiose Imkerei und Landbewirtschaftung – eine spannende Partnerschaft* (pp. 66-76). Landwirtschaftskammer Österreich und LFI (Ländliches Fortbildungsinstitut).

Krautzer, B., Graiss, W., Blaschka, A. (2023): Prüfrichtlinie für die Zertifizierung und den Vertrieb von regionalen Wildgräsern und Wildkräutern nach dem „Gumpensteiner Herkunftszertifikat“ (G-Zert). Stand Oktober 2023 (www.gzert.at).

Krautzer, B., Graiss, W., Haslgrübler, P., Frühwirth, T., Ockermüller, E. (2018): Aufblühen. Blühmischungen aus heimischen Wildpflanzen. *ÖAG Info* 4/2018, 28 S.

Miller, S.A.; Bartow, A.; Gisler, M.; Ward, K.; Young, A.S. und Kaye, T.N. (2011): Can an Ecoregion Serve as a Seed Transfer Zone? Evidence from a Common Garden Study with Five Native Species. *Restoration Ecology* 19 (201), 268-276.

Pedriani, S., & Dixon, K. W. (2020): International principles and standards for native seeds in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28(S3), S286–S303.
<https://doi.org/10.1111/rec.13155>

Pedriani, S., Gibson-Roy, P., Trivedi, C., Gálvez-Ramírez, C., Hardwick, K., Shaw, N., Frischie, S., Laverack, G., & Dixon, K. (2020): Collection and production of native seeds for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 28(S3), S228–S238.
<https://doi.org/10.1111/rec.13190>

Rao, N.K., Hanson, J., Dulloo, M.E., Ghosh, K., Nowell, D. and Larinde, M., (2006): Manual of seed handling in genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome, Italy, 147 p.

Scotton, M., Kirmer, A., Krautzer, B. (2012): Practical handbook for seed harvest and ecological restoration of species-rich grasslands edited by Michele Scotton, Anita Kirmer and Bernhard Krautzer 124 pp, Padova. ISBN 978 88 6129 800 2.0. Aufl., S. 21–25.

Sgrò, C.M.; Lowe, A.J. und Hoffmann, A.A. (2011): Building evolutionary resilience for conserving biodiversity under climate change. *Evolutionary Applications* 4 (2), 326-337.

Wilkinson, D.M. (2001): Is local provenance important in habitat creation? *Journal of Applied Ecology* 38 (6), 1371-1373.

Anhang

Anhang 1: Einzelpflanzenanlagen zur Basisvermehrung über die Jahre 2014 bis 2023
(Abfrage aus der Datenbank versuch_versuche_zuechtung)

Anhang 2: Einlagerungen in das Gefrierlager 2014 bis 2023 (Abfrage aus der Datenbank
lager_katalog_zertifizierung_gefrierlager)

Dr. Wilhelm Graiss

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at