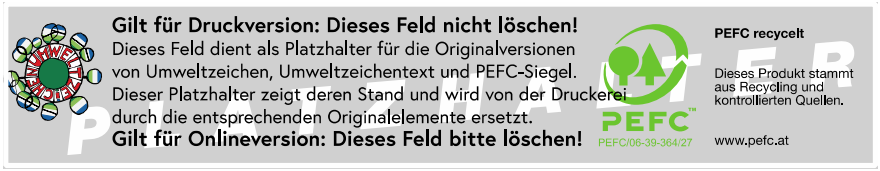
HBLFA
Raumberg-Gumpenstein
Landwirtschaft

Saatgutmischungen für die intensive Grünlandbewirtschaftung unter Berücksichtigung der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen

Impressum

Projektnehmer: HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft
Adresse: Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal
Projektleiter: Dr. Bernhard Krautzer
Tel.: 03682/22451-310
E-Mail: Bernhard.Krautzer@raumberg-gumpenstein.at
Kooperationspartner:in: Österreichische Argentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Amt der Tiroler Landesregierung
Projektmitarbeiter:in: Dr. Walter Starz, Ing. Reinhard Resch, Dr. Wilhelm Graiss, DI Gaier Lukas, DI Klingler Andreas, DI[In] Katharina Gassner-Speckmoser, Dr. Christian Partl
Finanzierungsstelle: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK)
Projektlaufzeit: 01.09.2020 - 31.12.2025
1. Auflage
Fotonachweis: HBLFA Raumberg-Gumpenstein



Wien, 2025. Stand: 19. Dezember 2025

Inhalt

Zusammenfassung **6**

Abstract **8**

Einleitung **10**

Strategien für ein zukunftsfähiges Grünland 10

Sortenwertprüfung als wesentliche Entscheidungsbasis 11

Die drei Qualitätsstufen für Saatgutmischungen in Österreich 11

Material und Methoden **13**

Standort und Nutzungshäufigkeit 13

Standortbeschreibungen 15

Gumpenstein und Piber 15

Lambach und Trautenfels 15

Hagenberg und Grabenegg 16

Imst 17

Eignung von Saatgutmischungen für intensive Grünlandnutzung und Vergleich unterschiedlicher Saatgutqualitäten 17

Substitution von Wiesenschwingel mit trockenheitstoleranten Arten 20

Nachsaatwirkung auf Ertrag und Qualität 20

Auswertung **21**

Statistische Auswertung der Saatgutqualität, Nachsaat und Substitution 21

Ergebnisse und Diskussion **25**

Gumpenstein und Piber 25

Erträge und Entzüge 25

Futterqualität 28

Gerüstsubstanzen (aNDFom, ADFom und ADL) 30

Rohasche (CA) 32

Verdaulichkeit (OMD) und Energie (ME bzw. NEL) 33

Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente) 33

Pflanzenbestand – Artengruppen 35

Pflanzenbestand – Entwicklung angesäter Arten 38

Übrige Arten 41

Substitutionsarten Rohrschwingel und Festulolium 41

Fremdbesatz 41

Diskussion 42

Welche Bewirtschaftungsintensität ist sinnvoll? 42

Gibt es eine beste Mischung für intensiv genutztes Grünland/Futterbau? 42
Was bringt die Substitution von Wiesenschwingel? 43
Wie ist die Nachsaat auf Intensivgrünland zu bewerten? 43
Schlussfolgerungen 44
Lambach und Trautenfels 45
Standort Lambach (5-Schnittnutzung) 47
Diskussion und Bewertung 47
Fazit 47
Hagenberg und Grabenegg 48
Diskussion 54
Allgemeine Ertragsleistung der Grünland- und Feldfuttermischungen 54
Effekte der Substitution durch Wiesenschwingel mit Festulolium oder Rohrschwingel 55
Zusammenfassung 57
Imst 58
Erträge und Entzüge 58
Futterqualität 61
Rohprotein (CP) 63
Pflanzenbestand – Artengruppen 63
Zusammenfassung 65
Gesamtauswertung 67
Generelle Ertragssituation 67
Saatgutqualität 67
Projektive Deckung 68
Verunkrautung 69
Deckung der erwünschten Bestandespartner 70
Nachsaat 71
Substitution 74
Pflanzenbestandsentwicklung 76
Fazit 78
Anhang 80
Tabellenverzeichnis 85
Abbildungsverzeichnis 87
Literaturverzeichnis 89
Abkürzungen 93

Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt „Seedmix“ untersuchte an sieben Standorten in unterschiedlichen Klimaräumen Österreichs die Leistungsfähigkeit und Stabilität intensiver Grünlandbestände unter sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen. Im Fokus standen der Vergleich verschiedener Saatgutmischungen und Saatgutqualitäten, unterschiedliche Nutzungsintensitäten, die Wirkung von Nachsaatmaßnahmen sowie die Substitution von Wiesenschwingel durch trockenheitstolerantere Arten wie Rohrschwingel und Festulolium. Ziel war es, praxisrelevante Strategien für eine resiliente, ertragreiche und qualitativ hochwertige Grünlandbewirtschaftung abzuleiten.

Die Ergebnisse zeigen, dass Ertrag und Futterqualität in erster Linie durch Standort, Jahr und Witterung sowie durch die Bewirtschaftungsintensität beeinflusst werden. Insbesondere die Schnittfrequenz erwies sich als zentraler Steuerungsfaktor: Eine höhere Nutzungsintensität führte in der Regel zu höheren Rohproteingehalten und Energieerträgen, während die Trockenmasseerträge weniger stark reagierten. Unterschiede zwischen den geprüften Mischungen waren meist geringer als erwartet, wobei auch Mischungen, die ursprünglich für extensivere Nutzung empfohlen sind, unter intensiven Bedingungen stabile und konkurrenzfähige Leistungen erbrachten.

Ein klarer Vorteil zeigte sich langfristig zugunsten der ÖAG-Qualitätssaatgutmischungen. Diese wiesen im Vergleich zu Referenzmischungen eine höhere projektive Deckung, geringere Verunkrautung sowie höhere Erträge und Rohproteinerträge auf. Damit bestätigte sich die Bedeutung geprüfter Sorten und hoher Saatgutqualität für die Bestandesstabilität und Nachhaltigkeit im Intensivgrünland.

Die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel oder Festulolium brachte insgesamt nur begrenzte und stark standortabhängige Effekte. Während rohrschwingelbetonte Mischungen – insbesondere eine Südtiroler Mischung für trockene Lagen – auf einzelnen Standorten sehr hohe Trockenmasseerträge erzielten, gingen diese Vorteile häufig mit niedrigeren Rohproteingehalten und geringerer Energiekonzentration einher. Festulolium zeigte vor allem in den ersten Nutzungsjahren positive Effekte, verlor jedoch mit zunehmender Nutzungsdauer an Bedeutung. Insgesamt konnte keine generelle Empfehlung für eine Substitution des Wiesenschwingels ausgesprochen werden.

Nachsaatmaßnahmen erwiesen sich als wenig wirksam in jungen, dichten und intensiv genutzten Beständen. Eine regelmäßige Nachsaat von Rotklee zeigte an einzelnen Standorten positive Effekte auf Leguminosenanteil und Ertrag, insbesondere bei geeigneter Sortenwahl und geringerer Konkurrenz im Bestand.

Zusammenfassend belegen die Ergebnisse, dass eine standortangepasste Bewirtschaftung, die Wahl hochwertiger Saatgutmischungen sowie eine angemessene Nutzungsintensität entscheidend für die langfristige Ertragsstabilität und Futterqualität im intensiven Grünland sind. Das Projekt liefert damit eine fundierte Grundlage für Beratung und Praxis zur Weiterentwicklung eines klimaresilienten Grünlandsystems.

Abstract

The research project “Seedmix” investigated the performance and stability of intensively managed grassland systems under changing climatic conditions at seven sites representing different climatic regions of Austria. The study focused on comparing different seed mixtures and seed quality levels, varying management intensities, the effects of overseeding, and the substitution of meadow fescue with more drought-tolerant species such as tall fescue and Festulolium. The overall aim was to derive practical strategies for resilient, high-yielding, and high-quality grassland management.

The results show that yield and forage quality were primarily influenced by site conditions, year and weather variability, as well as management intensity. In particular, cutting frequency proved to be a key management factor: higher utilisation intensity generally resulted in increased crude protein concentrations and energy yields, while dry matter yields responded less strongly. Differences between the tested mixtures were mostly smaller than expected, and even mixtures originally recommended for more extensive use performed stably and competitively under intensive management conditions.

In the long term, a clear advantage was observed for ÖAG quality seed mixtures. Compared with reference mixtures, these showed higher sward cover, lower weed infestation, and higher dry matter and crude protein yields. This confirms the importance of tested cultivars and high seed quality for sward stability and sustainability in intensively managed grassland.

The substitution of meadow fescue with tall fescue or Festulolium resulted in only limited and strongly site-specific effects. While tall fescue–dominated mixtures—particularly a South Tyrolean mixture designed for dry sites—achieved very high dry matter yields at some locations, these advantages were often associated with lower crude protein concentrations and reduced energy density. Festulolium showed positive effects mainly in the initial years of use but lost importance with increasing duration of management. Overall, no general recommendation for substituting meadow fescue could be derived.

Overseeding measures proved to be of limited effectiveness in young, dense, and intensively managed swards. Regular overseeding with red clover showed positive effects on legume

proportion and yield at individual sites, particularly when suitable cultivars were used and competitive pressure within the sward was lower.

In conclusion, the results demonstrate that site-adapted management, the use of high-quality seed mixtures, and an appropriate level of management intensity are decisive factors for long-term yield stability and forage quality in intensive grassland systems. The project therefore provides a sound basis for advisory services and agricultural practice aimed at further developing climate-resilient grassland systems.

Einleitung

In Österreich sind leistungsfähige, an den Standort angepasste Dauergrünlandbestände eine zentrale Grundlage für eine wirtschaftlich erfolgreiche und nachhaltige tierische Produktion. Diese Grünlandflächen erfüllen darüber hinaus eine Vielzahl wesentlicher Ökosystemleistungen: Biodiversität, Trinkwasserschutz, Wasserrückhalt, Kohlenstoffbindung, Erosionsschutz sowie landschaftsökologische und kulturelle Werte. Besonders in den Bergregionen ist das Grünland durch topografische Heterogenität, begrenzte Vegetationsperioden und erschwerte Bewirtschaftungsbedingungen geprägt. Gleichzeitig ist es sensibel gegenüber klimatischen Veränderungen, die sich in diesen Regionen über die letzten Jahrzehnte bereits überdurchschnittlich stark manifestiert haben. Damit verändern sich auch die Produktionsgrundlagen der Grünlandflächen erheblich. Längere Vegetationszeiten, häufigere Trockenperioden und Extremwetterereignisse erhöhen die Schwankungen in Ertrag und Futterqualität. Zur Erhaltung und Weiterentwicklung eines resilienten Bewirtschaftungssystems müssen daher angepasste Strategien entwickelt werden.

Strategien für ein zukunftsfähiges Grünland

Eine kurzfristig umsetzbare Strategie liegt in der Implementierung angepasster Managementmaßnahmen und Handlungsempfehlungen in die Praxis, beispielsweise durch gezieltes Bestandes- und Wassermanagement, eine Flexibilisierung der Nutzungssysteme (Vermeidung von Stressphasen) oder auch digital unterstützte Entscheidungsfindungen.

Langfristig kann hier die Futterpflanzenzüchtung eine wesentliche Hilfestellung leisten. Auch in Raumberg-Gumpenstein werden derzeit Programme umgesetzt, um trockenheitsresistente Genotypen auszutesten, die Krankheitsresistenz gegen klimawandelbedingt neu auftretende Schadorganismen (z.B. Anthracnose bei Rotklee) zu verbessern oder auch die Vielschnittverträglichkeit oder Verdaulichkeit von Grünlandarten (z.B. Glatthafer bzw. Rohrschwingel) zu steigern. Auch die Sortenwertprüfung kann durch Eignungsprüfung neuer Arten (z.B. Festulolium) sowie die Entwicklung nicht-destruktiver Analysemethoden mittels Spektralmessung mittelfristig einen Beitrag leisten.

Sortenwertprüfung als wesentliche Entscheidungsbasis

Zusätzlich ergibt sich aber auch die Möglichkeit, über vorhandene Informationsquellen gezielt auf Arten und Sorten zurückzugreifen, deren positive Eigenschaften unter österreichischen Standorts- und Bewirtschaftungsbedingungen aktuell geprüft sind. Basis dafür sind die Ergebnisse der Sortenwertprüfung, wo neben Ertrags- und Qualitätsdaten auch viele weitere Informationen zu Standortseignung, Ausdauer, Physiologie, Krankheitsresistenz, Konkurrenzkraft, aber auch Nutzungselastizität abrufbar sind. Hier bilden sich die aktuellen Neuerungen und Verbesserungen im züchterischen Bereich ab und man erhält auch Informationen über Sorten von Arten, deren Einsatz in Saatgutmischungen für das österreichische Grünland bis dato nicht üblich ist.

Die Rahmenbestimmungen für Saatgutmischungen für Verwendungszwecke in der Landwirtschaft (https://www.baes.gv.at/fileadmin/baes/Amtliche_Nachrichten_Kundmachungen/Saatgutgesetz_ausser_Kraft/Methode_Mischungsrahmen_2023.pdf) geben zusätzlich eine Handlungsanleitung für die Mischungsgestaltung (Artenwahl sowie deren Anteile an der Gesamtmischung) bei unterschiedlichen Nutzungsarten, Nutzungshäufigkeiten und Standortsbedingungen. Sie bauen auf langjährige Erfahrungswerte von Saatgutfirmen, Grünlandberatern, Prüfstellen und Forschungseinrichtungen auf und werden in Abständen immer wieder mehr oder weniger intensiv überarbeitet.

Die drei Qualitätsstufen für Saatgutmischungen in Österreich

Standard-Qualität: erfüllt die Vorgaben des Saatgutgesetzes in Hinblick auf Reinheit und Keimfähigkeit, alle in der EU gelisteten Sorten können verwendet werden, die Mischungszusammensetzung ist nicht geregelt.

Saatgut Austria Qualität: Zusammensetzung nach österreichischem Mischungsrahmen, restliche Kriterien wie im Saatgutgesetz geregelt. Seit 2005 als Dachmarke vertrieben, jeder österreichische Saatguthändler kann teilnehmen.

ÖAG-Qualitäts-Saatgutmischungen: Privatrechtlich, seit dem EU-Beitritt im Handel angeboten. Jeder Firma, die in Österreich Mischungen herstellt, steht die Teilnahme daran frei. Mischungsrezepturen richten sich nach den Vorgaben des Mischungsrahmens, aber für jede Mischung gibt es eine prozentuell genaue Vorgabe. Saatgutqualität über EU-Norm, d.h. höhere Keimfähigkeitsvorgaben bei den meisten Arten; Ampferfreiheit (0 Ampfer auf 100 g

Probe) verpflichtend; nur in Österreich geprüfte Sorten der ÖAG-Liste (Selektion aus der Österreichischen Sortenliste) sind zulässig, ein verpflichtender Anteil österreichischer Sorten und Vermehrungen ist in jeder Mischung enthalten. Jede Mischung muss mit Etikett die Deklaration von Verwendungszweck, Mischungszusammensetzung sowie der eingemischten Arten und Sorten enthalten.

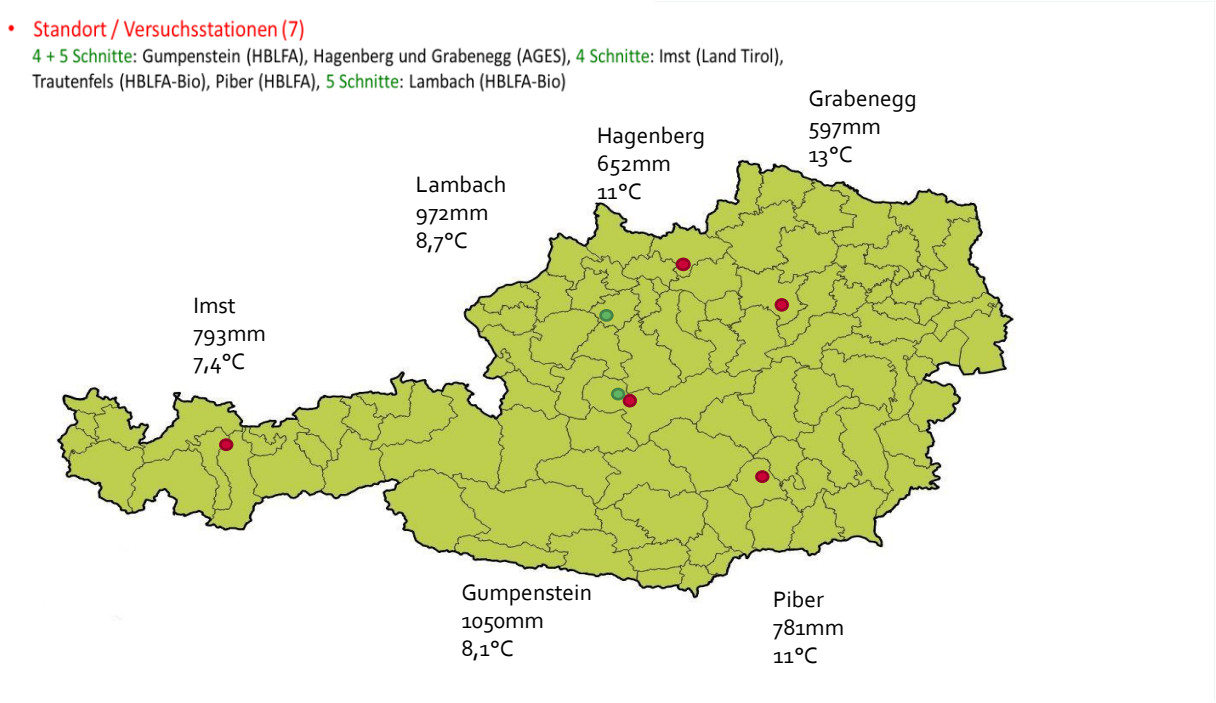
Material und Methoden

Aufbauend auf den vorangestellten Kriterien stellt sich die Frage, ob eine zeitnah umsetzbare, wirksame Strategie darauf aufbauen kann, bei Neuanlage und/oder Regeneration der Grünlandbestände durch Kombination der besten geprüften Sorteneigenschaften qualitativ hochwertige, ertragreiche und ausdauernde Grünlandbestände zu etablieren, die eine bestmögliche Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zeigen. Es stellt sich weiters die Frage, wie weit alternative Arten, von denen bereits Wertprüfungsergebnisse vorliegen, für unterschiedliche Standorts- und Bewirtschaftungsverhältnisse geeignet sind. Weiters ist auch von Interesse, wie weit Grünlandbestände durch regelmäßige Nachsaat positiv in ihrer Zusammensetzung beeinflusst werden können. Demnach ergaben sich für den geplanten Seedmix-Versuch die folgenden Faktoren der Versuchsgestaltung:

Standort und Nutzungshäufigkeit

Um die Vielfalt der österreichischen Nutzungs- und Standortsbedingungen abzubilden, wurde der Seedmix-Versuch auf insgesamt sieben Standorten etabliert. Auf den Standorten Hagenberg, Grabenegg und Gumpenstein konventionell mit 4 und 5 Schnitten, in Imst und Piber konventionell mit 4 Schnitten, in Trautenfels biologisch mit 4 Schnitten und in Lambach biologisch mit 4 und 5 Schnitten (Abbildung 1).

Abbildung 1: Die sieben Versuchsstandorte und ihre wesentlichen Klimaparameter



Die Düngung erfolgte nach Vorgaben der Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (SGD). Auf konventionell bewirtschafteten Flächen wurden zur Ansaat 40 kg ha^{-1} P_2O_5 mit Superphosphat sowie 100 kg ha^{-1} K_2O mit Kalisalz 40% ausgebracht, auf Bioflächen erfolgte keine Grunddüngung zum Versuchsstart, da ausreichende Werte im Boden gemessen wurden. Ergänzungsdüngungen zur Güllegabe erfolgten mit Patentkali und Rohphosphat.

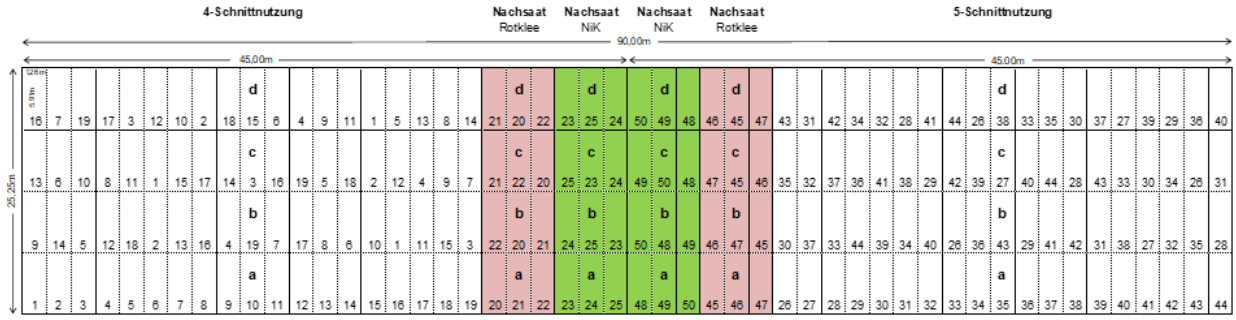
4 Schnitte = Ertragslage mittel: N 140 kg, P_2O_5 75 kg, K_2O 200 kg ha^{-1}

5 Schnitte = Ertragslage hoch: N 210 kg (170 kg in Bio), P_2O_5 115 kg, K_2O 330 kg ha^{-1}

Kleegras (Mischung KM) N 40 kg/ha im 1. HNJ und N-Erhöhung im Fall Kleeabnahme

Abbildung 2 zeigt den detaillierten Versuchsplan am Beispiel Gumpenstein (4- und 5-Schnittnutzung).

Abbildung 2: Der Versuchsplan im Überblick



Standortbeschreibungen

Gumpenstein und Piber

Als erster Versuchsstandort zur Evaluierung der Forschungsfragen in inneralpinen Lagen wurde das Versuchsfeld der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (47°29'N, 14°06'E; 710 m Seehöhe) gewählt. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt an diesem Standort 8,5°C, und die durchschnittliche Niederschlagssumme beläuft sich auf 1077 mm. Der Boden ist ein Cambisol auf silikatischem Ausgangsgestein,

Als zweiter Versuchsstandort außerhalb des alpinen Gebiets wurde die Außenstelle der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Piber in der Weststeiermark (47°04'N, 15°06'E; 490 m Seehöhe) gewählt. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt an diesem Standort 11°C, und die durchschnittliche Niederschlagssumme beläuft sich auf 781 mm. Die Versuchsfläche ist leicht hängig, und der Boden ist ein Hangpseudogley mit sandigem Lehm.

Lambach und Trautenfels

An den beiden zertifizierten Bio-Standorten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein – Trautenfels (47°30'52'' N, 14°03'50'' E, 740 m ü. A., Ø 6,9 °C, Ø 1.142 mm Niederschlag) und Lambach/Stadl-Paura (48°05'33'' N, 13°51'21'' E, 380 m ü. A., Ø 8,7 °C, Ø 972 mm Niederschlag) – wurde der Seedmix-Versuch im Zeitraum 2020 - 2022 durchgeführt.
Der Standort Trautenfels repräsentiert eine inneralpine Grünlandregion mit vier Nutzungen pro Jahr, während Lambach im Voralpenraum auf tiefgründigen, nährstoffreichen Böden mit fünf Nutzungen pro Jahr bewirtschaftet wird.

Hagenberg und Grabenegg

Das Seedmix-Projekt wurde an den beiden AGES-Grünlandversuchsstandorten **Grabenegg** (NÖ) und **Hagenberg** (OÖ) durchgeführt. Auf das Anlagejahr 2019 folgten vier Hauptnutzungsjahre (2020 - 2023) mit jeweils 4- bzw. 5-Schnittregimen. Die Grünmasse wurde parzellenspezifisch erfasst, während Trockenmasse- und Rohproteingehalte objektspezifisch analysiert wurden.

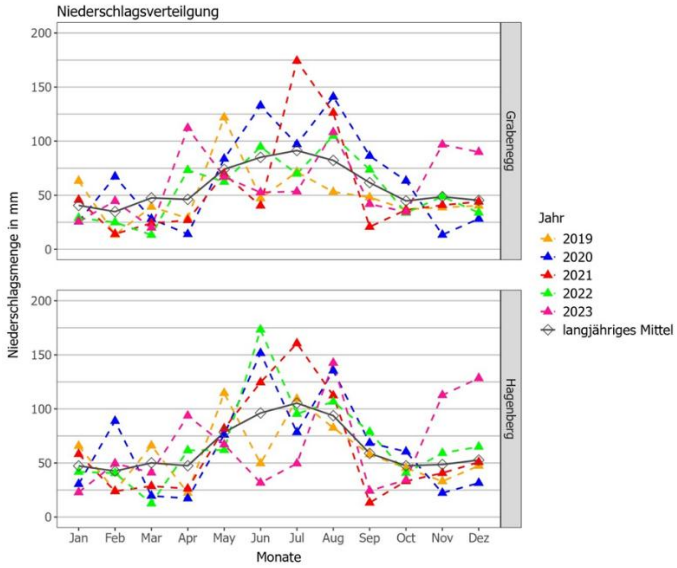
Die beiden Standorte Grabenegg mit einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von 704 mm und Hagenberg von 772 mm (AGES 2023) liegen im Grenzbereich einer optimalen Wasserversorgung für Dauergrünland und sind daher besonders interessant für die im Seedmix-Projekt untersuchten Fragestellungen zur Klimawandelanpassung. Nach Buchgraber (2007) kann bereits bei weniger als 800 mm Jahresniederschlag oder bei ungleichmäßiger Verteilung eine eingeschränkte Wasserversorgung auftreten. An beiden Standorten mehren sich klimabedingte Extremereignisse wie Hitze- und Trockenperioden, die zu deutlichen Ertragsverlusten im Grünland führen können (vgl. Pötsch et al., 2019).

Die klimatischen Verhältnisse an den Standorten Grabenegg und Hagenberg waren während des fünfjährigen Versuchszeitraums von teils deutlichen Schwankungen in Niederschlagsmenge und -verteilung geprägt (vgl. Abb. 1).

In Grabenegg verliefen drei der fünf Versuchsjahre (2019, 2021 und 2022) unterdurchschnittlich trocken, während in Hagenberg zwei Jahre (2019 und 2022) geringere Niederschläge als im langjährigen Mittel aufwiesen.

Beide Standorte lagen damit zeitweise unter der für ertragsstarkes Grünland empfohlenen Jahresniederschlagsmenge von rund 800 mm.

Abbildung 3: Monatliche Niederschlagsverteilung an beiden AGES-Standorten im Versuchszeitraum 2019–2023 im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2018 (Geosphere Austria 2025)



Imst

Der Standort Imst liegt ca. 60 km westlich von Innsbruck auf einer Seehöhe von 720 m im inneralpinen Trockengebiet. Die durchschnittlichen Niederschlagsmengen liegen bei ca. 790 mm/a, die Durchschnittstemperatur bei etwa 7,4 °C. Der Boden ist eine kalkhaltige Lockersediment-Braunerde, stark humos, eher gut mit Wasser versorgt und als mittelwertiges Grünland klassifiziert.

Der Versuch wurde am 16.04.2019 eingesät, die Einsaat erfolgte händisch als Breitsaat. Aus Platzgründen konnten nur drei Wiederholungen bei grundsätzlich viermaliger Nutzung und entsprechend angepasster Düngung angelegt werden.

Eignung von Saatgutmischungen für intensive Grünlandnutzung und Vergleich unterschiedlicher Saatgutqualitäten

Einerseits interessiert der Vergleich, wie weit unterschiedliche Mischungen des Top-Qualitäts-Segmentes für Vielschnittnutzung geeignet sind. Dazu wurden die Mischungen B (Dauergrünlandmischung für bis zu 3 Nutzungen), VS (Dauerwiesenmischung für 4 und mehr

Nutzungen), WM (Wechselwiesenmischung für bis zu 3 Hauptnutzungsjahre), IM (Feldfutter-Intensivmischung mit Bastardraygras für bis zu 3 Hauptnutzungsjahre) sowie KM (Kleegrasmischung für 2-3 Hauptnutzungsjahre) in den Versuch gestellt und verglichen (Tabelle 1). Eine detaillierte Zusammensetzung der Mischungen sowie der aktuell eingemischten Sorten kann im ÖAG-Handbuch eingesehen werden (https://www.gruenland-viehwirtschaft.at/saatgut/qualitaetssaatgutmischungen.html). Die im Versuch verwendeten ÖAG-Sorten sind in Tabelle 2 ersichtlich.

Eine Antwort auf die häufige Fragestellung, welchen Mehrwert die nach den Ergebnissen der Sortenprüfung ausgewählten ÖAG-Top-Sorten (Tabelle 2) im Vergleich zu Standardsorten bringen, sollte im Seedmix-Versuch ebenfalls beantwortet werden. Dazu wurden Referenzmischungen der Dachmarke Saatgut Austria (laut Mischungsrahmen entsprechend den Mischungen WM, B und VS) als Vergleich in den Versuch gestellt. Zusätzlich wurde noch die nur in Südtirol erhältliche ÖAG-Mischung Dwi-r, speziell geeignet für trockene Standorte, in den Vergleich gestellt.

Zu beachten ist, dass alle Mischungen entsprechend ihrer empfohlenen Aussaatmenge ausgebracht wurden, was im Vergleich der ÖAG-Mischungen eine Saatgutersparnis von bis zu 16,7% ermöglichte.

Tabelle 1: Mischungen im Versuch Seedmix

Herkunft	Grünlandmischungen:		Lage	Aussaatmenge in kg/ha	
ÖAG	KM	Kleegras	mild/mittel	22	
ÖAG	IM	Feldfutter-Intensiv	mild/mittel	23	
ÖAG	WM	Wechselwiese	mild/mittel	25	-16,7%
ÖAG	B	Dauerwiese	mittel	27	-10,0%
ÖAG	VS	Vielschnittwiese	mittel	25	-16,7%
	Referenzmischungen:				
Saatgut Austria	WM	Wechselwiese	mild/mittel	30	
Saatgut Austria	B	Dauerwiese	mittel	30	
Saatgut Austria	VS	Vielschnittwiese	mittel	30	
Südtirol	Dwi-r	Dauerwiese Südtirol	trocken	32	

Tabelle 2: Qualitäts-Sorten im Versuch

Sortenbedarf Mischungsversuch Gumpenstein, Schlag IX		
Art	Lat. Name	Sorte
Bastard Raygras	*Lolium x boucheanum*	Leonis
Englisch Raygras früh (40%)	*Lolium perenne*	Arvicola
Englisch Raygras mittel (30%)	*Lolium perenne*	Alodia
Englisch Raygras spät (30%)	*Lolium perenne*	Barfamos
Glatthafer	*Arrhenatherum elatius*	Arone
Goldhafer	*Trisetum flavescens*	Gunther
Wiesenfuchsschwanz	*Alopecurus pratensis*	Gufi
Knaulgras	*Dactylis glomerata*	Tandem
Rotschwingel	*Festuca rubra rubra*	Gondolin
Timothe	*Phleum pratense*	Summergraze
Wiesenrispe Ertrag	*Poa pratensis*	Lato
Wiesenrispe Narbe	*Poa pratensis*	Selista
Wiesenschwingel	*Festuca pratensis*	Pardus
Hornklee	*Lotus corniculatus*	Marianne
Weißklee Ladino	*Trifolium repens*	Alice
Weißklee Wiese	*Trifolium repens*	Fiona, Merida
Rotklee	*Trifolium pratense*	Semperina

Substitution von Wiesenschwingel mit trockenheitstoleranten Arten

In den letzten Jahren wurden von der AGES verstärkt Sortenwertprüfungen bei alternativen Grünlandarten durchgeführt, welche sich ebenfalls für den Einsatz in österreichischen Grünlandmischungen eignen könnten. Bevor hier allerdings Empfehlungen an die Beratung ausgesprochen werden können, bedarf es einer ausführlichen Betrachtung ihrer Eigenschaften in Saatgutmischungen. Verfügbare, empfehlenswerte Sorten der Arten Rohrschwingel (Festuca arundinacea, Sorten Barolex, Barelite, je 50%) sowie Festulolium/Wiesenschweidel (x Festulolium, Sorte Hostyn) wurden ausgesucht und mit ihnen in allen 5 ÖAG-Versuchsmischungen jeweils der Wiesenschwingel ersetzt. Die aktuelle „Österreichische Beschreibende Sortenliste“ (https://bsl.baes.gv.at/fileadmin/BSL/pdf-Version/Beschreibende_Sortenliste-Auszug_2025_01.pdf) enthält die damals ausgewählten Sorten von Rohrschwingel allerdings nicht mehr.

Nachsaatwirkung auf Ertrag und Qualität

Immer wieder wird die Wirkung der Nachsaat in der Praxis hinterfragt, ebenso die Häufigkeit dieser Maßnahme zur Bestandesverbesserung. Welchen Mehrwert bringt also ein periodisches Nachsaatregime? Welchen Mehrwert bringt eine permanente Einsaat von Rotklee in Dauergrünlandbeständen?

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen wurde ein Nachsaatversuch integriert (Abbildung 2). Je nach maschineller Ausstattung wurden an den Versuchsstandorten die Nachsaatmischung NIK mit Klee (Nachsaatmischung für 4 und mehr Nutzungen) 15 kg ha^{-1} alle 2 Jahre entweder mittels Nachsaatstriegel oder händisch mittels Eisenrechen eingebracht. Als Vergleich wurde jährlich Rotklee (Sorte Semperina, die letzten 2 Jahre Wechsel auf Sorte Milonia) mit 10 kg ha^{-1} nachgesät.

Im ersten Hauptnutzungsjahr erfolgte keine Nachsaat.

Auswertung

Die Auswertung der einzelnen Versuchstandorte erfolgte in SAS. Für die Versuchsübergreifenden Auswertungen wurde R-Studio verwendet.

Statistische Auswertung der Saatgutqualität, Nachsaat und Substitution

Die statistische Auswertung erfolgte in R (R Core Team, 2023) mittels Linear Mixed Models (LMM) unter Verwendung des R-Pakets lme4 (Bates et al., 2015). Ziel war es, die Effekte verschiedener Saatgutqualitäten, Mischungen und Schnittfrequenzen auf Ertrags- und Qualitätsparameter zu quantifizieren, wobei die zufällige Variation zwischen Standorten und Jahren berücksichtigt wurde.

Für alle drei Auswertungsbereiche (Saatgutqualität, Nachsaat und Substitution) wurden folgende abhängige Variablen analysiert:

- Jahreserträge der Trockenmasse (TM) und des Rohproteins (XP)
- gewichtete XP- und MJ ME-Gehaltswerte

In den Modellen wurden folgende feste Effekte berücksichtigt:

- Für die Auswertung der Saatgutqualität:
  - Jahr + Saatgut + Mischung + Frequenz sowie deren zweifache Wechselwirkungen.
- Für die Auswertungen der Nachsaat und Substitution:
  - Saatgut + Mischung + Frequenz einschließlich der zwei- und dreifachen Wechselwirkungen.

Zur Abbildung standort- und jahresbedingter Heterogenität wurden die folgenden zufälligen Effekte spezifiziert:

(1 | Standort):

Jeder Versuchsstandort erhielt ein eigenes zufälliges Intercept, wodurch ein spezifisches „Grundniveau“ pro Standort modelliert wurde.

(1 | Jahr:Standort):

Diese Verschachtelung erlaubt, dass die Jahreswirkung innerhalb eines Standorts zufällig variieren kann.

Die Auswertungen basierten auf den folgenden Datensätzen:

Saatgutqualität:

- Saatgutqualitätsstufen: ÖAG und Saatgut Austria
- Jahre 2020 - 2023; alle Standorte; alle Schnitthäufigkeiten; Mischungen: WM, B und VS

Nachsaat:

- Nachsaatvarianten: "NI" und Rotklee (*Trifolium pratense*)
- Jahre 2021 - 2023; alle Standorte; alle Schnitthäufigkeiten; Saatgutqualitätsstufe: ÖAG, Mischungen: WM, B und VS.

Substitution:

- Substitutionsarten: Rohrschwingel (*Festuca arundinacea)* und Festulolium (*Festuca × Lolium*)
- Jahre 2020 - 2023; alle Standorte; alle Schnitthäufigkeiten; Saatgutqualitätsstufen: ÖAG; Mischungen: WM, B, VS, IM und KM;

Nach der Modellierung wurden die festen Effekte und Interaktionen durch marginale Mittelwerte (estimated marginal means, EMMeans) mit dem Paket emmeans (Lenth, 2023) näher untersucht. Die Ergebnisse beruhen demnach auf modellbasierten Schätzungen der mittleren Effekte und berücksichtigen damit sowohl feste als auch zufällige Effekte der LMM-Struktur.

Zur Überprüfung signifikanter Unterschiede zwischen den Saatgutstufen erfolgten paarweise Vergleiche der marginalen Mittelwerte innerhalb jedes Jahres mit einer Tukey-Korrektur zur Anpassung an Mehrfachvergleiche.

In der Auswertung der Nachsaat mittels "NI" und Rotklee und der Substitution mittels Rohrschwingel und Festulolium wurde ein kontrastbasierter Ansatz gewählt. Dabei wurden

die marginalen Mittelwerte der Nachsaat- und Substitutionsstufen innerhalb jeder Kombination von Mischung und Schnittfrequenz berechnet.

Im Anschluss erfolgten gerichtete Vergleiche zwischen den Behandlungen und einer Kontrollstufe („keine Nachsaat“, „keine Substitution = Wiesenschwingel“). Diese sogenannten Behandlung-gegen-Kontrolle-Kontraste wurden mithilfe der trt.vs.ctrl-Methode aus dem emmeans-Paket durchgeführt. Die *p*-Werte wurden mit der Bonferroni-Methode angepasst.

Für die Auswertungen der projektiven Deckung, der Verunkrautung und Deckung der erwünschten Arten wurden Daten aller Standorte miteinbezogen, einzig die der beiden biologisch bewirtschafteten Standorte (Trautenfels und Lambach) standen im Jahr 2023 nicht mehr zu Verfügung.

Die Bonituren wurden nach Peratoner und Pötsch (2015) durchgeführt. Dazu wird in einem ersten Schritt die projektive Deckung des Pflanzenbestandes ermittelt. Diese wird gleich 100 gesetzt und in einem weiteren Schritt auf die Gewichtsanteile der Artengruppen aufgeteilt. Diese Artengruppen können bei Vollerhebungen noch weiter in die Einzelarten unterteilt werden.

Aufgrund des enormen zeitlichen und personellen Aufwands für die pflanzenbaulichen Vollerhebungen stehen für die Entwicklung der einzelnen Arten nicht immer alle Standorte zur Verfügung, diese sind in Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3: Botanische Vollerhebungen auf den Versuchsstandorten

	2020	2021	2022	2023
Gumpenstein	x	x	x	x
Piber	x	x	x	x
Trautenfels	x	x	x	
Lambach	x	x	x	
Grabenegg	x			x
Hagenberg	x			x
Imst	x			

Die statistische Auswertung erfolgte in R (R Core Team, 2023) mittels Linear Mixed Models (LMM) unter Verwendung des R-Pakets lme4 (Bates *et al.*, 2015). Ziel war es, die Effekte verschiedener Saatgutqualitäten, Mischungen und Schnittfrequenzen auf die projektive Deckung, den Anteil erwünschter Arten sowie die Verunkrautung zu quantifizieren, wobei die zufällige Variation zwischen Standorten und Jahren berücksichtigt wurde. Eine weitere Beschreibung der Analysen ist im Beitrag von *Klingler A.* ersichtlich.

Für die Darstellung der Pflanzenbestandsentwicklung hinsichtlich der Einzelarten und auch die Darstellung der Substitutionsmöglichkeiten des Wiesenschwingels wurde aufgrund der geringeren Datenmenge keine Statistik gerechnet, die Abbildungen zeigen lediglich Mittelwertvergleiche der zur Verfügung stehenden Standorte.

Ergebnisse und Diskussion

Gumpenstein und Piber

Erträge und Entzüge

Unabhängig von der Schnitthäufigkeit erzielte das im Jahr 2019 neu angelegte Intensivgrünland in Gumpenstein anfänglich durchschnittlich 108 bis 111 dt TM/ha und verzeichnete bis zum 5. Hauptnutzungsjahr (HNJ) einen verhältnismäßig linearen Ertragsrückgang um ca. 18 % auf 86 bis 88 dt TM/ha (Abbildung 1). Nach Resch und Pötsch (2017) wurden auf Dauergrünland mit 4 Schnitten am Standort Gumpenstein im langjährigen Durchschnitt vergleichbare 87 dt TM/ha erreicht. Der Unterschied in der Bewirtschaftungsintensität zwischen 4- und 5-Schnittnutzung bzw. N-Düngung führte im Versuch GL-909 zu einer mittleren Ertragsdifferenz von 15 dt TM/ha zugunsten der intensiveren 5-Schnittnutzung (104 dt TM/ha).

Am Standort Piber starteten die angesäten Mischungen im 4-Schnittsystem im Anlagejahr mit einem durchschnittlichen TM-Ertrag von 161 dt/ha, d.h. um ca. 60 % mehr Ertrag als in Gumpenstein (Tabelle 4). Bis zum Jahr 2022 fiel der TM-Ertrag linear stark bis auf durchschnittlich 72 dt/ha ab – entspricht einer Reduktion von 55 %. Die gute Niederschlagsverteilung im Jahr 2023 sorgte für sehr gute mittlere TM-Erträge von 132 dt/ha, die im Jahr 2024 wieder auf 104 dt TM/ha sanken. Insgesamt zeigte der Standort Piber mit durchschnittlich 114 dt TM/ha ein um 31 % höheres Ertragspotenzial, jedoch bedingt durch teils unzureichende Niederschlagsverteilung auch hohe Ertragsschwankungen in den Jahren.

Tabelle 4: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern der Erträge und Entzüge der Seedmix-Standorte Gumpenstein und Piber

Parameter	Standort	**Mittelwert [.../ha]**	n	Jahr	Frequenz	Mischung	Substitution	Nachsaat	JxF	JxM	JxS	JxN	FxM	FxS	FxN	R^2
TM-Ertrag [kg]	Gumpenstein	**9653**	1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	75,3
	Piber	**11440**	600	0,00	k.A.	0,05	0,03	0,25	k.A.	0,97	0,19	0,24	k.A.	k.A.	k.A.	82,1
CP-Ertrag [kg]	Gumpenstein	**1519**	1200	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	84,1
	Piber	**1562**	600	0,00	k.A.	0,01	0,07	0,67	k.A.	0,82	0,52	0,59	k.A.	k.A.	k.A.	73,2
NEL-Ertrag [GJ]	Gumpenstein	**57,2**	1000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,24	0,00	0,01	79,9
	Piber	**58,5**	500	0,00	k.A.	0,22	0,02	0,26	k.A.	0,96	0,89	0,15	k.A.	k.A.	k.A.	69,2
N-Entzug [kg]	Gumpenstein	**243**	1200	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	84,1
	Piber	**250**	600	0,00	k.A.	0,01	0,07	0,67	k.A.	0,82	0,52	0,59	k.A.	k.A.	k.A.	73,2
P-Entzug [kg]	Gumpenstein	**41,3**	1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	78,5
	Piber	**38,2**	600	0,00	k.A.	0,00	0,01	0,00	k.A.	0,93	0,31	0,04	k.A.	k.A.	k.A.	75,8
K-Entzug [kg]	Gumpenstein	**227**	1200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,01	0,00	0,08	0,51	88,5
	Piber	**259**	600	0,00	k.A.	0,00	0,06	0,22	k.A.	0,95	0,59	0,25	k.A.	k.A.	k.A.	83,1

Der Ertrag an Rohprotein war im 4-Schnittsystem in Gumpenstein mit 1295 kg/ha (SD 227 kg/ha) im Vergleich zu Dauergrünland (1074 kg CP/ha nach Resch und Pötsch 2017) um 17 % höher. Im 5-Schnittsystem konnten in Gumpenstein durchschnittlich 1814 kg CP/ha im Jahr geerntet werden, also um 40 % mehr als bei 4 jährlichen Nutzungen. Andererseits stieg der N-Entzug/ha im intensiveren 5-Schnittsystem auf 290 kg N/ha (SD 37 kg/ha) gegenüber 208 kg N/ha Entzug im 4-Schnittsystem (SD 36 kg/ha). In Piber brachte die 4-Schnittnutzung im Durchschnitt jährlich 1562 kg CP/ha (SD 366 kg/ha) ein, um 21 % mehr als in Gumpenstein. Der N-Entzug betrug in Piber 250 kg N/ha und Jahr (SD 59 kg/ha), er war somit um 42 kg N höher als in Gumpenstein.

Der Energie-Jahresertrag in GJ/ha betrug im Seedmix 4-Schnittsystem in Gumpenstein 53 GJ/ha und in Piber 56,9 GJ/ha, im Vergleich zu 49 GJ/ha im älteren Dauergrünland (Resch und Pötsch, 2017). Mit der intensiveren 5-Schnittnutzung konnte der Energieertrag in Gumpenstein auf durchschnittlich 64,7 GJ/ha (SD 7,2 GJ/ha) bzw. um 20 % gegenüber dem 4-Schnittsystem gesteigert werden.

Abbildung 4: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland mit verschiedenen Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für Standort Gumpenstein

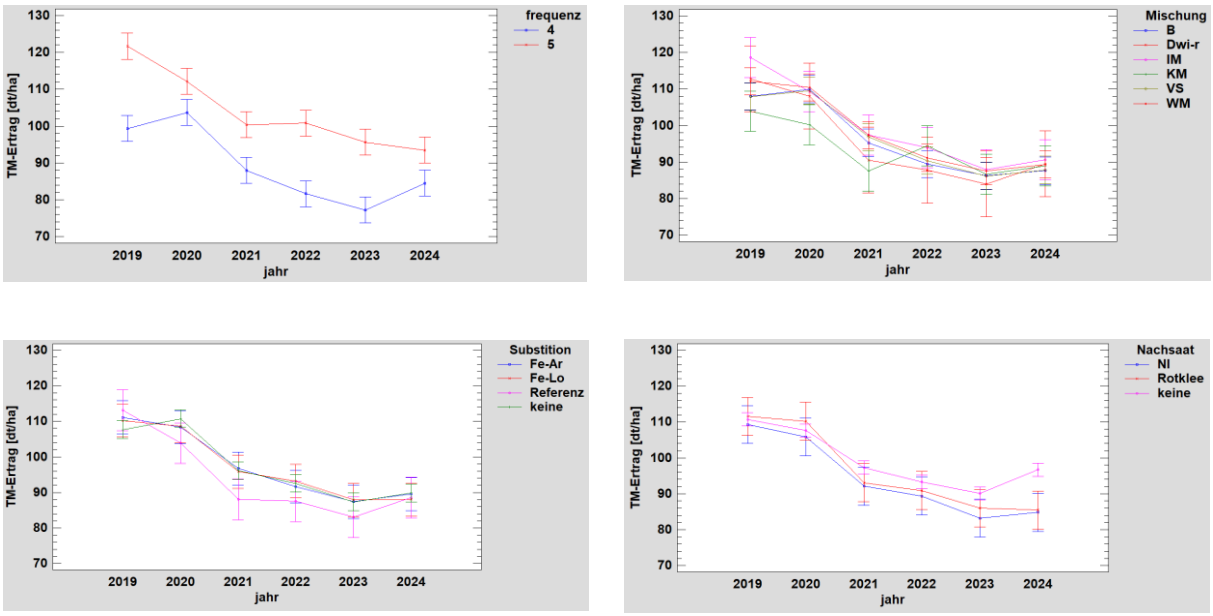
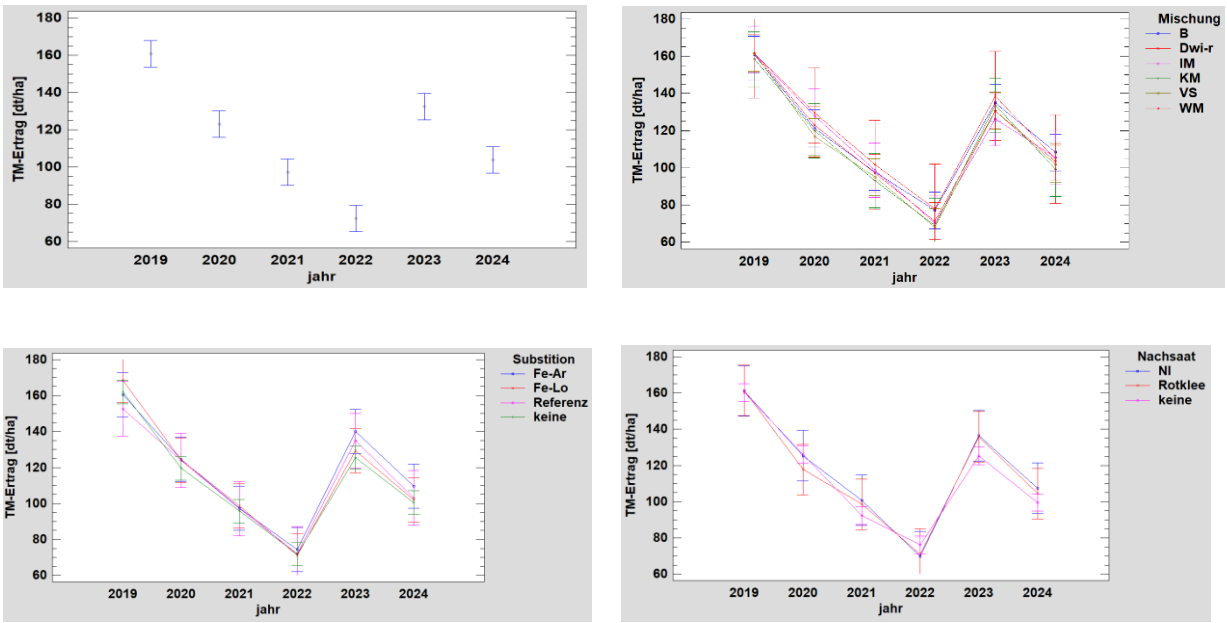


Abbildung 5: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland mit verschiedenen Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für Standort Piber



Die TM-Erträge und damit zu einem guten Teil auch die Erträge an Rohprotein bzw. Energie (NEL) wurden hoch signifikant (P < 0,01) vom Jahr und von der Schnittfrequenz beeinflusst (Tabelle 4). In Gumpenstein übten auch die Faktoren Mischung, Substitution und Nachsaat einen hoch signifikanten Effekt auf die Erträge aus, während in Piber die Mischungen bzw. die Substitution nur tendenzielle oder signifikante Wirkungen zeigten. Der Effekt des Faktors Nachsaat war in Piber auf die Erträge nur zufällig (P > 0,05). In Tabelle 4 sind auch die Wechselwirkungen von Faktorkombinationen angeführt, die teilweise signifikant (P < 0,05), aber auch zufällig sein konnten. Nachstehend sind ausgewählte Wechselwirkungen bezüglich Faktor Jahr mit den Faktoren Frequenz, Mischung, Substitution und Nachsaat dargestellt (Abbildung 4 und 5).

In Gumpenstein brachte die Rotkleegrasmischung „KM“ in den ersten drei Jahren einen signifikant geringeren TM-Ertrag als die Wiesenmischungen „B“ bzw. „VS“ oder die Intensivmischungen „WM“ und „IM“. Offensichtlich waren die geringere N-Düngung und die suboptimale Leistung des Rotklees für diese Situation verantwortlich. Erst die Steigerung der N-Düngung brachte Mischung „KM“ im Jahr 2022 wieder auf das Niveau der anderen Mischungen (Abbildung 1 rechts oben). Die Substitution mit Rohrschwingel bzw. Festulolium zeigte gegenüber der Mischung mit Wiesenschwingel keine signifikante Wirkung. Allerdings wiesen die Vergleichsmischungen aus dem Handel (Referenz) vom 1. bis 4. Hauptnutzungsjahr um 3 dt TM/ha schlechtere TM-Erträge auf (Abbildung 3 links unten). Faktor Nachsaat führte in Gumpenstein zu keinem messbaren Erfolg im TM-Ertrag, im Gegenteil, ab dem 2. Hauptnutzungsjahr lagen die Mischungen ohne Nachsaat signifikant höher im TM-Ertrag (um 3 bis 5 dt/ha) gegenüber der Nachsaat mit Rotklee bzw. Nachsaatmischung „NI“.

In Piber hatte die Mischung keinen Einfluss auf den TM-Ertrag. Die Rotkleegrasmischung „KM“ funktionierte trotz deutlich geringerer N-Düngung in den ersten Jahren sehr gut und hielt mit den höher gedüngten Mischungen im Ertrag mit. Die Substitution von Wiesenschwingel mit Rohrschwingel (Fe-Ar) brachte 5 dt TM/ha mehr Ertrag gegenüber den Mischungen mit Wiesenschwingel.

Futterqualität

Der Nutzungszeitpunkt von Grünlandpflanzen hat nach Daccord et al. (2001) einen starken Einfluss auf die Gehaltswerte an Zellwandbestandteilen. Nach Resch et al. (2015) ist neben Nutzungshäufigkeit und Aufwuchs auch die botanische Zusammensetzung in Form des

Bestandestyps von entscheidender Bedeutung für die Futterqualität. Bei intensivem Grünland mit einer Schnittfrequenz von 5 Wochen (5-Schnittsystem) bzw. 6 Wochen (4-Schnittsystem) ergaben sich für die Seedmix-Standorte Gumpenstein und Piber deutliche Unterschiede in den Parametern der Futterqualität (Tabelle 5).

Rohprotein (CP)

Im 4-Schnittsystem lagen die neu angelegten Seedmix-Mischungen im Rohproteingehalt mit 138 g/kg TM (Piber) bzw. 145 g/kg TM (Gumpenstein) im gewogenen Jahresmittelwert doch deutlich höher als Dauergrünland aus dem Projekt DW-NET mit 131 g CP/kg TM (Resch und Pötsch, 2017). Am Standort Piber führte der geplante Schnittzeitpunkt für den 1. Aufwuchs offensichtlich zu einer fortgeschrittenen phänologischen Entwicklung in Verbindung mit mehr Faseranteilen und geringerer Wertigkeit. Dieser Nachteil bewirkte für den gewogenen Jahresmittelwert um 7 g weniger CP/g TM in Piber. Die Folgeaufwüchse lagen in Piber im CP-Gehalt besser als in Gumpenstein (Tabelle 5). Das 5-Schnittsystem hob den Rohproteingehalt um 23 g auf durchschnittlich 168 g CP/kg TM an. Dieser CP-Gehalt entspricht den Durchschnittsgehalten von Intensivgrünland im Ähren-/Rispenschieben aus den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (Resch et al., 2017b).

Mischung „KM“ erreichte mit durchschnittlich 160,6 g CP/kg TM in Gumpenstein einen signifikant höheren Rohproteingehalt als die übrigen Mischungen, wobei „IM“ mit 153 g CP/kg TM das Schlusslicht bildete. Die zugekauften Handelsmischungen (Referenz) waren signifikant niedriger im CP-Gehalt als die ÖAG-Mischungen. Die Substitution mit Rohrschwingel bzw. Festulolium hatte keinen Einfluss auf CP, ebenso zeigte die Nachsaat keine Wirkung in Gumpenstein. In Piber war Mischung „KM“ mit 142 g CP/kg TM im Vorteil gegenüber „B“ und „VS“ die jeweils 135 g CP/kg TM erreichten. Die Referenz-Mischungen waren in Piber mit 141 g CP/kg TM besser als die ÖAG-Mischungen bzw. die Substitutionsvarianten. Die Nachsaatvarianten Rotklee und „NI“ schnitten mit signifikant geringeren CP-Gehalten ab als die Mischungen ohne Nachsaat.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik von Inhaltsstoffen, Verdaulichkeit und Energie in Abhängigkeit von Standort, Schnittfrequenz und Aufwuchs

Parameter	Einheit	Schnitte	Standort	Mittelwerte - Aufwüchse					Gesamt	SD - Aufwüchse				
				1	2	3	4	5	gew.	1	2	3	4	5
Rohprotein	g/kg TM	4	Gumpenstein	139	137	154	150		145	20,7	24,6	19,2	17,7	
			Piber	115	141	163	171		138	16,1	21,1	18,8	20,4	
		5	Gumpenstein	178	144	178	175	197	168	25,8	25,9	17,4	19,0	21,1
aNDFom	g/kg TM	4	Gumpenstein	504	529	544	540		530	45,1	31,9	33,8	22,9	
			Piber	585	544	549	522		558	40,4	40,8	36,6	43,6	
		5	Gumpenstein	472	546	513	537	468	516	35,6	30,8	32,5	39,1	21,8
ADFom	g/kg TM	4	Gumpenstein	300	338	355	337		333	32,5	15,5	14,8	19,4	
			Piber	360	347	359	328		352	22,2	18,5	18,6	25,3	
		5	Gumpenstein	276	344	339	350	283	324	31,1	15,2	17,4	16,4	22,8
ADL	g/kg TM	4	Gumpenstein	36	42	50	49		44	6,1	2,9	6,1	8,1	
			Piber	46	46	51	47		47	6,5	5,1	5,0	9,8	
		5	Gumpenstein	32	42	44	46	36	41	7,4	5,3	5,8	6,5	5,5
Rohasche	g/kg TM	4	Gumpenstein	82	90	93	85		87	10,3	15,9	22,3	35,1	
			Piber	94	109	103	97		101	13,9	17,2	23,6	25,1	
		5	Gumpenstein	94	102	100	92	83	94	6,8	22,8	11,4	11,6	17,2
OM-Verdaulichkeit	%	4	Gumpenstein	68,3	66,6	65,1	64,2		66,0	2,5	2,7	2,9	2,1	
			Piber	58,1	63,2	62,1	64,4		60,9	3,2	2,1	3,1	3,3	
		5	Gumpenstein	71,0	64,8	67,9	66,1	71,3	67,4	2,8	2,8	1,9	3,4	2,4
ME	MJ/kg TM	4	Gumpenstein	10,0	9,6	9,3	9,4		9,6	0,36	0,40	0,46	0,45	
			Piber	8,6	9,1	9,0	9,4		8,9	0,49	0,30	0,44	0,56	
		5	Gumpenstein	10,3	9,3	9,7	9,5	10,4	9,7	0,44	0,44	0,28	0,43	0,39
NEL	MJ/kg TM	4	Gumpenstein	5,9	5,7	5,5	5,5		5,7	0,26	0,28	0,31	0,29	
			Piber	5,0	5,3	5,2	5,5		5,2	0,33	0,20	0,29	0,38	
		5	Gumpenstein	6,2	5,5	5,7	5,6	6,2	5,8	0,33	0,29	0,19	0,30	0,27

Gerüstsubstanzen (aNDFom, ADFom und ADL)

Die Gerüstsubstanzen waren allgemein gesehen im Vergleich zu Gruber et al. (2018) als erhöht einzustufen, weil die Gehalte aNDFom im Durchschnitt bei 4-Schnittnutzung über 530 g/kg TM und im 5-Schnittsystem über 510 g/kg TM lagen und die ADFom-Gehalte meist über 300 g/kg TM. Die durchschnittlichen Ligningehalte (ADL) waren für Intensivgrünland ebenso eher ungünstig mit mehr als 40 g/kg TM. Im Vergleich dazu enthielten alte Dauerwiesenbestände aus dem Projekt DW-NET im 4-Schnittsystem nach Resch (2023) folgende Gehalte: 496 g aNDFom/kg TM, 325 g ADFom/kg TM und 55 g ADL/kg TM.

Mischung „KM“ lag in Gumpenstein mit 512 g aNDFom/kg TM signifikant geringer als die übrigen Mischungen, insbesondere „IM“, „Dwi-r“ und „B“ (526-530 g aNDFom/kg TM). Im ADFom war Mischung „VS“ mit 326 g/kg TM günstiger als „B“ mit 333 g/kg TM und auch hier waren die Referenz-Mischungen signifikant höher als die ÖAG-Mischungen. Im ADL-Gehalt lagen Mischung „KM“ und „B“ mit 44 g/kg TM ungünstiger als „VS“ mit 42 g/kg TM. Ein leichter Nachteil, aber signifikanter Nachteil war bei den Handelsmischungen mit 44 g ADL/kg TM gegenüber den ÖAG-Mischungen mit 42 g ADL/kg TM feststellbar.

In Piber war auch Mischung „KM“ mit 547 g/kg TM im aNDFom-Gehalt signifikant geringer als „B“ (573 g/kg TM), wobei das aNDFom-Niveau in Piber im Durchschnitt um 16 g höher lag als in Gumpenstein. Die Substitutionsvarianten und die Referenz-Handelsmischungen unterschieden sich im aNDFom-Gehalt nicht von den ÖAG-Mischungen. Nachsaatvariante „NI“ hatte mit 564 g/kg TM höhere aNDFom-Gehalte als bei Rotklee-Nachsaat (553 g/kg TM). Die ADFom-Gehalte waren in Piber allgemein auf sehr hohem Niveau von 333 g/kg TM (SD 11,2 g/kg TM). Im ADFom-Gehalt war Mischung „VS“ mit 347 g/kg TM besser als „Dwi-r“ (354 g/kg TM) bzw. „B“ (360 g/kg TM). Lignin war in Piber speziell in den Jahren 2023 und 2024 über 50 g/kg TM. Mischung „KM“ und „B“ enthielten mit 48 g/kg TM signifikant mehr ADL als „VS“ (46 g/kg TM). Die Differenzen zwischen Varianten mit Substitution, Nachsaat bzw. den Saatgut-Handelsmischungen zu den ÖAG-Mischungen waren in Piber nicht praxisrelevant.

Tabelle 6: P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern der Futterqualität der Seedmix-Standorte Gumpenstein und Piber

Parameter	Standort	Mittel-wert	Jahr	Frequenz	Aufwuchs	Mischung	Substitution	Nachsaat	JxF	JxA	JxM	JxS	JxN	R^2
Rohprotein	Gumpenstein	**156**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,4
	Piber	**138**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	90,3
aNDFom	Gumpenstein	**523**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,0
	Piber	**558**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,04	k.A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	70,9
ADFom	Gumpenstein	**329**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,17	83,3
	Piber	**351**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,29	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,08	0,27	66,4
ADL	Gumpenstein	**43**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	84,5
	Piber	**47**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,34	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	81,6
Rohasche	Gumpenstein	**90**	0,00	0,00	0,00	0,01	0,83	0,00	0,00	0,00	0,02	0,58	0,44	38,5
	Piber	**99**	0,00	k.A.	0,00	0,22	0,05	0,31	k.A.	0,00	0,17	0,04	0,56	37,3
OMD	Gumpenstein	**71,4**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,03	0,00	0,00	0,01	0,56	0,02	72,5
	Piber	**65,7**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,04	k.A.	0,00	0,00	0,47	0,00	79,1
ME	Gumpenstein	**10,2**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,06	0,68	0,03	73,8
	Piber	**9,4**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,05	0,02	k.A.	0,00	0,00	0,41	0,02	75,0
NEL	Gumpenstein	**6,09**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,02	0,67	0,02	75,6
	Piber	**5,54**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,04	0,01	k.A.	0,00	0,00	0,45	0,01	76,1
Calcium	Gumpenstein	**7,1**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,0
	Piber	**7,0**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	82,1
Phosphor	Gumpenstein	**4,3**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	78,8
	Piber	**3,4**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,46	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	83,6
Magnesium	Gumpenstein	**3,0**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,6
	Piber	**2,6**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,02	88,9
Kalium	Gumpenstein	**23,2**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	92,1
	Piber	**22,4**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,81	0,00	81,9
Natrium	Gumpenstein	**1282**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	86,3
	Piber	**1388**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,45	70,3
Eisen	Gumpenstein	**362**	0,00	0,00	0,00	0,78	0,71	0,36	0,00	0,00	0,13	0,22	0,32	40,1
	Piber	**520**	0,00	k.A.	0,00	0,16	0,15	0,80	k.A.	0,00	0,06	0,09	0,68	34,5
Mangan	Gumpenstein	**209**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	64,2
	Piber	**137**	0,00	k.A.	0,00	0,52	0,34	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,05	0,44	45,9
Zink	Gumpenstein	**31**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	60,6
	Piber	**22**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,04	0,20	k.A.	0,00	0,00	0,17	0,09	31,2
Kupfer	Gumpenstein	**7,7**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,8
	Piber	**6,1**	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	0,03	72,3

Rohasche (CA)

Allgemein war der Anteil an mit Erde verschmutzten Futterproben und Rohaschegehalten über 120 g/kg TM in Gumpenstein als gering zu bezeichnen. Im Jahr 2024 waren allerdings mehr verschmutzte Futterproben dabei. Die kleereichere Mischung „KM“ wies mit 92 g CA/kg TM etwas mehr Asche auf als „B“ mit 89 g/kg TM. Die Varianten mit Substitution unterschieden sich nicht im Rohaschegehalt. Die Nachsaatvariante mit Rotklee war im GL-909 mit 89 g CA/kg TM signifikant geringer als die Variante ohne Nachsaat mit 92 g CA/kg TM. In Piber wies Mischung „IM“ (98 g CA/kg TM) weniger Rohasche auf als „VS“ (103 g/kg TM). Ansonsten traten keine signifikanten Differenzen zwischen den Varianten in Piber bzgl. Rohaschegehalt auf.

Verdaulichkeit (OMD) und Energie (ME bzw. NEL)

Die Durchschnittswerte der OM-Verdaulichkeit (4-Schnittsystem 68,2 %; 5-Schnittsystem 72,4 %) sowie die Energiekonzentrationen (4-Schnittsystem 5,79 MJ NEL/kg TM; 5-Schnittsystem 6,16 MJ NEL/kg TM) sind vergleichbar mit dem Futterwert von Grünfutter aus intensiv genutztem Dauergrünland (Resch, 2023).

Die Mischung „VS“ schnitt im GL-909 mit 72,1 % OMD signifikant besser ab als „B“ und „Dwi-r“ mit 70,5 % OMD. Dieser Vorteil bewirkte in der Energie ebenso einen signifikanten Unterschied zwischen „VS“ (6,15 MJ NEL/kg TM) und „Dwi-r“ bzw. „B“ mit 6,01 MJ NEL/kg TM. Referenz-Handelsmischungen waren mit durchschnittlich 6,07 MJ NEL/kg TM statistisch signifikant zu unterscheiden gegenüber ÖAG-Mischungen bzw. der Substitution mit Festulolium – beide hatten 6,11 MJ NEL/kg TM. Nachsaat-Behandlungen hatten keinen Effekt in punkto Energiegehalt.

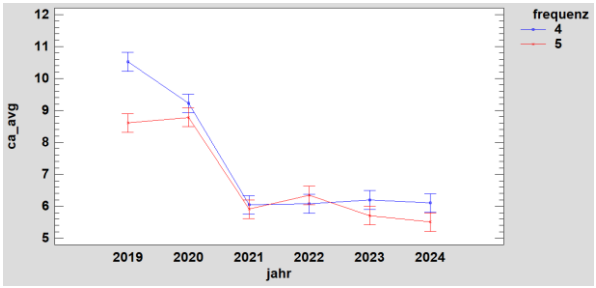
Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente)

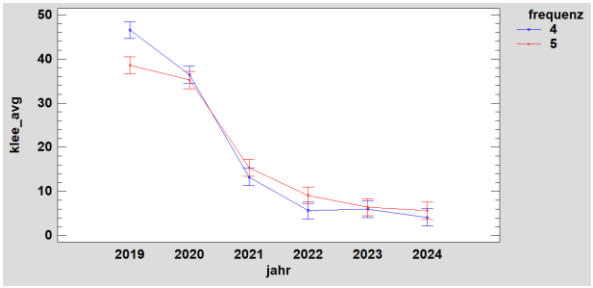
Der Gehalt an verschiedenen Elementen wird im Grünlandfutter hauptsächlich von Geologie, Bodenverhältnissen, Grünlandnutzung und Pflanzenbestand beeinflusst (Resch et al., 2009). Die Mittelwerte einzelner Elemente zeigen deutlich, dass sich die Standorte Gumpenstein und Piber unterscheiden (Tabelle 7), aber auch, dass die Nutzungshäufigkeit und der Aufwuchs wesentliche Faktoren sind.

Tabelle 7: Mittelwerte von Mengen- und Spurenelementen in Abhängigkeit von Standort, Schnittfrequenz und Aufwuchs auf den Standorten Gumpenstein und Piber

Parameter	Einheit	Schnitte	Standort	Mittelwerte - Aufwüchse					Gesamt	SD - Aufwüchse				
				1	2	3	4	5	gew.	1	2	3	4	5
Calcium	g/kg TM	4	Gumpenstein	6,0	7,6	8,7	7,6		7,4	2,0	2,2	2,3	1,8	
			Piber	5,4	8,0	8,6	7,6		7,0	1,6	2,1	2,3	2,0	
		5	Gumpenstein	5,8	5,9	8,4	8,2	7,6	6,8	1,8	1,6	1,8	1,8	1,4
Phoshor	g/kg TM	4	Gumpenstein	3,7	4,0	5,0	4,6		4,2	0,3	0,6	0,6	0,5	
			Piber	2,9	3,5	3,8	3,6		3,4	0,4	0,3	0,5	0,4	
		5	Gumpenstein	4,3	3,9	4,6	4,9	4,7	4,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4
Magnesium	g/kg TM	4	Gumpenstein	2,2	3,1	4,0	3,5		3,1	0,3	0,4	0,3	0,5	
			Piber	1,9	2,9	3,5	3,3		2,6	0,4	0,5	0,4	0,4	
		5	Gumpenstein	2,1	2,4	3,4	3,6	3,4	2,9	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
Kalium	g/kg TM	4	Gumpenstein	26,0	23,6	18,7	13,3		20,6	2,1	3,5	3,4	3,1	
			Piber	25,4	24,9	20,4	17,5		22,4	2,7	3,4	2,9	2,8	
		5	Gumpenstein	31,9	30,7	25,7	21,3	15,8	25,9	2,3	4,5	2,3	4,0	3,4
Natrium	mg/kg TM	4	Gumpenstein	665	952	1114	1591		1165	294	381	387	515	
			Piber	1002	970	1163	1891		1388	518	549	549	928	
		5	Gumpenstein	781	956	1125	1622	2562	1399	426	482	453	623	905
Schwefel	g/kg TM	4	Gumpenstein	2,7	2,8	3,5	3,6		3,1	0,2	0,2	0,3	0,6	
			Piber	2,3	2,9	3,0	2,9		2,7	0,3	0,3	0,6	0,7	
		5	Gumpenstein	3,3	3,0	3,4	3,7	4,1	3,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5
Eisen	mg/kg TM	4	Gumpenstein	186	314	451	621		358	269	433	659	1054	
			Piber	393	544	539	641		520	422	576	702	832	
		5	Gumpenstein	172	467	385	367	431	367	140	697	407	320	615
Mangan	mg/kg TM	4	Gumpenstein	171	207	201	203		208	34	37	37	35	
			Piber	137	158	146	141		137	43	43	33	38	
		5	Gumpenstein	174	220	218	205	191	210	27	48	33	26	26
Zink	mg/kg TM	4	Gumpenstein	27	28	32	31		29,0	3,7	4,2	5,8	4,6	
			Piber	19	20	26	26		21,6	4,2	5,6	12,0	5,1	
		5	Gumpenstein	35	32	35	34	35	33,0	4,4	4,1	4,9	4,2	5,3
Kupfer	mg/kg TM	4	Gumpenstein	6,6	6,5	8,0	7,6		7,1	0,8	1,2	1,4	1,7	
			Piber	5,5	6,2	7,0	7,1		6,1	1,0	1,2	1,5	1,5	
		5	Gumpenstein	7,9	7,1	8,9	9,0	9,8	8,2	1,2	1,1	1,4	1,2	1,5

Abbildung 6: Calciumgehalt und Leguminosenanteil in Abhängigkeit von Schnitthäufigkeit in den Nutzungsjahren am Standort Gumpenstein





Bei den Mineralstoffen konnte auf beiden Standorten beobachtet werden, dass der Calciumgehalt in den Jahren 2019 und 2020 signifikant höher lag als in den Jahren ab 2021. Grund dafür ist der anfänglich durchschnittlich höhere Kleeanteil in den Mischungen

(Abbildung 7). Durch das 5-Schnittsystem wurde deutlich mehr Kalium in das Grünfutteraufgenommen (25,9 g/kg TM), während im 4-Schnittsystem durchschnittlich nur 20,6 g K/kg TM enthalten waren. Generell waren die hohen Natriumgehalte auf beiden Standorten auffällig, weil im Grünlandfutter üblicherweise Na-Gehalte unterhalb von 0,5 g/kg TM zu finden sind (Resch et al., 2017b). Der Eisengehalt war nur im Jahr 2024 signifikant auf 932 mg/kg TM erhöht, weil es hier zu deutlichen Erdverschmutzungen bei der Ernte kam.

Mischung „KM“ wies in den beiden ersten Jahren signifikant höhere Calcium-, Zink- und Kupfergehalte auf als die anderen Mischungen. Mischung „Dwi-r“ und die Referenz-Handelsmischungen enthielten 1,5 g Na/kg TM, während „B“ nur 1,1 g Na/kg TM hatte. In Piber waren die Na-Gehalte der Referenz-Handelsmischungen (2,0 g/kg TM), sowie Mischung „Dwi-r“ (1,8 g/kg TM) bzw. „IM“ (1,6 g/kg TM) signifikant höher als die übrigen.

Pflanzenbestand – Artengruppen

Die Veränderungen der Artengruppen in Gewichtsprozent traten in Gumpenstein im Verlauf der Hauptnutzungsjahre signifikant in Erscheinung (Tabelle 8). Die angelegten Pflanzenbestände waren bis zum 1. HNJ mit Ausnahme der Rotkleegrasmischung „KM“ stabil mit etwa 60 Gew.% Gräsern und 40 Gew.% Leguminosenanteil. Ab dem 2. HNJ (2021) kam es zu einem starken Rückgang der Kleearten auf 16-22 Gew.% und einem Anstieg der Gräser auf etwa 80 Gew.% sowie der Kräuter auf etwa 10 Gew.% (Abbildung 7). Der Rotkleeanteil in Mischung „KM“ ging von 62 Gew.% im Anlagejahr nach 2 Jahren auf 20 Gew.% und anschließend auf 5 Gew.% zurück.

Tabelle 8: GLM-Statistik zu Haupteffekten und Wechselwirkungen der Projektiven Deckung und der Artengruppen am Standort Gumpenstein und Piber

Parameter	Standort	**Mittel-wert**	n	Jahr	Frequenz	Mischung	Substitution	Nachsaat	JxF	JxM	JxS	JxN	FxM	FxS	FxN	R^2
Proj. Deckung	Gumpenstein	**95,5**	1200	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,41	0,02	0,02	58,9
	Piber	**97,3**	600	0,00	k.A.	0,07	0,04	0,29	k.A.	0,74	0,63	0,81	k.A.	k.A.	k.A.	43,2
Gräser	Gumpenstein	**75,4**	1200	0,00	0,00	0,00	0,33	0,36	0,00	0,00	0,01	0,11	0,01	0,63	0,31	86,0
	Piber	**77,7**	600	0,00	k.A.	0,00	0,05	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	80,2
Leguminosen	Gumpenstein	**18,5**	1000	0,00	0,63	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,64	0,02	93,1
	Piber	**17,5**	600	0,00	k.A.	0,00	0,68	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,00	k.A.	k.A.	k.A.	89,6
Kräuter	Gumpenstein	**6,1**	1200	0,00	0,00	0,01	0,00	0,97	0,00	0,93	0,00	0,83	0,01	0,72	0,17	70,1
	Piber	**4,8**	600	0,00	k.A.	0,00	0,00	0,05	k.A.	0,60	0,12	0,57	k.A.	k.A.	k.A.	44,1

Im 4-Schnittsystem zeigte sich in Gumpenstein ein tendenziell höherer Kräuteranteil von ca. 12 Gew.% ab dem 3. HNJ im Vergleich zum 5-Schnittsystem mit 8 Gew.%. Die eingesetzten Referenz-Handelsmischungen wiesen ab dem 2. HNJ einen signifikant höheren Kräuteranteil bzw. niedrigeren Leguminosenanteil auf als die ÖAG-Mischungen. Die Substitution mit Rohrschwingel oder Festulolium hatte keinen Einfluss auf den Kräuter- bzw. Leguminosenanteil (Abbildung 7). In Gumpenstein konnte keine Wirkung der Rotklee-Nachsaat auf den Anteil an Leguminosen beobachtet werden.

In Piber konnten die Gräser im Anlagejahr sehr gut mit 72-77 Gew.% starten und sich in der Tendenz auf durchschnittlich 88 Gew.% erhöhen. Die Leguminosen waren im 1. HNJ mit ca. 35 Gew.% gut vertreten, wobei Mischung „KM“ mit 55 Gew.% im Jahr 2020 den Höhepunkt erreichte. In den Folgejahren nahmen die Leguminosen auf 5-10 Gew.% ab (Abbildung 7). Der Kräuteranteil entwickelte sich in Piber tendenziell auf etwa 5-7 Gew.%, wobei Mischung „KM“ und „IM“ etwas mehr Kräuter enthielten als die übrigen Mischungen.

Abbildung 7: Veränderung der projektiven Deckung sowie der Gewichtsanteile (%) von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit von Nutzungsjahr und Mischung am Standort Gumpenstein

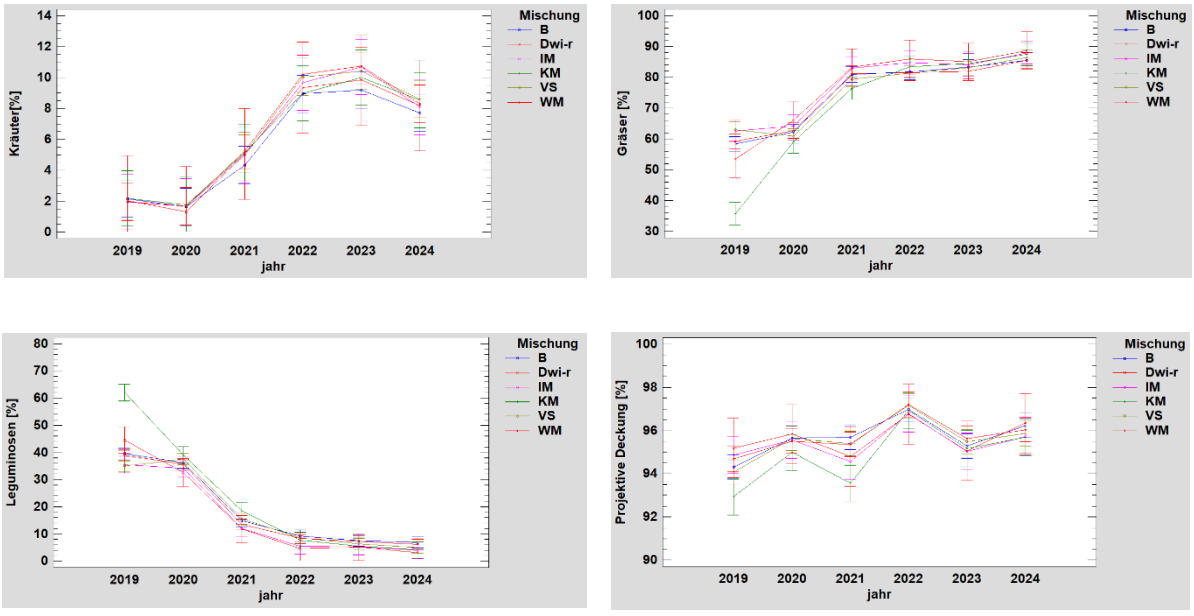


Abbildung 8: Einfluss von Substitution bzw. Handelsmischung und Jahr auf den Kräuter- und Leguminosenanteil von Grünlandmischungen am Standort Gumpenstein

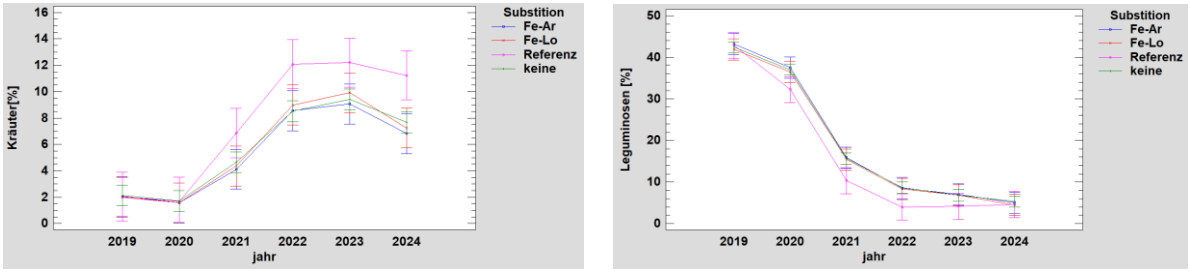
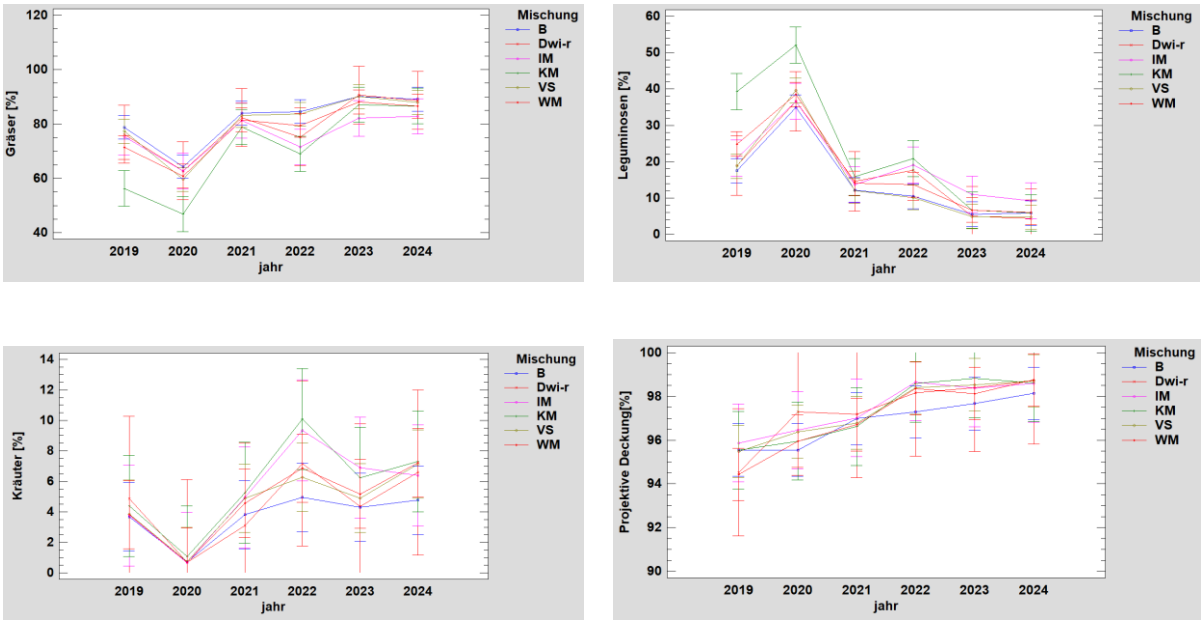
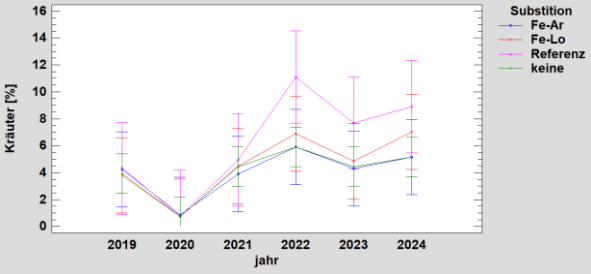


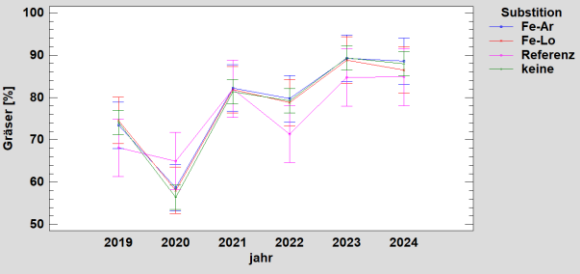
Abbildung 9: Veränderung der projektiven Deckung sowie der Gewichtsanteile (%) von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit von Nutzungsjahr und Mischung am Standort Piber



Die Referenz-Handelsmischungen lagen im Gräser- bzw. Kräuteranteil bis zum 2. HNJ gleich auf mit den ÖAG-Mischungen, danach nahm der Gräseranteil um ca. 3-5 Gew.% ab und wurde durch Kräuter ersetzt (Abbildung 9). Die Substitution mit Rohrschwingel oder Festulolium brachte in Piber keinen Effekt im Hinblick auf die Zusammensetzung der Artengruppen.

Abbildung 10: Einfluss von Substitution bzw. Handelsmischung und Jahr auf den Kräuter- und Leguminosenanteil von Grünlandmischungen am Standort Piber

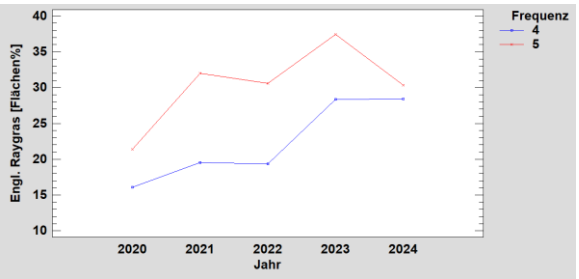


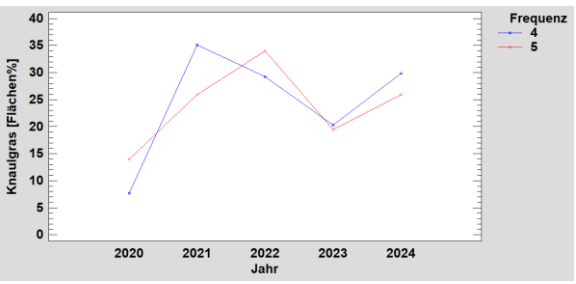


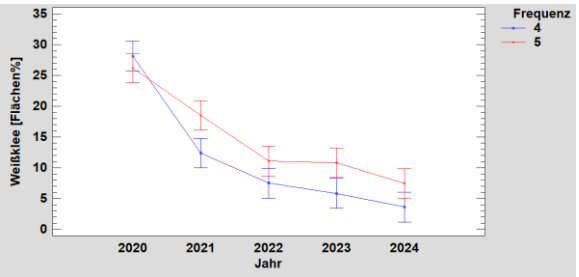
Pflanzenbestand – Entwicklung angesäter Arten

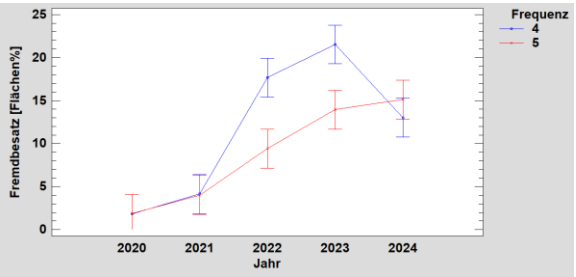
Aufgrund der vielschichtigen Auswertungsmöglichkeiten können in diesem Beitrag nur ausgewählte Ergebnisse dargestellt werden.

Abbildung 11: Entwicklung angesäter Arten in Abhängigkeit der Schnitthäufigkeit in Gumpenstein









Englisches Raygras (Lolium perenne)

In Gumpenstein konnte beim Engl. Raygras im Durchschnitt eine tendenzielle Erhöhung des Anteiles von 20 auf 30 Fl.% beobachtet werden, wobei im 5-Schnittsystem um 8 Fl.% mehr

Engl. Raygras enthalten war als im 4-Schnittsystem. Mischung „VS“ wies im Schnitt 32 Fl.% fast doppelt so viel Engl. Raygras auf als „B“ (17 Fl.%). Substitution bzw. Nachsaat hatten keine praxisrelevante Wirkung auf den Anteil an Engl. Raygras (Abbildung 12 – obere Reihe).

Knaulgras (Dactylis glomerata)

Der Anteil von Knaulgras betrug im 1. HNJ unabhängig von der Schnitthäufigkeit 7-15 Fl.% und entwickelte sich im 2. und 3. HNJ im Mittel auf über 30 Fl.%. Danach pendelte sich der Anteil je nach Mischung auf 20-34 Fl.% ein. Den geringsten Knaulgrasanteil wies Mischung „B“ und den höchsten die Mischungen „IM“ bzw. „KM“ auf. Die Referenz-Handelsmischungen lagen im Knaulgrasanteil durchschnittlich um 4 Fl.% höher als die ÖAG-Mischungen. Nachsaat hatte keine Auswirkung auf den Anteil an Knaulgras (Abbildung 12 – zweite Reihe von oben).

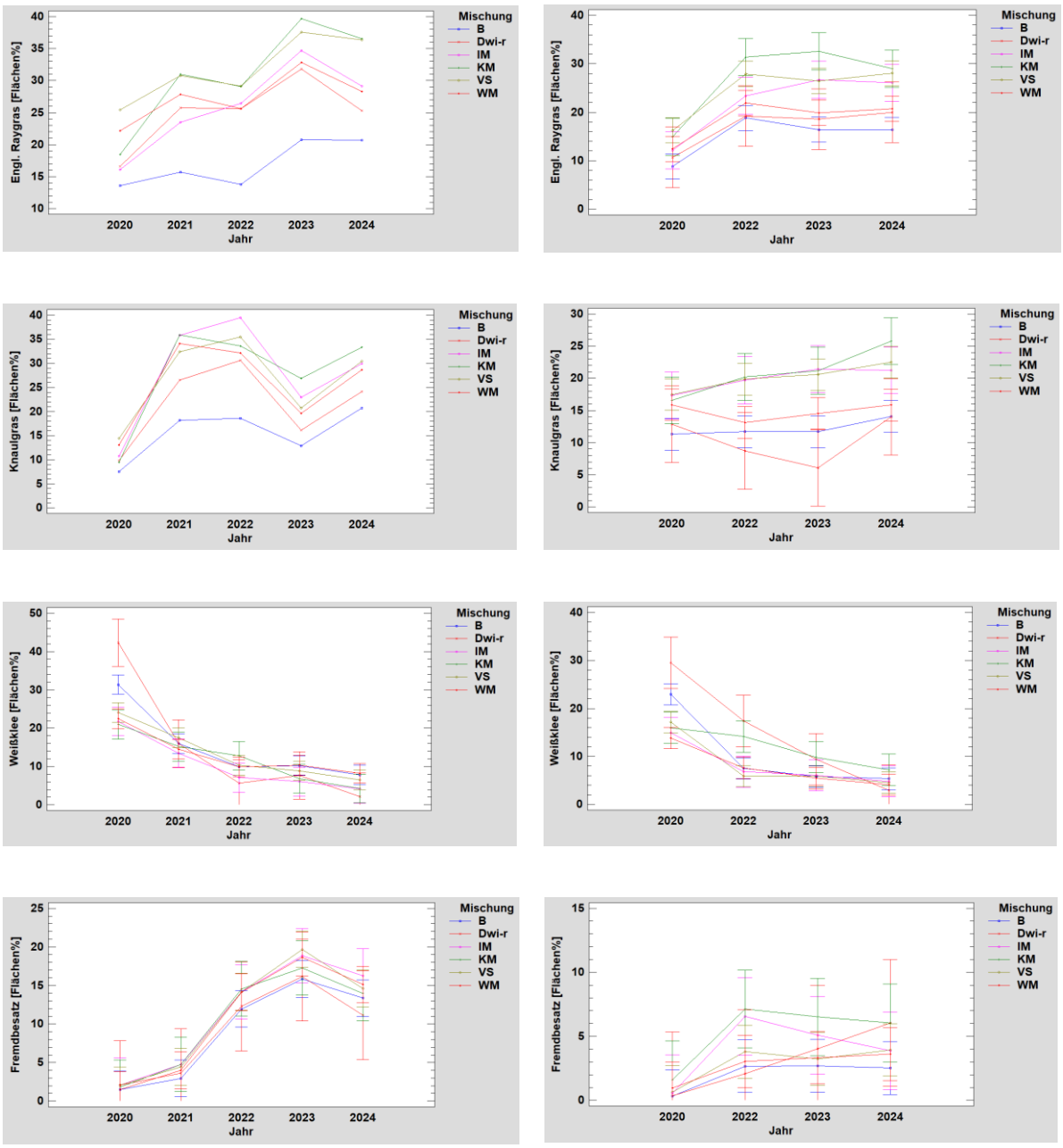
Weißklee (Trifolium repens)

In der Nutzungshäufigkeit zeigte sich bei Weißklee ab dem 2. HNJ eine Differenz von 3 Fl.% zugunsten des 5-Schnittsystems. Im 1. HNJ waren durchschnittlich mehr als 25 % Weißklee im Bestand, danach ging der Anteil auf ca. 5 Fl.% zurück. Die Mischungen unterschieden sich im Weißkleeanteil anfangs sehr deutlich, wobei „Dwi-r“ mit 43 Fl.% und „B“ mit 32 Fl.% im 1. HNJ hervorstachen. Die Referenz-Handelsmischungen hatten im Durchschnitt um 5 Fl.% weniger Weißklee im Bestand als die ÖAG-Mischungen. Mit Nachsaat konnte keine Wirkung bzgl. Weißkleeanteil erzielt werden (Abbildung 12 – dritte Reihe von oben).

Rotklee (Trifolium pratense)

Rotklee war nicht in allen Mischungen enthalten, daher war die statistische Analyse nur eingeschränkt möglich. Der Anteil war im 1. HNJ mit durchschnittlich 20 Fl.% prominent und schrumpfte ab dem 2. HNJ auf 1-2 Fl.%. Die Schnitthäufigkeit hatte keinen signifikanten Effekt. Während die ÖAG-Mischungen 5-6 Fl.% Rotklee enthielten, brachten es die Referenz-Handelsmischungen nur auf 2 Fl.%. Die jährliche Nachsaat von Rotklee konnte den Anteil auf 6 Fl.% bringen, im Vergleich zu 4,5 Fl.% bei den Mischungen ohne Rotklee-Nachsaat.

Abbildung 12: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz in Abhängigkeit der Mischungen in Gumpenstein (linke Seite) und Piber (rechte Seite)



Übrige Arten

Der Glatthafer (*Arrhenaterum elatius*) hatte im 4-Schnittsystem 7,3 Fl.% und im 5-Schnittsystem nur 2,4 Fl.%, d.h. die intensivere Schnittnutzung setzte dieser Art deutlich zu. Die Referenz-Handelsmischungen enthielten mit 7 Fl.% am meisten Glatthafer, gegenüber 4,8 Fl.% bei den ÖAG-Mischungen. Ebenso verzeichnete der Goldhafer (*Trisetum flavescens*) in der Mischung „B" einen deutlichen Rückgang im Verlauf der Nutzungsjahre. Dem gegenüber konnte in Mischung „B" eine deutliche Zunahme von Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) in Gumpenstein und Piber beobachtet werden. Timothe etablierte sich anfangs je nach Mischung zwischen 5-12 Fl.% und nahm danach auf 2-7 Fl.% ab. Die Wiesenrispe (*Poa pratensis*) brachte es in Gumpenstein nur auf 2-5 Fl.%, hielt sich jedoch über die Jahre, während in Piber der Anteil von ca. 10 % im 1. HNJ auf bis zu 26 Fl.% anstieg. Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) ging in Gumpenstein von 4-6 Fl.% auf 3-4 Fl.% zurück. In Piber nahm der Wiesenschwingel fast in allen Mischungen in Richtung 15 Fl.% zu (Anhang Tabelle 16).

Substitutionsarten Rohrschwingel und Festulolium

In der Mischung „Dwi-r" etablierte sich der Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*) anfänglich kaum und entwickelte sich in der Folge in Gumpenstein auf 19 Fl.% und in Piber stagnierte er auf 8 Fl.%. Die Substitution führte beim Rohrschwingel in Gumpenstein in allen Mischungen zu einem Auftreten von 2 bis 6 Fl.% und in Piber von 3 bis zu 16,5 Fl.%. Speziell in Mischung „IM" und „KM" war der Anteil im trockeneren Piber nicht unbedeutend.

Die Kreuzungsart Festulolium (*Festuca pratensis x Lolium perenne*), auch als Wiesenschweidel bezeichnet, konnte sich im 1. HNJ in Gumpenstein mit 8-11 Fl.% und in Piber mit 3-8 Fl.% immerhin bemerkbar machen. Bis zum 5. HNJ kam es in Gumpenstein zu einer tendenziellen Abnahme auf 5-7 Fl.% und in Piber zu stagnierenden Anteilen bis zu einer Zunahme in Mischung „IM" (Anhang Tabelle 17)

Fremdbesatz

In Gumpenstein entwickelten sich die nicht angesäten Arten von 1-2 Fl.% im 1. HNJ in Abhängigkeit von der Schnitthäufigkeit auf 15 Fl.% im 5-Schnittsystem bzw. bis zu 21 Fl.% im 4-Schnittsystem. Mischung „B" wies mit 9 Fl.% im Durchschnitt etwas weniger Fremdbesatz auf als „VS" und „IM" mit jeweils 11 Fl.%. Die Referenz-Handelsmischungen hatten mit durchschnittlich 14 Fl.% vergleichsweise um 5 Fl.% mehr Fremdbesatz als die ÖAG-

Mischungen. Die Differenzen traten besonders ab dem 3. HNJ auf, wo die Handelsmischungen um 5-8 Fl.% höher lagen. Die Faktoren Substitution und Nachsaat hatten keinen Einfluss auf den Fremdbesatz in den Mischungen. In Piber war der Fremdbesatz von weniger Bedeutung, weil dieser bis zum 5. HNJ maximal 8 Fl.% erreichte.

Diskussion

Welche Bewirtschaftungsintensität ist sinnvoll?

Die statistischen Auswertungen des Seedmix-Standortes Gumpenstein zeigten deutlich, dass das intensivere 5-Schnittsystem mit höherer Düngungsintensität zumindest bis zum 5. HNJ zu signifikant höheren Erträgen und Futterqualitäten führte. Die Mischungen veränderten sich in ihrer botanischen Zusammensetzung unter dem 5-Schnittschnittsystem in der Weise, dass die Arten Glatthafer, Goldhafer, Timothe und Hornklee unter Druck gerieten und abnahmen. Dieser Platz wurde vom Engl. Raygras und Weißklee zur Ausbreitung genutzt, während Wiesenfuchsschwanz und auch Wiesenschwingel stagnierend erhalten blieben. Der Fremdbesatz an nicht angesäten Arten nahm bis zum 5. HNJ im 5-Schnittsystem nicht so stark zu als im 4-Schnittsystem. Es wäre jedenfalls interessant und wichtig diese Ergebnisse hinsichtlich der Bewirtschaftungsintensität auch ökonomisch zu bewerten.

Gibt es eine beste Mischung für intensiv genutztes Grünland/Futterbau?

Unter der gewählten Bewirtschaftungsintensität von Nutzung und Düngung zeigten sich sowohl für Standort Gumpenstein im benachteiligten Berggebiet, als auch für den klimatisch wärmeren Standort Piber keine eindeutigen praxisrelevanten Vor-/Nachteile der eingesetzten Mischungen in Ertrag, Futterqualität und Pflanzenbestand. So gesehen konnte die Dauerwiesenmischung „B“, die eigentlich für ein 3-Schnittsystem empfohlen wird (Krautzer et al., 2022) mit einer Vielschnittmischung „VS“, einer Wechselwiesenmischung „WM“, aber auch mit den Feldfuttermischungen „IM“ und „KM“ mithalten ohne in der Leistung abzufallen oder zu entarten. Die Südtiroler Mischung „Dwi-r“ entwickelte den Rohrschwingelanteil nicht im erwarteten Ausmaß, dennoch traten andere Spezies in Erscheinung und lieferten gute Leistung ab. Bei der Rotkleegrasmischung „KM“ führte die Strategie anfangs mit deutlich weniger Stickstoff zu düngen und auf die biologische N-Fixierung zu setzen aus Sicht des Ertrages nicht zum Erfolg, weil in den starken ersten HNJ weniger TM-Ertrag erzielt werden konnte.

Was bringt die Substitution von Wiesenschwingel?

Der Wiesenschwingel wird in ÖAG-Mischungen mit 10 Fl.% eingemischt (Krautzer et al., 2022). In Piber konnte der Wiesenschwingel dieses Niveau bei 4-Schnittnutzung mit durchschnittlich rund 13 Fl.% gut halten (Anhang Tabelle 6), während er in Gumpenstein, etwas mischungsabhängig, mit ca. 3-7 Fl.% nicht wirklich seine Stärken ausspielen konnte. Im 5-Schnittsystem war der Wiesenschwingel in Gumpenstein nicht schlechter als im 4-Schnittsystem.

Der Ersatz mit Rohrschwingel war suboptimal. In Gumpenstein betrug die Etablierung im 1. HNJ 2-6 Fl.%, danach nahm der Anteil auf 2-3 Fl.% tendenziell ab. In Piber war die Situation leicht besser mit 5-10 Fl.% im 1. HNJ bzw. 3-10 Fl.% im 5. HNJ. Nur Mischung „KM“ funktionierte bis 2024, wo der Rohrschwingel mit 16,5 Fl.% eine Bedeutung erlangte (Tabelle 7). Rohrschwingel spielte auf den Standorten Gumpenstein und Piber somit eine etwas untergeordnete Rolle. Eine invasive Ausbreitung trat nicht auf, sodass sein Einsatz auch für Dauerwiesenmischungen in trockenen Lagen überlegt werden könnte.

Beim Ersatz von Wiesenschwingel durch Festulolium war die Etablierung in Gumpenstein mit 8-10 Fl.% zufriedenstellend, in Piber mit 3-9 Fl.% etwas unterhalb der Erwartung. In den Folgejahren kam es in Gumpenstein bei Festulolium zu einer tendenziellen Abnahme auf 4-7 Fl.% und in Piber konnte das Niveau auf 5-10 Fl.% gehalten werden. In den Mischungen erwies sich Festulolium somit als Partner, aber er spielte in der Konkurrenzkraft keine dominierende Rolle. Da sich Festulolium über die Jahre in den Mischungen halten konnte, muss hier eine gewisse Persistenz vorhanden sein, die jedenfalls für den Einsatz in Feldfuttermischungen spricht.

Wie ist die Nachsaat auf Intensivgrünland zu bewerten?

Am Standort Gumpenstein war im 1. HNJ eine deutliche Lückigkeit in den Mischungen zu erkennen, sodass die Hoffnung bestand hier mit der Nachsaat eine Verbesserung zu bewirken (Tabelle 8). Diese konnte nur unzureichend erfüllt werden, weil andere nicht angesäte Arten aus der Gruppe der Kräuter diese Lücken besiedeln konnten.

Die Strategie durch jährliche Nachsaat von Rotklee diesen als wertvollen Partner im Pflanzenbestand zu erhalten brachte nicht den erwarteten Erfolg in Gumpenstein bzw. Piber gegenüber den Mischungen ohne Nachsaat. Die Umstellung der Rotkleesorte für die Nachsaat war prinzipiell gut, weil sich „Milonia“ etwas besser in Szene setzen konnte als

„Semperina“, sodass sich der Rotklee in Gumpenstein mit 5-7 Fl.% in den Mischungen zeigte – auch in Mischung „B“, wo er ursprünglich nicht enthalten war. In Piber war kein Unterschied im Rotkleeanteil zur Variante ohne Nachsaat feststellbar (Tabelle 8).

Die Nachsaat jedes zweite Jahr mit der Mischung „NI mit Klee“ führte weder in Gumpenstein, noch in Piber zu außergewöhnlichen Änderungen im Pflanzenbestand, noch in Ertrag oder Futterqualität, gegenüber den Mischungen ohne Nachsaat (Tabelle 8).

Schlussfolgerungen

Die umfangreichen Datenauswertungen aus dem Forschungsprojekt „Seedmix“ ergaben für die Standorte Gumpenstein und Piber, dass verschiedene Mischungen aus den Einsatzbereichen Dauergrünland, Wechselwiese und Feldfutterbau in der Lage waren vergleichbare Erträge zu liefern und über 5 Hauptnutzungsjahre in guter botanischer Zusammensetzung durchzuhalten. Tatsache war, dass die Faktoren Jahr, Bewirtschaftungsintensität, Standort und Aufwuchs einen hoch signifikanten Einfluss auf Erträge und Futterqualitäten ausübten. Für den tendenziell zur Trockenheit neigenden Standort Piber brachte das 4-Schnittsystem zwar gute Erträge, aber keine überzeugenden Futterqualitäten, sodass dort bei ausreichend Niederschlägen besser ein 5-Schnittsystem anzuwenden wäre. Die Effekte der Faktoren Mischung, Substitution und Nachsaat waren zum Teil signifikant. Überraschend war, dass die Dauerwiesenmischung „B“, die eigentlich nur auf bis zu 3 Schnittnutzungen pro Jahr ausgelegt ist, auch im Intensivgrünland sehr gute Leistungen ablieferte und mit den Futterbaumischungen mithielt. In der Südtiroler Mischung „Dwi-r“ konnte sich der Rohrschwingel in Gumpenstein und Piber nicht wie erwartet behaupten, dennoch waren Erträge und Futterqualitäten nicht schlechter als in den übrigen Mischungen. Die Verwendung von Top-Sorten aus dem Sortiment der im ÖAG-Handbuch empfohlenen Sorten für die eingesetzten ÖAG-Qualitätssaatgutmischungen war in Gumpenstein und Piber insofern erfolgreich, dass die verwendeten Referenz-Handelsmischungen im Vergleich ab dem 2. bis 3. Hauptnutzungsjahr mehr Fremdbesatz aufwiesen, insbesondere mehr Kräuter, welche die entstehenden Lücken besiedelten. Die Arten Rohrschwingel und Festulolium konnten die Erwartungen in punkto Substitution von Wiesenschwingel eigentlich nicht erfüllen, weil sie nicht ausreichend in Erscheinung traten, um dem Wiesenschwingel den Rang abzulaufen. Die Nachsaat von Rotklee führte im Intensivgrünland nur am Standort Gumpenstein zu Teilerfolgen, wenn eine passende Sorte eingesetzt wurde. Der Einsatz der Nachsaatmischung „NI“ erzielte keine statistisch

sichtbaren bzw. praxisrelevanten Veränderungen im Pflanzenbestand bzw. Ertrag oder Futterqualität.

Lambach und Trautenfels

Standort Trautenfels (4-Schnittnutzung)

Die Mischungen WM und B (nach ÖAG-Standard) erreichten mit über 11.000 kg TM/ha und Jahr die höchsten Trockenmasseerträge (siehe Tabelle 9). Ergänzungen mit Festulolium oder Rohrschwingel führten nicht zu einer signifikanten Ertragssteigerung. Die SÖ-Mischungen lagen im Mengenertrag tendenziell niedriger. Bei Rohprotein- und Energieerträgen zeigte sich ein ähnliches Bild: ÖAG-Mischungen lagen vorn. Über die drei Versuchsjahre hinweg war ein deutlicher Rückgang der Erträge zu beobachten, bedingt durch Witterungseinflüsse und natürliche Bestandsdynamik.

Tabelle 9: Mengen- und Qualitätserträge am Standort Trautenfels für die Faktorstufen Mischung, Versuchsjahr und deren Wechselwirkung mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Mischungen																				Jahr			s_e	*p*-Wert		
		KM ÖAG	IM ÖAG	WM ÖAG	B ÖAG	VS ÖAG	KM ÖAG + F	IM ÖAG + F	WM ÖAG + F	B ÖAG + F	VS ÖAG + F	KM ÖAG + R	IM ÖAG + R	WM ÖAG + R	B ÖAG + R	VS ÖAG + R	WM SÖ	B SÖ	VS SÖ	DWI-r	VS Bio	2020	2021	2022		V	J	V*J
TM-Ertrag	kg TM ha^{-1}	10.448 ^{bcdef}	10.471 ^{bcdef}	11.312 ^{ab}	10.823 ^{abcde}	9.707 ^{fg}	10.953 ^{abcd}	10.061 ^{def}	9.846 ^{efg}	11.624 ^{a}	10.443 ^{bcdef}	9.998 ^{def}	10.169 ^{def}	11.262 ^{abc}	11.498 ^{a}	9.671 ^{fg}	10.265 ^{cdef}	9.800 ^{efg}	8.941 ^{g}	9.779 ^{efg}	9.542 ^{fg}	11.184	10.125	9.683	1.104	<0,001	<0,001	0,566
	SEM	*410*	*413*	*410*	*410*	*410*	*408*	*412*	*415*	*410*	*407*	*408*	*414*	*409*	*408*	*413*	*410*	*410*	*410*	*411*	*413*	*230*	*230*	*230*				
NEL-Ertrag	GJ NEL ha^{-1}	58,7 ^{cdefg}	58,8 ^{cdefg}	64,7 ^{ab}	61,7 ^{abcd}	55,5 ^{fgh}	61,1 ^{abcde}	56,8 ^{defg}	55,2 ^{efgh}	65,8 ^{a}	60,2 ^{bcdef}	56,5 ^{defgh}	57,1 ^{defg}	63,2 ^{abc}	63,8 ^{abc}	55,7 ^{efgh}	58,7 ^{cdefg}	55,4 ^{efgh}	51,1 ^{h}	55,9 ^{defgh}	54,2 ^{gh}	64,0	56,2	55,3	6,20	<0,001	<0,001	0,527
	SEM	*2,31*	*2,33*	*2,31*	*2,31*	*2,31*	*2,30*	*2,32*	*2,34*	*2,31*	*2,30*	*2,30*	*2,33*	*2,31*	*2,30*	*2,33*	*2,31*	*2,31*	*2,31*	*2,32*	*2,33*	*1,30*	*1,30*	*1,30*				
NEL-Gehalt	GJ NEL kg-1 TM	5,62 ^{ghi}	5,60 ^{i}	5,72 ^{bc}	5,70 ^{c}	5,72 ^{bc}	5,58 ^{j}	5,64 ^{fg}	5,62 ^{gh}	5,66 ^{de}	5,75 ^{a}	5,65 ^{ef}	5,61 ^{hi}	5,61 ^{hi}	5,55 ^{k}	5,76 ^{a}	5,72 ^{bc}	5,67 ^{de}	5,72 ^{b}	5,72 ^{b}	5,67 ^{d}	5,72	5,55	5,72	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,00*	*0,00*	*0,00*				
XP-Ertrag	g kg ha^{-1}	1.336 ^{bcd}	1.283 ^{bcdef}	1.492 ^{a}	1.358 ^{bc}	1.183 ^{fg}	1.356 ^{bc}	1.217 ^{defg}	1.188 ^{fg}	1.486 ^{a}	1.316 ^{bcdef}	1.286 ^{bcdef}	1.221 ^{defg}	1.405 ^{ab}	1.385 ^{ab}	1.208 ^{efg}	1.298 ^{bcdef}	1.253 ^{cdef}	1.117 ^{g}	1.192 ^{fg}	1.121 ^{g}	1.426	1.194	1.235	135	<0,001	<0,001	0,296
	SEM	*50,4*	*50,8*	*50,4*	*50,4*	*50,4*	*50,2*	*50,6*	*51,0*	*50,3*	*50,1*	*50,1*	*50,9*	*50,3*	*50,1*	*50,8*	*50,4*	*50,4*	*50,3*	*50,5*	*50,8*	*28,5*	*28,5*	*28,5*				
XP-Gehalt	g kg^{-1} TM	128 ^{b}	122 ^{f}	132 ^{a}	126 ^{cd}	122 ^{f}	124 ^{e}	121 ^{g}	121 ^{fg}	128 ^{b}	126 ^{cd}	129 ^{b}	120 ^{g}	125 ^{de}	121 ^{g}	125 ^{de}	126 ^{c}	128 ^{b}	125 ^{cd}	122 ^{f}	118 ^{h}	127	118	127	1,40	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,47*	*0,23*	*0,23*	*0,23*				

Abkürzungen:
V (Variante), J (Jahr), ÖAG: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, SÖ: Saatgut Österreich, +F: Ergänzung mit Festulolium, +R: Ergänzung mit Rohrschwingel
p- Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e: Residualstandardabweischung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kramer

Tabelle 10: Mengen- und Qualitätserträge am Standort Lambach für die Faktorstufen Mischung, Versuchsjahr und deren Wechselwirkung mit den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Mischungen																				Jahr			s_e	*p*-Wert		
		KM ÖAG	IM ÖAG	WM ÖAG	B ÖAG	VS ÖAG	KM ÖAG + F	IM ÖAG + F	WM ÖAG + F	B ÖAG + F	VS ÖAG + F	KM ÖAG + R	IM ÖAG + R	WM ÖAG + R	B ÖAG + R	VS ÖAG + R	WM SÖ	B SÖ	VS SÖ	DWI-r	VS Bio	2020	2021	2022		V	J	V*J
TM-Ertrag	kg TM ha^{-1}	19.185 ^{ab}	20.025 ^{a}	17.515 ^{cde}	15.043 ^{ij}	16.020 ^{fghi}	17.824 ^{cd}	17.543 ^{cde}	16.952 ^{defg}	16.493 ^{efgh}	16.564 ^{efgh}	19.222 ^{ab}	18.243 ^{bc}	17.244 ^{cdef}	16.070 ^{ghi}	17.144 ^{cdefg}	16.034 ^{fghi}	15.614 ^{hij}	14.940 ^{ij}	17.291 ^{cde}	14.440 ^{j}	23.337	16.574	11.000	1.308	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*601*	*599*	*599*	*602*	*596*	*597*	*600*	*602*	*599*	*599*	*602*	*600*	*596*	*599*	*603*	*597*	*598*	*599*	*599*	*596*	*442*	*442*	*442*				
NEL-Ertrag	GJ NEL ha^{-1}	109,6 ^{ab}	114,0 ^{a}	95,6 ^{def}	84,3 ^{gh}	91,7 ^{fg}	100,6 ^{cde}	100,5 ^{cde}	96,9 ^{def}	91,5 ^{fg}	93,9 ^{ef}	108,0 ^{abc}	102,9 ^{bcd}	96,2 ^{def}	89,9 ^{fg}	97,7 ^{def}	90,7 ^{fg}	92,8 ^{ef}	84,6 ^{gh}	97,3 ^{def}	81,6 ^{h}	129,9	95	63,2	8,57	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*3,82*	*3,81*	*3,81*	*3,83*	*3,79*	*3,79*	*3,81*	*3,83*	*3,81*	*3,81*	*3,83*	*3,81*	*3,84*	*3,81*	*3,83*	*3,80*	*3,80*	*3,81*	*3,81*	*3,79*	*2,75*	*2,75*	*2,75*				
NEL-Gehalt	GJ NEL kg-1 TM	5,72 ^{b}	5,75 ^{a}	5,58 ^{i}	5,60 ^{h}	5,75 ^{a}	5,63 ^{fg}	5,70 ^{c}	5,72 ^{b}	5,63 ^{fg}	5,69 ^{cd}	5,63 ^{fg}	5,68 ^{e}	5,62 ^{fg}	5,59 ^{hi}	5,75 ^{a}	5,65 ^{f}	5,60 ^{h}	5,70 ^{cd}	5,69 ^{de}	5,66 ^{f}	5,52	5,73	5,75	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*	*0,01*				
XP-Ertrag	g kg ha^{-1}	3.217 ^{a}	3.249 ^{a}	2.684 ^{cde}	2.195 ^{kl}	2.396 ^{ghij}	2.831 ^{bc}	2.809 ^{bc}	2.569 ^{defgh}	2.457 ^{fgh}	2.473 ^{fgh}	2.968 ^{b}	2.765 ^{cd}	2.606 ^{def}	2.381 ^{hijk}	2.580 ^{efgh}	2.447 ^{fghi}	2.273 ^{ijkl}	2.210 ^{jkl}	2.574 ^{efg}	2.136 ^{l}	3.864	2.340	1.569	210	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*93,8*	*93,5*	*93,5*	*94,1*	*93,1*	*93,1*	*93,6*	*94,0*	*93,4*	*93,5*	*94,0*	*93,6*	*94,3*	*93,5*	*94,1*	*93,3*	*93,4*	*93,5*	*93,5*	*93,1*	*67,5*	*67,5*	*67,5*				
XP-Gehalt	g kg^{-1} TM	161 ^{a}	158 ^{b}	150 ^{de}	144 ^{j}	146 ^{hi}	156 ^{c}	156 ^{c}	149 ^{ef}	145 ^{ij}	147 ^{h}	151 ^{d}	150 ^{ef}	149 ^{fg}	146 ^{hi}	148 ^{g}	151 ^{de}	143 ^{k}	145 ^{ij}	146 ^{h}	146 ^{h}	165	141	142	1,22	<0,001	<0,001	<0,001
	SEM	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,40*	*0,18*	*0,18*	*0,18*				

Abkürzungen:
V (Variante), J (Jahr), ÖAG: Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, SÖ: Saatgut Österreich, +F: Ergänzung mit Festulolium, +R: Ergänzung mit Rohrschwingel
p- Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, s_e: Residualstandardabweischung, abc bzw. ABC: Post-hoc-Test Tukey-Kr

Standort Lambach (5-Schnittnutzung)

Der ackerbaulich geprägte Standort mit tiefgründiger Braunerde erreichte deutlich höhere Gesamterträge. Die Mischungen KM und IM (nach ÖAG-Standard) erzielten mit rund 20.000 kg TM/ha und Jahr die höchsten Werte (siehe Tabelle 10). Ergänzungen mit Festulolium oder Rohrschwingel zeigten auch hier keinen ertragssteigernden Effekt. Die besten Mischungen lieferten über 3.000 kg Rohprotein/ha und Jahr, während die SÖ (Saatgut Österreich)-Mischungen etwas zurückblieben. Zwischen dem ersten und dritten Versuchsjahr kam es zu einer starken Ertragsminderung (bis zu 50 %), die am Standort Lambach deutlich ausgeprägter war als in Trautenfels.

Diskussion und Bewertung

Unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft zeigten die ÖAG-Mischungen eine hohe Ertragsstabilität und gute Qualitätseigenschaften. Die getesteten Ergänzungen mit Festulolium oder Rohrschwingel brachten keinen Mehrwert und sind unter derzeitigen klimatischen und betrieblichen Rahmenbedingungen nicht erforderlich.
Die Ergebnisse bestätigen, dass bestehende ÖAG-Standardmischungen auch im Biogrünland leistungsfähig und standortangepasst sind. Entscheidend bleibt eine angepasste Nutzungsintensität, die Bodenfruchtbarkeit und Wasserverfügbarkeit berücksichtigt.

Fazit

Die geprüften ÖAG-Mischungen erzielten an beiden Standorten hohe und stabile Erträge bei guter Futterqualität.

Zusätze mit Festulolium oder Rohrschwingel sind für den Biobetrieb derzeit nicht notwendig. Unter Praxisbedingungen der Biologischen Landwirtschaft – mit meist geringerer N-Verfügbarkeit (< 170 kg N/ha) – sind die im Versuch erreichten Erträge nur unter optimalen Bewirtschaftungsbedingungen realisierbar.

Künftige Forschungsarbeiten sollten sich verstärkt der Langzeitstabilität, der Resilienz bei Trockenheit und der Artenzusammensetzung unter reduzierter Düngung widmen.

Hagenberg und Grabenegg

Die mittleren Trockenmasseerträge (TM-Erträge) über den gesamten Versuchszeitraum betrugen am Standort Hagenberg 174 dt ha^{-1} und am Standort Grabenegg 132 dt ha^{-1}. Tabelle 11 zeigt die Haupteffekte sowie die Interaktionen der untersuchten Faktoren auf die Ertrags- und Qualitätsparameter (TM-Ertrag, Rohproteingehalt (RP) und Energiekonzentration (NEL)).

Der Faktor Jahr erwies sich als hochsignifikanter Einflussparameter für sämtliche untersuchten Zielgrößen. Ebenso zeigten Mischung und Schnittfrequenz einen signifikanten Einfluss auf den TM-Ertrag. Der Faktor Substitution wies am Standort Hagenberg (R^2 = 0,85) einen stärkeren Zusammenhang mit dem TM-Ertrag auf als in Grabenegg (R^2 = 0,78).

Bezüglich RP-Gehalts konnten in Hagenberg für die Faktoren Mischung, Substitution und Schnittfrequenz keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Entsprechend niedrig fiel das Bestimmtheitsmaß aus – lediglich 42 % der Gesamtvarianz des RP-Gehalts wurden durch die untersuchten Einflussgrößen erklärt. In Grabenegg hingegen zeigten Mischung und Schnittfrequenz einen signifikanten Einfluss auf den RP-Gehalt (R^2 = 0,95).

Ein vergleichbarer Einfluss der Mischung auf den RP-Gehalt war auch bei den NEL-Gehalten an beiden Standorten festzustellen. Darüber hinaus erwiesen sich *Substitution* und *Schnittfrequenz* als signifikante Einflussfaktoren auf die NEL, mit Bestimmtheitsmaßen von $R^2 = 0,73$ in Hagenberg und $R^2 = 0,91$ in Grabenegg.

Tabelle 11: Mittelwerte und Signifikanzen aus der Analyse eines linearen gemischten Modells (lmer) für die Effekte und Wechselwirkungen der Faktoren Mischung, Substitution, Schnittfrequenz und Jahr auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale

Parameter	*Standort*	*Mittelwert*	*n*	*Mischung*	*Substitution*	*Schnitt-frequenz*	*Jahr*	*MxS*	*MxF*	*SxF*	*MxJ*	*SxJ*	*FxJ*	*R^2*
TM-Ertrag [dt/ha]	Hagenberg	174	512	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,83	0,00	0,66	0,00	0,85
TM-Ertrag [dt/ha]	Grabenegg	132	512	0,00	0,01	0,00	0,00	0,84	0,87	0,81	0,55	0,23	0,00	0,78
Rohproteingehalt [g / kg TM]	Hagenberg	144,7	512	0,12	0,38	0,43	0,00	0,85	0,94	0,88	0,38	0,50	0,45	0,47
Rohproteingehalt [g / kg TM]	Grabenegg	145,3	512	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,04	0,44	0,00	0,02	0,00	0,95
Nettoenergielaktation [MJ / kg TM]	Hagenberg	5,83	512	0,15	0,00	0,01	0,00	0,01	0,06	0,38	0,06	0,67	0,00	0,73
Nettoenergielaktation [MJ / kg TM]	Grabenegg	5,62	512	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,87	0,00	0,07	0,00	0,91

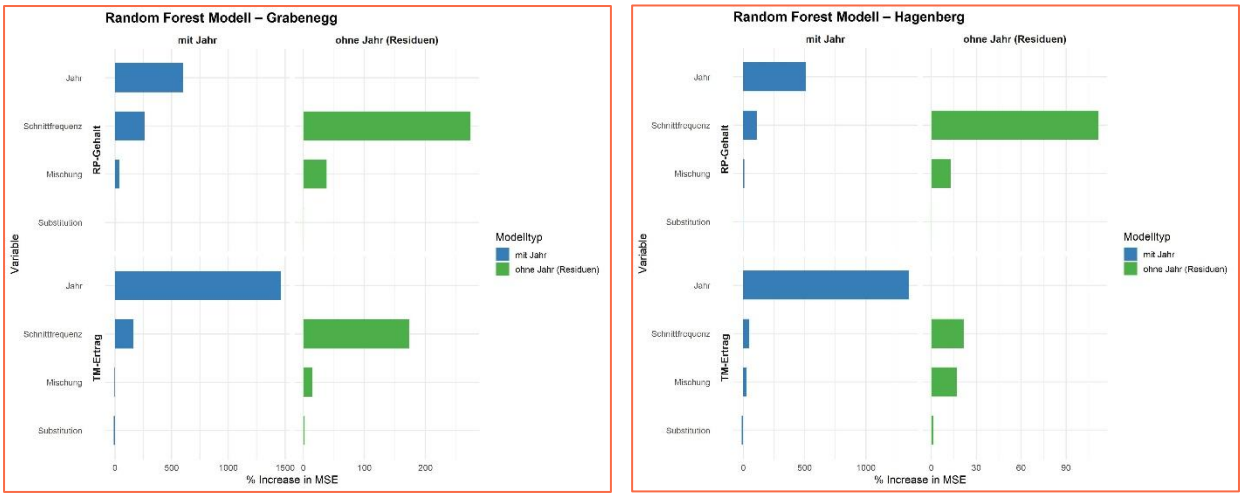
*Signifikanzniveaus: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; nicht signifikant (n.s.) = $p \geq 0,05$*

Zur Quantifizierung der relativen Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren auf die Vorhersage der Ertrags- und Qualitätsparameter wurde ein Random-Forest-Modell angewendet. Die Ergebnisse werden als prozentuale Zunahme des mittleren quadratischen Fehlers (%IncMSE) dargestellt (Abbildung 13). Die hohen Signifikanzwerte des Faktors Jahr spiegeln sich im Modell deutlich wider und verdeutlichen seinen starken Einfluss auf die Vorhersage des TM-Ertrags sowie des Rohproteingehalts über beide Standorte hinweg.

Im nächsten Schritt wurde die Bedeutung der verbleibenden Faktoren (Schnittfrequenz, Mischung und Substitution) auf Basis der jahresunabhängigen Reststreuung (Residuen – ohne Jahr) untersucht. Hierbei zeigte sich die Schnittfrequenz als entscheidender Prädiktor für die Vorhersage der Rohproteingehalte und am Standort Grabenegg zusätzlich für den TM-Ertrag.

Die Mischung beeinflusste in Hagenberg sowohl TM-Ertrag als auch Rohproteingehalte, während in Grabenegg primär der Rohproteingehalt betroffen war. Der Einfluss der Substitution auf die TM-Erträge und Rohproteingehalte erwies sich laut den Ergebnissen des Modells an beiden Standorten als vernachlässigbar.

Abbildung 13: Einfluss der Faktoren Jahr, Schnittfrequenz, Mischung und Substitution auf Trockenmasseertrag und Rohproteingehalt im Random-Forest-Modell, angegeben als prozentuale Erhöhung des mittleren quadratischen Fehlers (%IncMSE)

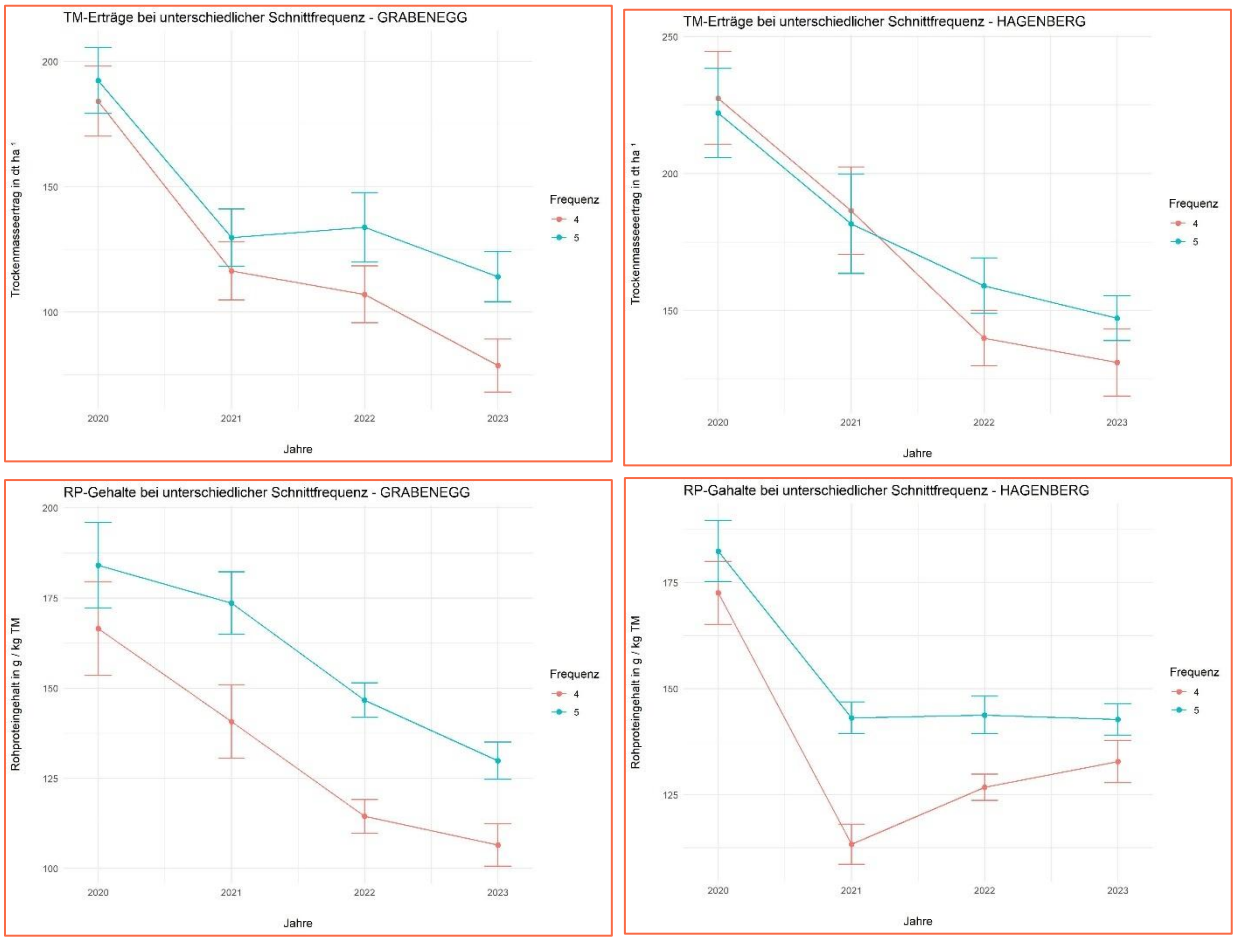


In den folgenden Abbildungen werden die Ertrags- und Qualitätsparameter in Abhängigkeit von Schnittfrequenz, Mischung (mittlere Lagen: B, Vielschnittwiese: VS, Wechselwiese: WS, Feldfutter-Intensivmischung: IM, Kleegras: KG sowie die Referenzmischung für sehr trockene Standorte: Dwi-r) und Substitutionsvarianten (Wiesenschwingel = keine, Festulolium = Fe-Lo, Rohrschwingel = Fe-Ar) veranschaulicht.

Unter Berücksichtigung der TM-Erträge (Anhang Tabelle 19) wurden an beiden Standorten sowie für beide Schnittfrequenzen die höchsten mittleren Erträge mit der Südtiroler Mischung für sehr trockene Lagen (Dwi-r) erzielt, die einen Höchstanteil an Rohrschwingel von 40 FL-% aufweist. In Hagenberg betrugen die mittleren Erträge 194 dt ha^{-1} (4-Schnitt) bzw. 193 dt ha^{-1} (5-Schnitt), in Grabenegg 134 dt ha^{-1} (4-Schnitt) bzw. 157 dt ha^{-1} (5-Schnitt).

Im Vergleich der TM-Erträge und Rohproteingehalte in Abhängigkeit von der Schnittfrequenz zeigt sich insbesondere eine Zunahme des Rohproteingehalts bei höherer Schnittfrequenz, während die Unterschiede im TM-Ertrag weniger ausgeprägt waren. Am Standort Hagenberg lag der mittlere TM-Ertrag in den ersten beiden Versuchsjahren sogar bei der 4-Schnitt-Variante über jenem der 5-Schnitt-Variante (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Effekt der Schnitthäufigkeit (4 und 5 Schnitte) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [g / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte Grabenegg und Hagenberg

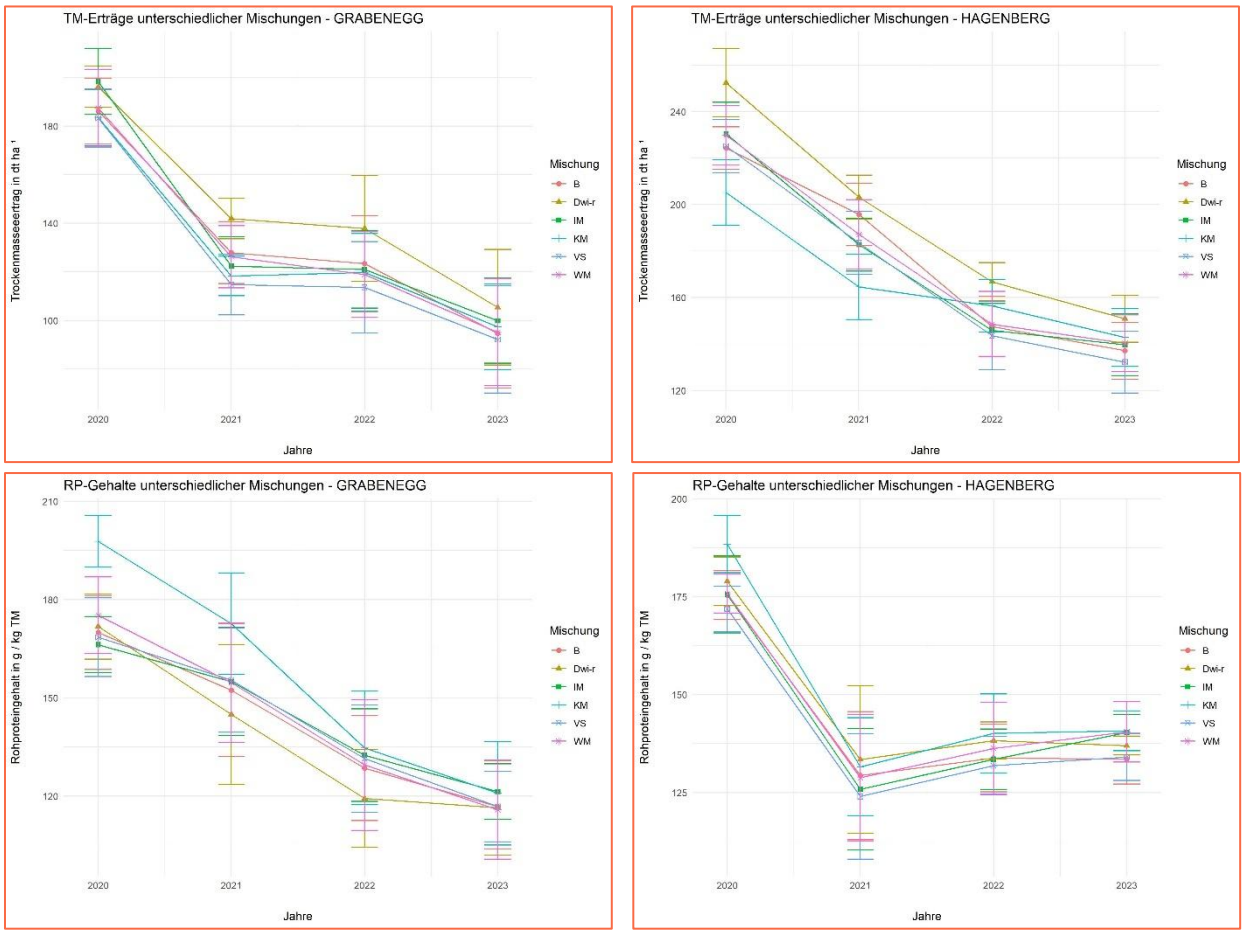


Der Vergleich der Ertrags- und Qualitätsleistungen der unterschiedlichen Mischungen (Abb. 4) zeigt über den gesamten Versuchszeitraum hinweg einen weitgehend einheitlichen Ertragsverlauf, der im Wesentlichen unabhängig von der Mischung war. Die TM-Erträge erreichten im ersten Hauptnutzungsjahr 2020 ein sehr hohes Niveau mit durchschnittlich 188 dt ha^{-1} in Grabenegg und 224 dt ha^{-1} in Hagenberg. In den Folgejahren war ein kontinuierlicher Rückgang der Erträge zu beobachten, der bis 2023 einer Reduktion um etwa 49 % in Grabenegg (96 dt ha^{-1}) bzw. 38 % in Hagenberg (139 dt ha^{-1}) entsprach.

Besonders hervorzuheben ist die Mischung Dwi-r (Südtiroler Mischung für sehr trockene Lagen), die über nahezu alle Versuchsjahre hinweg die höchsten TM-Erträge, insbesondere am Standort Hagenberg, erzielte. Hinsichtlich der Rohproteingehalte zeigte die KG-Mischung

(Kleegras) überdurchschnittliche Werte, vor allem in den ersten Versuchsjahren und insbesondere am Standort Grabenegg.

Abbildung 15: Effekt verschiedener Mischungen (B, Dwi-r, IM, KM, VS, WS) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [g / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte Grabenegg und Hagenberg

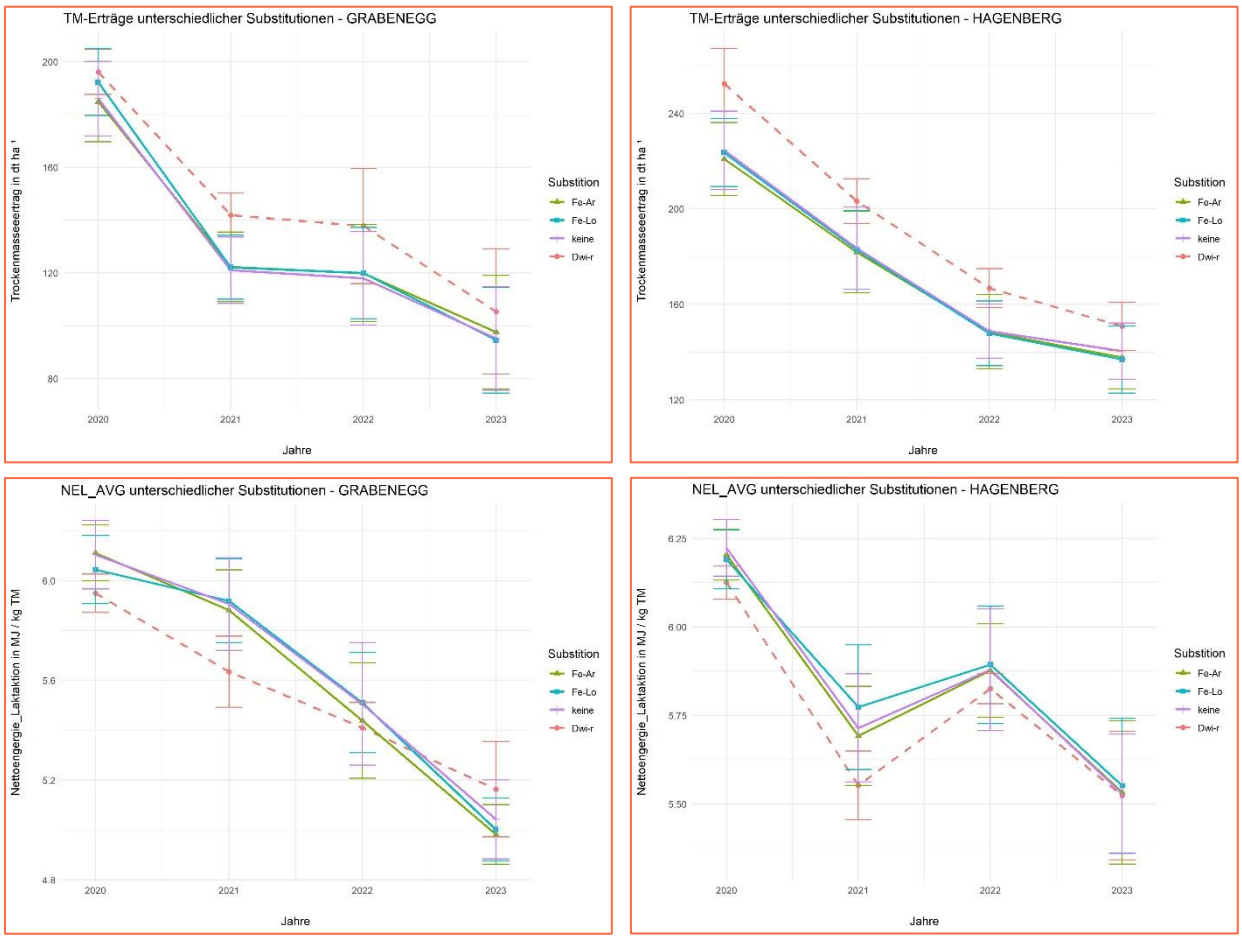


Die Analyse des Einflusses der Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel bzw. Festulolium auf den Trockenmasseertrag (TM-Ertrag) zeigt, dass sich die Substitutionsvarianten nur geringfügig voneinander unterscheiden, insbesondere im Vergleich zur rohrschwingelbetonten Referenzmischung Dwi-r (Abbildung 16). Am Standort Grabenegg zeigten Mischungen mit Festulolium in den ersten Versuchsjahren tendenziell höhere TM-Erträge, während Varianten mit Rohrschwingel gegen Ende des

Versuchszeitraums leicht höhere Ertragsniveaus erreichten. Diese tendenziellen Unterschiede konnten am Standort Hagenberg jedoch nicht konsistent bestätigt werden.

Bezüglich der Energiekonzentration (NEL) ergibt sich ein differenzierteres Bild. Die rohrschwingelbetonte Mischung Dwi-r sowie die Varianten mit Rohrschwingel als Substitutionskomponente wiesen im Mittel geringere NEL-Werte auf. Im Gegensatz dazu zeigten die Mischungen mit Festulolium bzw. Wiesenschwingel – insbesondere am Standort Hagenberg – tendenziell höhere NEL-Werte.

Abbildung 16: Effekt verschiedener Substitutionen (Fe-Ar = Rohrschwingel; Fe-Lo = Festulolium und Keine = Wiesenschwingel) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Nettoenergielaktation [MJ / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte



Diskussion

Allgemeine Ertragsleistung der Grünland- und Feldfuttermischungen

Im Vergleich zu den durchschnittlichen Ertragserwartungen im österreichischen Grünland- und Feldfutterbau erzielten beide Versuchsstandorte über alle Mischungen hinweg überdurchschnittliche Erträge. Besonders hervorzuheben ist der Standort Hagenberg, an dem die erwarteten Ertragsniveaus in einzelnen Fällen um über 50 % überschritten wurden (Resch et al., 2022; Pötsch, 2008). Die im ersten Hauptnutzungsjahr 2020 gemessenen Erträge am Standort Hagenberg lagen dabei auf einem Niveau, das mit den Erträgen von Silomais an sehr leistungsfähigen Standorten (ca. 237 dt TM ha^{-1}) vergleichbar ist (Resch et al., 2022). Die Versuchsergebnisse sind jedoch nur bedingt auf landwirtschaftliche Großflächen übertragbar, da versuchstechnische Faktoren wie Parzellenrandwirkungen und geringere Ernteverluste typischerweise zu um 12–20 % höheren Erträgen führen als unter Praxisbedingungen.

Die überdurchschnittlichen Erträge im ersten Hauptnutzungsjahr lassen sich primär auf die günstigen Wasserverhältnisse während der Vegetationsperiode sowie die hohe Produktivität der neu etablierten Bestände zurückführen. In den Folgejahren 2021 und 2022 trat hingegen ein signifikanter Rückgang der Erträge auf, der vor allem am Standort Grabenegg auf suboptimale Niederschlagsmengen und eine ungünstige Verteilung während der Vegetationsperiode zurückzuführen ist. Zusätzlich trugen Faktoren wie zunehmende Verunkrautung und die Bildung von Bestandslücken zur Reduktion der Ertragsleistung bei

Der Einfluss der Nutzungsintensität zeigte standortübergreifend einen deutlich stärkeren Effekt auf den Rohproteinertrag als auf den Trockenmasseertrag. Eine höhere Schnittfrequenz im 5-Schnitt-Regime führte zu einem signifikanten Anstieg des Rohproteingehalts. Wie bereits in anderen Studien (Resch, 2023) belegt, kann dieser Effekt auf den früheren Schnittzeitpunkt und dem damit verbundene jüngere, proteinreichere Pflanzenmaterial zurückgeführt werden. Darüber hinaus trug die erhöhte Stickstoffzufuhr von 70 kg N ha^{-1} $Jahr^{-1}$ maßgeblich zur Steigerung des Rohproteingehalts bei.

Die hohen Rohproteingehalte der Kleegras-Mischungen lassen sich insbesondere auf den hohen Rotkleeanteil von 35 % zurückführen; dieser Effekt zeigte sich besonders in den ersten Versuchsjahren deutlich ausgeprägt.

Effekte der Substitution durch Wiesenschwingel mit Festulolium oder Rohrschwingel

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel oder Festulolium nur begrenzte Effekte auf Ertrags- und Qualitätsparameter aufweist. Nichtsdestotrotz erzielte die Referenzmischung für sehr trockene Standorte (Dwi-r) mit dem höchsten Rohrschwingelanteil (40 FL-%) standortübergreifend die maximalen Ertragsleistungen über den gesamten Versuchszeitraum.

Festuca-Arten, wie Wiesenschwingel und Rohrschwingel, gehören zu den ausdauernden, mehrjährigen Gräsern und zeichnen sich durch hohe Winterhärte sowie eine ausgeprägte Resistenz gegenüber abiotischem Stress aus (Suter et al., 2007; Curran et al., 2021). Besonders der Rohrschwingel gilt als trockenresistente, jedoch schwer zu etablierende Gräserart (Gregis & Reidy, 2015). Es ist anzunehmen, dass insbesondere während der trockenen Perioden des Versuchszeitraums der Rohrschwingel aufgrund seiner Trockenstabilität innerhalb der Mischung profitierte. Untersuchungen zur Ertragsleistung von Rohrschwingel und weiteren Futtergräsern in Reinsaat bestätigen das ausgeprägte Ertragspotenzial dieser Art: Im Vergleich zu anderen Futtergräsern erzielte Rohrschwingel die höchsten Trockenmasseerträge (Kalzendorf & Hinrichsen, 2017; Kohoutek et al., 2010).

Die Effekte von Festulolium zeigten in den ersten Versuchsjahren am Standort Grabenegg tendenziell einen positiven Einfluss auf den TM-Ertrag, der jedoch statistisch nicht abgesichert werden konnte. Dies entspricht der kürzeren Lebensdauer und geringeren Winterhärte des Festuloliums (Curran et al., 2021). Festulolium vereint dabei die Ausdauerfähigkeit der Festuca-Arten mit der hohen Ertragsleistung der Lolium-Arten. Die Ertragswirksamkeit von Festulolium in Neuanlagen wurde ebenfalls von Kalzendorf und Hinrichsen (2017) bestätigt: Im ersten Hauptnutzungsjahr erzielte Festulolium im Vergleich zu anderen Futtergräsern, darunter Englisches Raygras, Lieschgras und Rohrschwingel, die höchsten Trockenmasseerträge.

Hinsichtlich der Qualitätsparameter zeigte die rohrschwingelbetonte Mischung Dwi-r sowohl reduzierte Rohproteingehalte als auch eine geringere Energiekonzentration (NEL) im Vergleich zu den übrigen Mischungen. Dieser Trend ließ sich auch beim direkten Vergleich der Substitutionsvarianten beobachten. Wiesenschwingel und insbesondere Festulolium wiesen vergleichsweise höhere Energiekonzentrationen auf. Ähnliche Befunde berichten Kalzendorf & Hinrichsen (2017), die neben den Trockenmasseerträgen auch Rohproteingehalte, Rohfaseranteile und NEL-Werte von verschiedenen Futtergräsern in Reinsaat untersuchten. Dabei lagen insbesondere die NEL-Werte von Festulolium und Englisches Raygras deutlich über denen des Rohrschwingels, dessen Energiekonzentration unter 6,0 MJ NEL kg^{-1} TM lag. Diese Unterschiede lassen sich auf die schnellere Verholzung des Rohrschwingel-Materials sowie die höheren Rohfaseranteile zurückführen. Vor diesem Hintergrund hebt eine weitere Studie zur Silierbarkeit von Rohrschwingel die Bedeutung des physiologischen Reifegrades hervor und empfiehlt einen früheren Schnittzeitpunkt (Nußbaum, 2015).

Zusammenfassung

Die Versuchsstandorte erzielten über alle Mischungen hinweg überdurchschnittliche TM-Erträge im Vergleich zu den österreichischen Durchschnittserwartungen. Die hohen Erträge im ersten Hauptnutzungsjahr 2020 lassen sich auf günstige Wasserverhältnisse und die hohe Produktivität neu etablierter Bestände zurückführen. Generell zeigen die Ergebnisse, dass der Jahreseffekt und die Witterungsbedingungen einen entscheidenden Einfluss auf die Ertragsleistungen der Versuche hatten.

Die Nutzungsintensität beeinflusste den Rohproteinertrag deutlich stärker als den Trockenmasseertrag. Eine höhere Schnittfrequenz im 5-Schnitt-Regime führte zu signifikant erhöhten Rohproteingehalten, bedingt durch jüngeres, proteinreicheres Pflanzenmaterial sowie eine erhöhte Stickstoffzufuhr.

Die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel oder Festulolium hatte nur begrenzte Effekte auf Ertrags- und Qualitätsparameter. Die rohrschwingelbetonte Südtiroler Mischung (Dwi-r) mit 40 % Rohrschwingelanteil erzielte standortübergreifend die höchsten Trockenmasseerträge. Festulolium zeigte vor allem in den ersten Versuchsjahren positive Effekte auf den Trockenmasseertrag, die jedoch im Zeitverlauf aufgrund der geringeren Winterhärte und Lebensdauer abnahmen.

Qualitativ wiesen rohrschwingelbetonte Mischungen niedrigere Rohproteingehalte und Energiekonzentrationen (NEL) auf, während Wiesenschwingel und insbesondere Festulolium höhere Energiewerte erzielten. Diese Unterschiede lassen sich auf die schnellere Verholzung und die höheren Rohfaseranteile des Rohrschwingels zurückführen.

Imst

Erträge und Entzüge

Ein durchschnittlicher jährlicher Versuchsertrag von 140 dt TM/ha zeigt das hohe Ertragspotential des Standorts, wobei die Jahresschwankungen beträchtlich waren: Einem Spitzenwert von 196 dt TM/ha im ersten Hauptnutzungsjahr folgte eine starke Abnahme auf 121 dt TM/ha im 2. und ein Minimum von 93 dt TM/ha im 3. HNJ 2022. In diesem Jahr mit einem ausnehmend trockenen Hochsommer konnten allerdings nur drei Schnitte geerntet werden. In den Folgejahren stiegen die Erträge wieder deutlich auf 124 dt TM/ha in 2023 und erreichten 2024 mit 169 dt TM/ha den zweithöchsten Wert der fünf Ertragsjahre. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für Trockenmasse, CP-Ertrag und Energie sowie Wahrscheinlichkeiten und Wechselwirkungen.

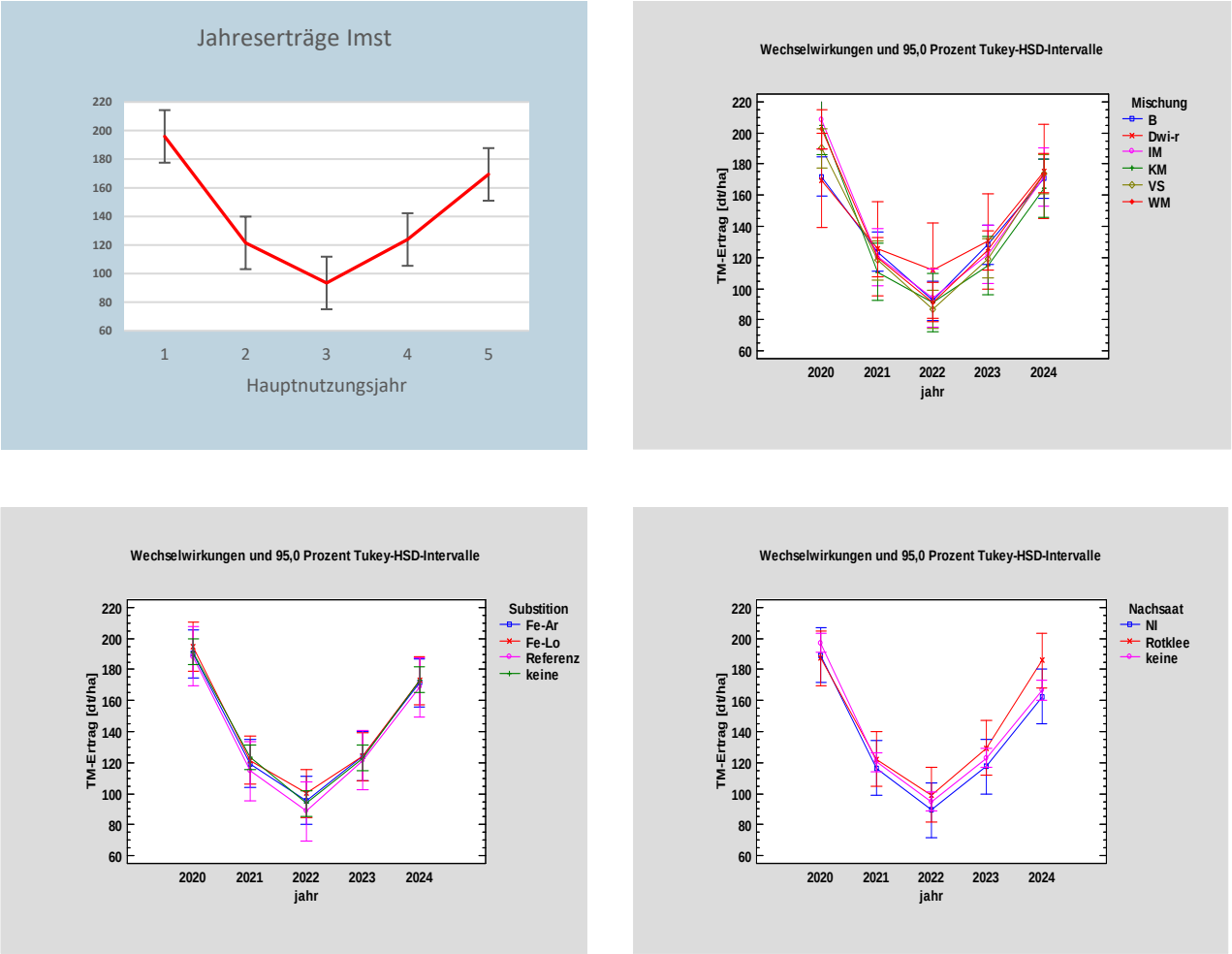
Die Nährstoffentzüge, berechnet über TM-Erträge und Gehaltswerte, sind v.a. bei Stickstoff und Kalium erstaunlich hoch (s. Tabelle 12). Die Nachlieferung durch Düngung (mineralisch; parzellenscharf) erreichte bei Stickstoff und Kalium weniger als 50 % des Entzugs, während beim Phosphor die Düngung den Entzug überschritt – ausgehend von niedrigen Phosphorwerten im Boden, die für eine angepasste Aufdüngung sprechen.

Tabelle 12: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern von Erträgen und Entzügen am Standort Imst

Parameter	Mittelwert	SD	n	P (Jahr)	P (Mischung)	P (Substitution)	P (Nachsaat)	P (JxM)	P (JxS)	P (JxN)	R^2
TM-Ertrag [kg/ha]	**14015**	**4101**	375	0,00	0,08	0,25	0,01	0,00	1,00	0,26	87,4
CP-Ertrag [kg/ha]	**1859**	**782**	375	0,00	0,11	0,24	0,00	0,00	0,96	0,28	92,6
NEL-Ertrag [GJ/ha]	**77,9**	**24,6**	375	0,00	0,10	0,37	0,08	0,00	1,00	0,73	88,8
N-Entzug [kg/ha]	**297**	**124**	375	0,00	0,11	0,24	0,00	0,00	0,96	0,28	92,6
P-Entzug [kg/ha]	**48**	**13**	300	0,00	0,18	0,03	0,02	0,17	0,91	0,87	84,3
K-Entzug [kg/ha]	**417**	**154**	300	0,00	0,07	0,30	0,07	0,00	0,86	0,44	90,6

Abbildung 17 stellt die durchschnittlichen Jahreserträge in dt TM/ha und ausgewählte Wechselwirkungen (Faktor Jahr mit den Faktoren Mischung, Substitution und Nachsaat) dar.

Abbildung 17: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst



Die **Mischungstypen** zeigten beim Ertrag und den Ertragsverläufen sehr schöne Differenzierungen:

- Die Dauerwiesen B lagen nach schwachem Start immer im (guten) Durchschnitt – obwohl sie nicht für diese intensive Nutzung konzipiert wurden!
- Die Südtiroler Dauerwiese Dwi-r zeigte - ebenso nach schwachem Start - ab dem 2. HNJ eine tolle Performance und war in der Folge immer die ertragreichste – besonders ausgeprägt im Trockenjahr 2022!
- Die Intensivmischungen IM (mit oder ohne Substitution) waren im 1. HNJ gut, in der Folge aber nur mehr durchschnittlich.
- Die Kleegrasmischungen KM (mit oder ohne Substitution) ließen nach gutem Start eher zu wünschen übrig – auch wenn die N-Düngung ab dem 3. HNJ den anderen Mischungen angepasst wurde.
- Die Vielschnittwiesen VS (mit oder ohne Substitution) konnten meist nur knapp den Versuchsdurchschnitt erreichen.
- Die Wechselwiesenmischungen WM starteten gut und blieben im oder knapp über dem Versuchsdurchschnitt.

Die **Substitution** von Wiesenschwingel durch Festulolium (Wiesenschweidel) oder Festuca arundinacea (Rohrschwingel) in den verschiedenen Mischungen führte nur im Trockenjahr 2022 zu größeren Differenzen, wobei die Festulolium-Varianten am besten und die Referenzgruppe in allen Jahren unterdurchschnittlich abschnitten.

Die **Nachsaat**varianten verhielten sich sehr unterschiedlich:

- Die jährliche Nachsaat mit Rotklee war – interessanterweise besonders ausgeprägt beim Imster Versuch - sehr erfolgreich und brachte ab dem 3. HNJ die deutlich besten Erträge!
  (Anmerkung: Sortenwechsel – ab 2022 Milonia statt Semperina; Nachsaat am 06.10.2022)
- Eine Nachsaat mit der Nachsaatmischung NI mit Klee in jedem 2. Jahr zeigte keine Erfolge, sondern lag im Gegenteil (ausgenommen das 1. HNJ) immer unter der Vergleichsvariante ohne Nachsaat.

Der jährliche Rohproteinertrag war mit durchschnittlich 1.859 kg/ha - entsprechend den TM-Erträgen - ausnehmend hoch, streute aber in den Jahren stark. Dazu trugen neben den Ertragsdifferenzen auch die großen Schwankungen der durchschnittlichen CP-Gehalte bei.

Entsprechend diesen CP-Erträgen waren hohe N-Entzüge von durchschnittlich knapp 300 kg/ha/a festzustellen. Die der Nutzung angepasste N-Düngung von 140 kg/ha/a lag also weit unter den Entzügen – es wurde also weniger als die Hälfte des entzogenen N nachgeliefert!

Der durchschnittliche Energie-Jahresertrag in GJ/ha betrug 77,9 GJ/ha und lag damit deutlich über den Werten von Gumpenstein (53,0 GJ/ha/a) oder Piber (56,9 GJ/ha/a). Im älteren Dauergrünland wurden z.B. von Resch und Pötsch 2017 Energieerträge von 49 GJ/ha/a festgestellt.

Die TM-Erträge sowie die Erträge an Rohprotein und Energie (NEL) wurden hoch signifikant ($P < 0,01$) vom Jahr beeinflusst. Auch bei den Nachsaatvarianten waren bei den TM- und CP-Erträgen statistische Unterschiede festzustellen, die Differenzen beim Energieertrag nicht signifikant (s. Tabelle 12).

Futterqualität

Nutzungsregime, Nutzungszeitpunkte, Auswuchs und Pflanzenbestände spielen für die Qualität von Grünlandfutter die größte Rolle – und die Schnitte konnten im Lauf der Versuchsjahre nicht immer im idealen Entwicklungszustand der Bestände durchgeführt werden. Tabelle 13 zeigt die Durchschnittswerte verschiedener Qualitätsparameter.

Tabelle 13: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu verschiedenen Parametern der Futterqualität am Standort Imst

Parameter	Mittelwert	SD	N	P (Jahr)	P (Mischung)	P (Substitution)	P (Nachsaat)	P (JxM)	P (JxS)	P (JxN)	R^2
Rohprotein [g/kg TM]	**128,6**	**18**	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,4
aNDFom [g/kg TM]	**531**	**57,9**	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,0
ADFom [g/kg TM]	**351,9**	**27,4**	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,5
ADL [g/kg TM]	**50,7**	**6,8**	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	96,2
Rohfett [g/kg TM]	**20,9**	**2,5**	375	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	89,6
Rohasche [g/kg TM]	**108**	**8,8**	375	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	88,5
OM-Verdaulichkeit [%]	**66,1**	**2,8**	375	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	90,9
ME [MJ/kg TM]	**5,54**	**0,31**	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,7

Die Mittelwerte der fünf Versuchsjahre zeigen grundsätzlich das Potential bei standortangepasster Nutzung. Faktorwirkungen und Wechselwirkungen sind größtenteils stark ausgeprägt.

Beispielhaft werden hier nur die CP-Werte dargestellt, die vom ersten bis zum vierten Schnitt einen erwartbaren Verlauf nahmen. Zwischen den einzelnen Schnitten traten aber in den Versuchsjahren ausnehmend große Differenzen und Ausreißer auf. Bei einem (gewichteten) Gesamt-Mittelwert von 128,6 g/kg TM streuten die CP-Gehalte (jeweils Versuchsdurchschnitt) zwischen 95 und 183,5 g/kg TM.

- 2021 mit früher Abreife und – phänologisch betrachtet – sehr spät geerntetem 1. Aufwuchs
- 2022 (Trockenjahr) waren die Qualitäten von 1. und 2. Aufwuchs schwach und lagen beim CP-Gehalt deutlich unter den für eine leistungsbezogene Fütterung gewünschten Werten!
- 2023 wurde der 1. Schnitt spät geerntet, wodurch die niedrigen CP-Gehalte (und höhere CF-Werte) erklärbar sind.

In Tabelle 14 sind die CP-Gehalte und die breiten Streuungen dargestellt. Die durchschnittlichen Rohproteingehalte lagen – ausgenommen der Ausreißer beim späten 1. Schnitt 2021 mit 9,5 % - zwischen etwa 10 und über 16 %)

Rohprotein (CP)

Tabelle 14: Mittelwerte der CP-Gehalte der Aufwüchse in den fünf Versuchsjahren am Standort Imst

Jahr	1. Aufw.	2. Aufw.	3. Aufw.	4. Aufw.
2020	140,95	149,81	164,03	169,11
2021	95,03	121,90	142,80	146,39
2022	107,22	102,89	123,80	-
2023	104,18	131,95	149,73	175,70
2024	122,02	142,56	164,61	183,50
Gesamtergebnis	**113,88**	**129,82**	**149,20**	**168,68**

Pflanzenbestand – Artengruppen

Die Zusammensetzung der Artengruppen (Gräser/Leguminosen/Kräuter) in Gewichtsprozent änderte sich im Verlauf der Hauptnutzungsjahre signifikant (Tabelle 15). Im letzten Versuchsjahr erreichten die Leguminosenanteile in einigen Parzellen beim 4. Schnitt Werte zwischen 60 und 70 Ertrags-%!

Tabelle 15: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zur projektiven Deckung und den Artengruppenanteilen am Standort Imst

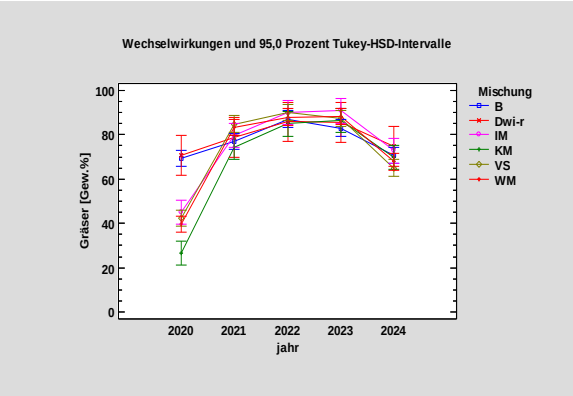
Parameter	**Mittelwert**	**SD**	n	P (Jahr)	P (Mischung)	P (Substitution)	P (Nachsaat)	P (JxM)	P (JxS)	P (JxN)	R^2
Proj. Deckung [%]	**82,7**	**11,3**	375	0,00	0,00	0,02	0,79	0,54	0,96	0,98	89,7
Gräser [Gew. %]	**74,7**	**16,9**	375	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,36	0,00	93,6
Leguminosen [Gew. %]	**24,3**	**17,2**	375	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,31	0,00	94,5
Kräuter [Gew. %]	**1,0**	**1,3**	375	0,00	0,24	0,42	0,03	0,43	0,20	0,32	49,6

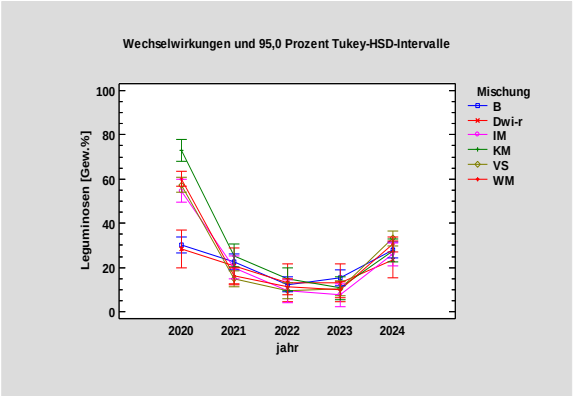
Im 1. HNJ waren wie zu erwarten die unterschiedlichen Mischungszusammensetzungen/-typen für die großen Differenzen ausschlaggebend. Erstaunlich ähnlich lagen die Artengruppen aber bei allen Mischungen ab dem 2. HNJ, die Anteile von Gräsern und Leguminosen zwischen den Mischungen streuten in sehr ähnlichen Bereichen und zeigten in den einzelnen Jahren etwas unterschiedliche Entwicklungen. In Abbildung 19 sind die

Anteile an Gräsern und Leguminosen grafisch dargestellt. Die Kräuter spielten in den Versuchsjahren insgesamt nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Abbildung 18: Wechselwiese, Vielschnittwiese und Dauerwiese B mit jährlicher Nachsaat von Rotklee

Abbildung 19: Artengruppenanteile der Gräser und Leguminosen (Ertrags-%) in den Mischungen und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst

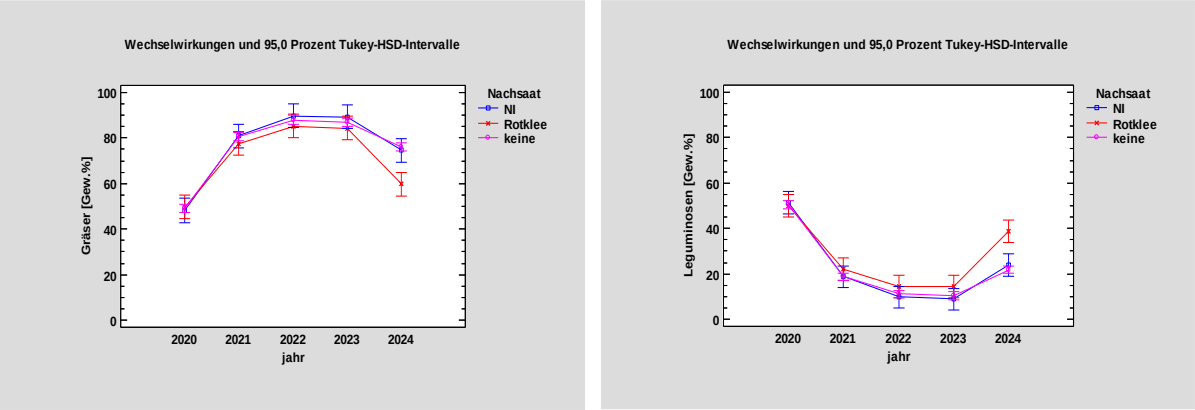




Die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel oder Wiesenschweidel brachte keine Differenzierung bei der Artengruppenzusammensetzung, während die beiden Nachsaatvarianten unterschiedlich erfolgreich waren: Die Nachsaatmischung NI mit Klee (jedes 2. Jahr) und die Vergleichsmischungen ohne Nachsaat zeigten sehr

ähnliche Anteile, während die Variante „Nachsaat mit Rotklee jährlich“ schon ab dem 2. HNJ deutlich höhere Leguminosenanteile und entsprechend geringere Gräseranteile aufwiesen. Im letzten Versuchsjahr erreichten diese Parzellen Kleeanteile von knapp 40 % (gewichtetes Jahresmittel). Abbildung 20 zeigt die jeweiligen Anteile und Entwicklungen.

Abbildung 20: Artengruppenanteile der Gräser und Leguminosen (Ertrags-%) bei Nachsaat und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst



Zusammenfassung

Die umfangreichen Arbeiten und Auswertungen aus dem Forschungsprojekt „Seedmix“ ergaben für den Standort Imst, dass verschiedene Mischungen aus den Einsatzbereichen Dauergrünland, Wechselwiese und Feldfutterbau in der Lage waren, vergleichbare - und sehr hohe - Erträge zu liefern und über fünf Hauptnutzungsjahre ohne relevante Verunkrautung durchzuhalten. Dabei hatten die Faktoren Jahr und Aufwuchs wie zu erwarten jeweils hoch signifikante Einflüsse auf Erträge und Futterqualitäten.
Eine „optimale“ Mischung für intensiv genutztes Grünland konnte am Standort Imst nicht gefunden werden, sehr wohl gab es aber Differenzierungen in Ertrag und Qualität. Die höchsten Erträge über die fünf HNJ brachte die Südtiroler Dauerwiese Dwi-r. Erstaunlich gut schnitt auch die Dauerwiesenmischung „B“ ab, die eigentlich für extensivere Nutzung konzipiert und empfohlen wird. Auch die Wechselwiesenmischungen und mit Abstrichen die Intensivmischungen zeigten gute Ergebnisse, während die Vielschnittwiese und die Kleegrasmischungen unterdurchschnittlich abschnitten. Die Verunkrautung hielt sich insgesamt in engen Grenzen, es waren keine relevanten Differenzierungen festzustellen. Die Qualitätssaatgutmischungen mit den empfohlenen Sorten aus dem ÖÄG-Handbuch brachten über alle fünf Jahre tendenziell höhere Erträge als die Referenzmischungen.

Die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel zeigte keinen Erfolg, der Einsatz von Festulolium brachte nur im Trockenjahr 2022 etwas höhere Erträge.
Die Nachsaatvarianten zeigten unterschiedliche Ergebnisse: Die Strategie, durch jährliche Nachsaat von geeigneten Rotkleesorten diesen als wertvollen Partner im Pflanzenbestand zu erhalten bzw. zu fördern, brachte sehr gute Erträge und eine deutliche Steigerung der Leguminosenanteile. Die alle zwei Jahre durchgeführte Nachsaat mit der Mischung „NI mit Klee“ führte zu keinen relevanten Änderungen im Pflanzenbestand, beim Ertrag waren sogar Einbußen im Vergleich mit den unbehandelten Varianten festzustellen.

Gesamtauswertung

Generelle Ertragssituation

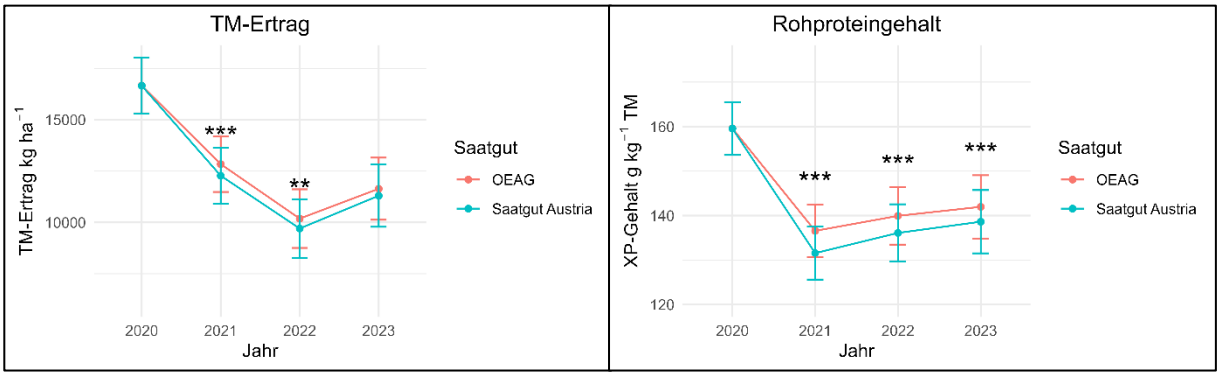
Die Erträge befanden sich insgesamt auf einem hohen Niveau und erreichten im Jahr 2020 durchschnittlich rund 17.000 kg TM ha^{-1} (gemittelt über alle Standorte und Mischungen). Die außergewöhnlich hohen Anfangserträge sind auf günstige Wachstumsbedingungen sowie eine erhöhte Mineralisierung infolge der Bodenbearbeitung vor Versuchsbeginn zurückzuführen. Im Jahr 2023 lag das mittlere Ertragsniveau standortübergreifend noch immer bei über 11.000 kg ha^{-1}. Die Durchschnittlichen TM-Erträge nach Resch et al. (2022) von Feldfutterbeständen liegen in der höchsten Bodenklimazahl-Klasse bei 12.500 kg ha^{-1} und damit deutlich unter den Startbedingungen. Gegen Ende des Versuchs näherte man sich diesem Wert an, jedoch lagen nicht alle Versuchsstandorte in der höchsten Bodenklimazahl-Klasse und nicht alle Mischungen waren Feldfuttermischungen, wodurch auf eine sehr gute Ertragssituation auf den untersuchten Standorten geschlossen werden kann. Nach einer Etablierungsphase zeigten sich zwischen den Versuchsstandorten deutliche Unterschiede in den Trockenmasseerträgen. In Gumpenstein blieben die Erträge beispielsweise über die Versuchsjahre hinweg auf einem moderaten, jedoch konstanten Niveau (~ 10.000 kg ha^{-1}). In Hagenberg wurden zu Beginn sehr hohe Erträge (< 22.000 kg ha^{-1}) erzielt, die im weiteren Verlauf deutlich zurückgingen (2023: 13.800 kg ha^{-1}). Generell konnte ein signifikanter Mehrertrag (+ 1.700 kg ha^{-1}) auf den Parzellen mit fünf Schnitten pro Jahr festgestellt werden.

Saatgutqualität

Nach der Etablierungsphase lag der Durchschnitt der geprüften Mischungen WM, B und VS der Qualitätsstufen ÖAG und Saatgut Austria zunächst auf vergleichbarem Niveau. Mit zunehmender Versuchsdauer zeigte sich jedoch ein signifikanter Vorteil der Mischungen in ÖAG-Saatgutqualität, welcher auf die strengen Qualitätsanforderungen zurückgeführt werden kann. Im letzten Versuchsjahr kam es zwar zu einer Annäherung der Erträge zwischen den Qualitätsstufen, der Trend zugunsten der ÖAG-Mischungen blieb jedoch bis zum Ende der Versuche bestehen. Auch in Bezug auf den Rohproteingehalt und komplementär beim Rohproteinertrag, zeigten sich ab dem Jahr 2021 signifikant höhere Werte für die ÖAG-Mischungen (Abbildung 21). Im Mittel konnten jährlich rund 10 %

höhere Rohproteinerträge erzielt werden. Diese Ergebnisse verdeutlichen die Bedeutung langfristiger Versuchsanlagen und bestätigen den dauerhaften Vorteil qualitativ hochwertiger Saatgutmischungen hinsichtlich des Ertrages und der Futterqualität.

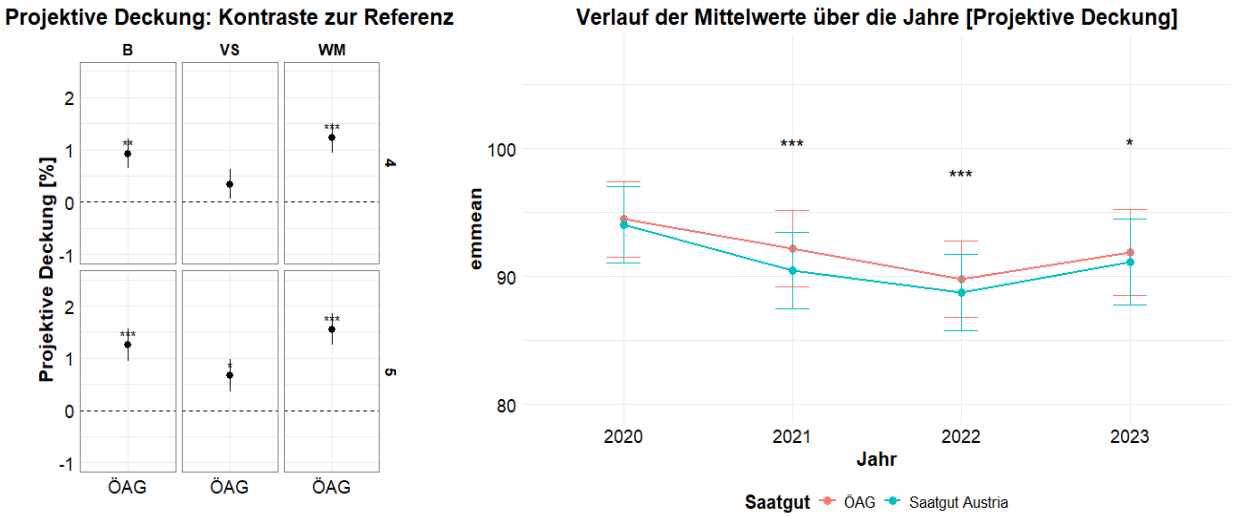
Abbildung 21: TM-Ertrags- und Rohproteingehaltsverläufe der unterschiedlichen Saatgutqualitäten im Zeitverlauf



Projektive Deckung

Die Erhebungen zeigen über alle Varianten hinweg ein insgesamt hohes Niveau der projektiven Deckung. Im Mittel über sämtliche Mischungen und Nutzungsfrequenzen wiesen die ÖAG-Mischungen höhere Deckungsgrade auf, welche ab dem Versuchsjahr 2021 auch signifikant waren (Abbildung 22).

Abbildung 22: Verlauf der projektiven Deckung über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz

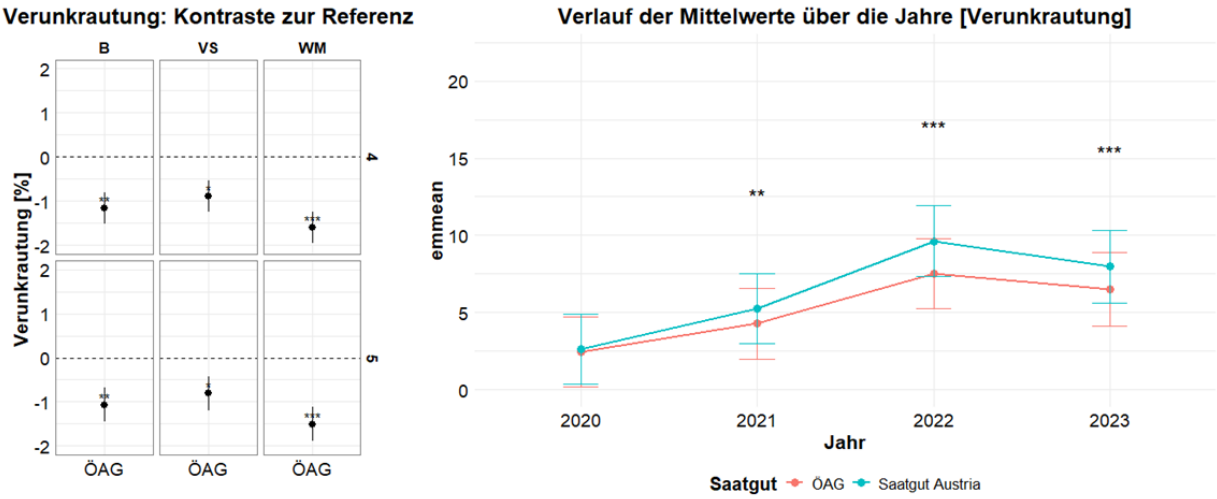


Unterschiede zwischen den Nutzungsfrequenzen waren insgesamt gering ausgeprägt. Betrachtet man die einzelnen Mischungen im Hinblick auf die Saatgutqualitäten, so konnte die deutlichste Differenz bei der Mischung WM beobachtet werden, während die Mischung VS die geringsten Abweichungen aufwies. Die Darstellung der Kontraste zeigt dabei den Unterschied zwischen der ÖAG-Mischung zur Referenzmischung in Prozent.

Verunkrautung

Hinsichtlich der Verunkrautung zeigte sich ebenso ein positives Bild der ÖAG-Mischungen, (Abbildung 23). Diese waren durch eine geringere Verunkrautung gekennzeichnet. Die Unterscheide zwischen den Saatgutqualitäten waren bei allen Mischungen ersichtlich, wobei die Unterschiede zwischen den Mischungen und auch zwischen den Nutzungsfrequenzen moderat waren. Die Unterschiede im Bereich von 1-2% geringerer Verunkrautung scheinen auf den ersten Blick gering zu sein, diese sind allerdings über alle Jahre gemittelt und man sieht über die Mischungen gemittelt eine Zunahme der Verunkrautung über die Zeit, was auf eine verbesserte Konkurrenzkraft der etablierten Pflanzenbestände in den ÖAG-Mischungen schließen lässt.

Abbildung 23: Verlauf der Verunkrautung über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz

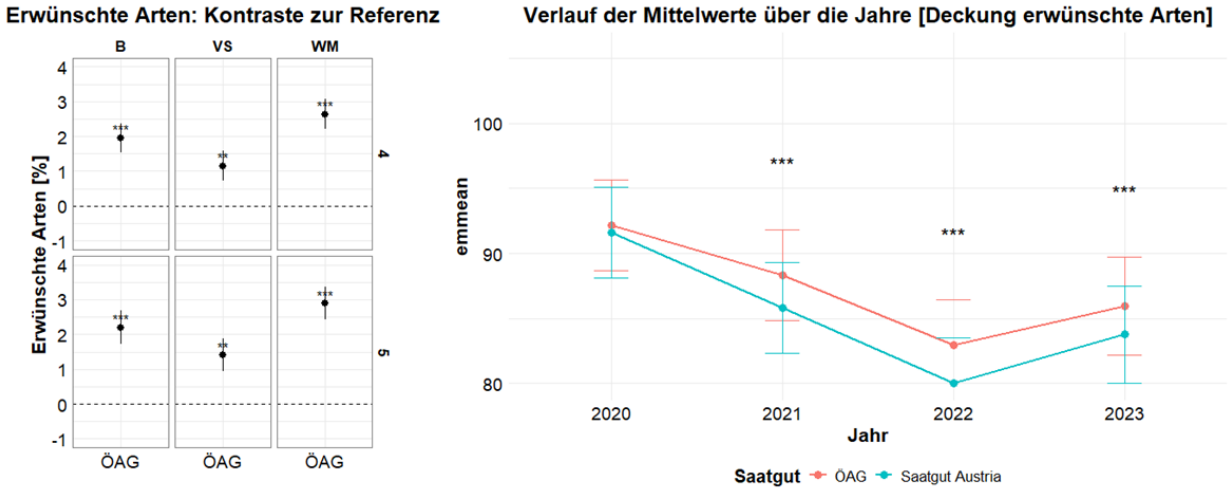


Dieser über die Zeit zunehmende höhere Verunkrautungsanteil der Saatgut Austria-Mischungen trägt somit auch zur geringer werdenden Differenz in der projektiven Deckung der beiden Saatgutqualitätsstufen bei.

Deckung der erwünschten Bestandespartner

Zieht man den Krautanteil von der Projektiven Deckung ab, kann auf simple Weise der Anteil der erwünschten Arten festgestellt werden. Diese Berechnung wurde angewendet, da es auf keinen der Versuchsflächen zu einer „Verungrasung“ mit Schadgräsern, wie beispielsweise mit Gemeiner Rispe (Poa trivialis), kam und auch eine Vermischung der Parzellen durch Versamung aufgrund der intensiven Schnittnutzung ausgeschlossen werden konnte.

Abbildung 24: Verlauf der erwünschten Bestandespartner über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz



Ein positiver Effekt zugunsten der ÖAG-Mischungen zeigte sich über alle Kombinationen von Mischung und Nutzungsfrequenz hinweg, wobei der geringste Effekt, wie auch bei der projektiven Deckung, bei der Mischung VS auftrat.

Unter Ausschluss des Krautanteils ergab sich bei der projektiven Deckung ein über die Versuchsjahre und Saatgutqualitäten hinweg leicht rückläufiger Trend. Die Differenzen zwischen den Saatgutqualitäten ähneln jenen der projektiven Deckung und sind aufgrund der Verunkrautung etwas stärker ausgeprägt. Sie nahmen im Zeitverlauf zu, wobei ab dem Jahr 2021 die Unterschiede statistisch abgesichert sind.

Die Ergebnisse aus den Pflanzenbestandsanalysen decken sich sehr gut mit den entsprechenden Ergebnissen aus den Ertrags- und Futterqualitätsanalysen und verdeutlichen die Wichtigkeit der Saatgutqualität.

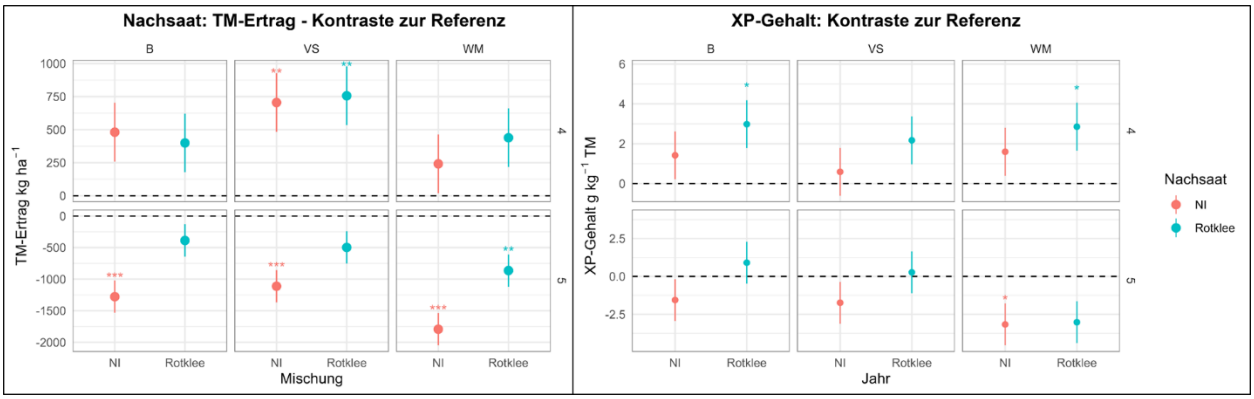
Nachsaat

Die Nachsaat bzw. Übersaat stellt ein zentrales Instrument zur gezielten Steuerung von Pflanzenbeständen im Dauergrünland dar. Im vorliegenden Versuch zeigten die Nachsaatvarianten uneinheitliche Effekte auf die Trockenmasseerträge.

Die Nachsaat mit Rotklee wirkte sich insgesamt positiver auf die Erträge aus als jene mit der Nachsaatmischung „NI“. Damit bestätigt sich die Eignung des Rotklees für regelmäßige Nachsaat auch unter intensiven Schnittregimen.

Zwischen den Schnittsystemen zeigten sich unterschiedliche Effekte: Auf 4-Schnittflächen wirkte sich die Nachsaat förderlich auf den Ertrag aus, auf 5-Schnittflächen wurden hingegen geringere Erträge beobachtet (Abbildung 25). Diese Ergebnisse sind jedoch nicht allgemein auf eine Dauergrünlandnachsaat zu übertragen, da zum Zeitpunkt der ersten Nachsaat sämtliche Parzellen eine sehr hohe projektive Deckung aufwiesen. Dadurch konnte sich die Nachsaat weniger stark etablieren als es in älteren, lückigeren Beständen der Fall wäre.

Abbildung 25: TM-Ertrags- und Rohproteingehaltsänderungen der Nachsaatvarianten im Vergleich zu nicht nachgesäten Parzellen (gestrichelte Linie); 4-Schnittsystem oben und 5-Schnittsystem unten



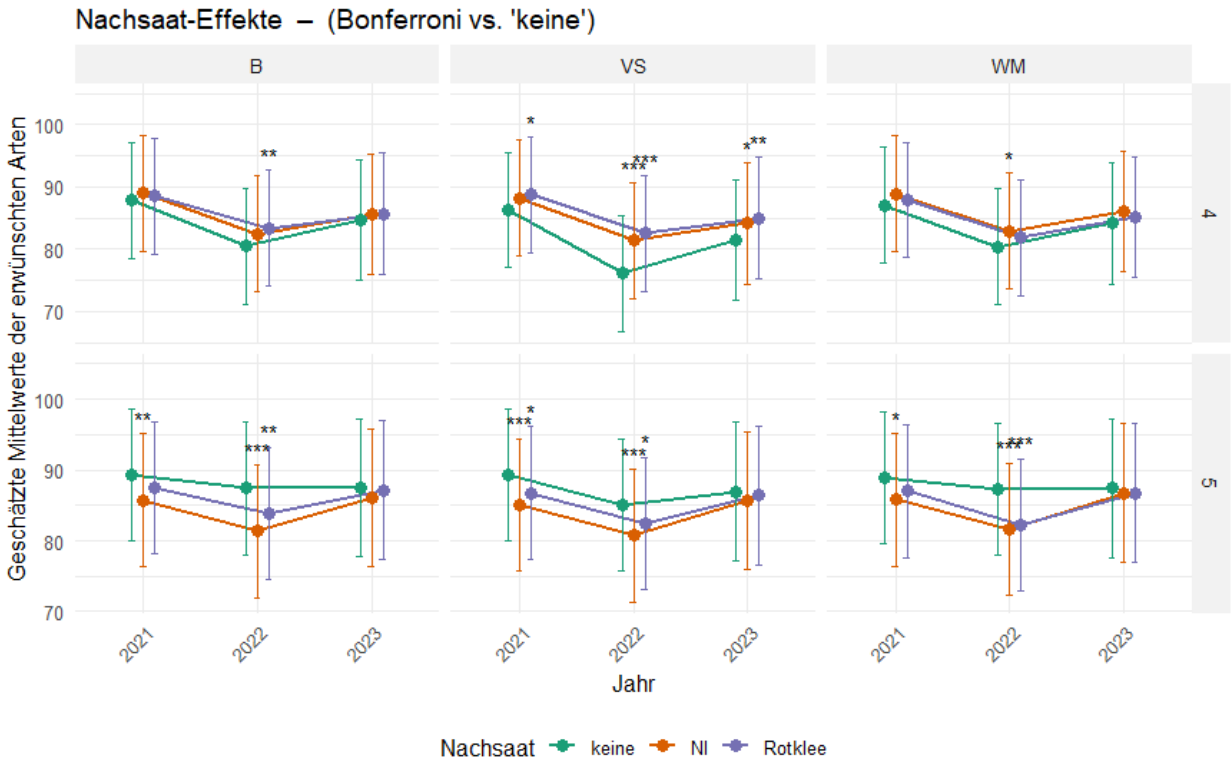
Aufgrund des hohen Konkurrenzdrucks in den jungen, dichten und intensiv gedüngten Grasnarben (210/105/330 kg NPK ha^{-1} a^{-1}, beim 5-Schnittregime) war die erfolgreiche Etablierung der Nachsaat zudem erschwert.

Für zukünftige Untersuchungen zur Nachsaat erscheint es daher sinnvoll, Nachsaatversuche auf älteren Dauergrünlandflächen durchzuführen und die Düngung zum Zeitpunkt der Nachsaat auszusetzen, um den Konkurrenzdruck zu reduzieren und auf Karbonat-freien Standorten mit einer Ergänzungskalkung zu begleiten.

Die Nachsaat bzw. Übersaat stellt ein wesentliches Instrument zur gezielten Steuerung von Pflanzenbeständen im Dauergrünland dar. Die erzielten Effekte zeigten sich, ähnlich

wie bei den Ertragsparametern, differenziert zwischen den Nutzungsfrequenzen (Abbildung 26).

Abbildung 26: Auswirkungen der Nachsaat im Vergleich zur Referenz.



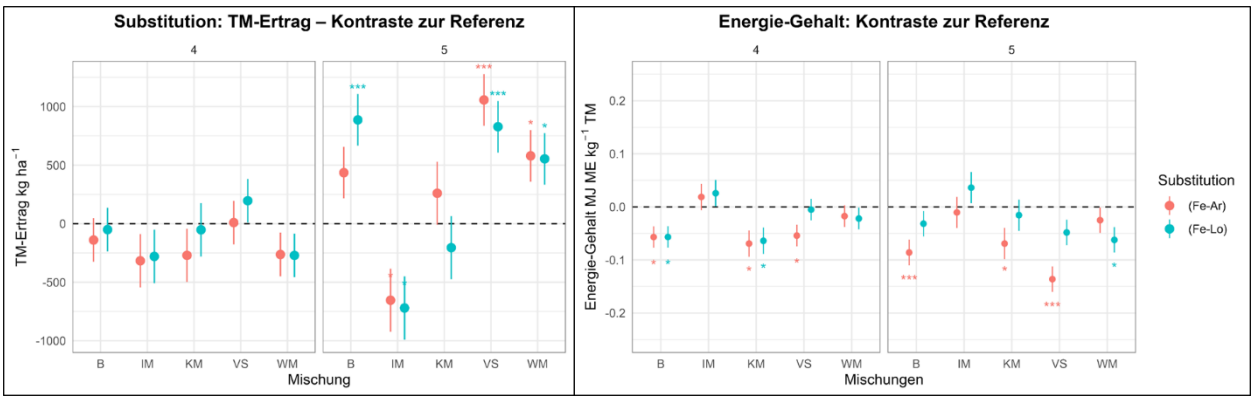
In der vierschnittigen Variante wirkte sich die Nachsaat positiv auf die Bestandesentwicklung aus und führte zu einem höheren Anteil der erwünschten Bestandespartner. In der intensiveren, fünfschnittigen Nutzung hingegen zeigten sich negative Effekte hinsichtlich der projektiven Deckung der erwünschten Bestandespartner.

Der negative Effekt kann möglicherweise durch die mechanische Schädigung des Bestandes im Zuge der Nachsaatmaßnahmen erklärt werden. Die Ergebnisse sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da zum Zeitpunkt der ersten Nachsaat alle Parzellen eine sehr hohe projektive Deckung und einen intakten Pflanzenbestand aufwiesen. Dadurch war die Etablierung der Nachsaat erschwert und blieb hinter dem Potenzial zurück, das in älteren, lückigeren Beständen zu erwarten wäre. Hinzu kam ein hoher Konkurrenzdruck in den jungen, dichten und intensiv gedüngten Grasnarben (210/105/330 kg NPK ha^{-1} a^{-1} im Fünfschnittsystem), der die erfolgreiche Etablierung zusätzlich limitierte.

Substitution

Die Substitution von Wiesenschwingel durch Rohrschwingel bzw. Festulolium führte standortabhängig zu unterschiedlichen Ergebnissen. Im 4-Schnittsystem zeigte sich im Mittel über alle Standorte kein signifikanter Einfluss auf den Ertrag. Im 5-Schnittsystem konnten hingegen – mit Ausnahme der Mischung „IM“ – Ertragssteigerungen erzielt werden (Abbildung 27). Besonders in gräserreichen Mischungen wie „IM“, die zudem konkurrenzstarken Arten wie Bastardraygras enthalten, konnten die substituierten Arten ihre Vorteile nicht zeigen. In Dauerwiesenmischungen mit etwas geringerem Konkurrenzdruck (B und VS) wurden im 5-Schnittregime hingegen positive Effekte, sowohl durch Rohrschwingel als auch durch Festulolium, festgestellt.

Abbildung 27: TM-Ertrags- und Energiegehaltsänderungen der Substitutionsvarianten im Vergleich zu Wiesenschwingel-Parzellen (gestrichelte Linie); 4-Schnittsystem oben und 5-Schnittsystem unten



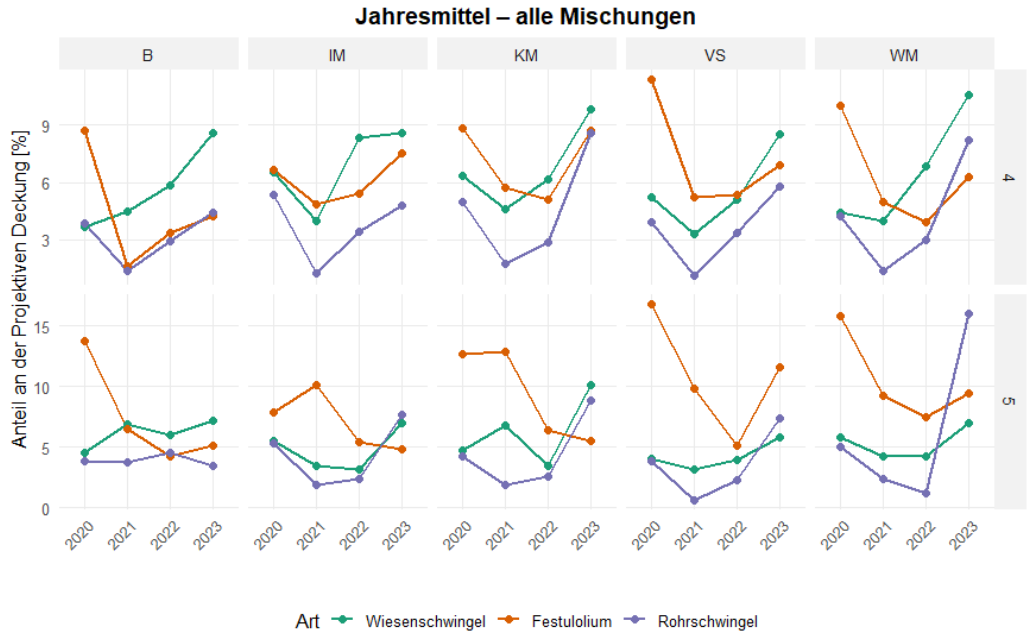
Die Effekte auf den Rohproteingehalt waren über die Standorte und Nutzungsregime hinweg relativ konstant und lagen im Vergleich zum Wiesenschwingel tendenziell etwas niedriger. Beim Energiegehalt trat der qualitative Nachteil des Rohrschwingels hinsichtlich des Futterwertes deutlich zutage.

Erwähnenswert ist, dass die Südtiroler Mischung „Dwi-r“ – mit Ausnahme des ersten Versuchsjahres 2020, in dem die Mischung „IM“ die höchsten Erträge erzielte – über die weiteren Versuchsjahre hinweg konstant die höchsten Trockenmasseerträge lieferte. Dies

ist insbesondere auf die Standorte Grabenegg, Hagenberg und Imst zurückzuführen. Aufgrund des hohen Rohrschwingelanteils von 40 % liegt die Mischung in Bezug auf die Futterqualität, vor allem an den genannten Standorten, im unteren Bereich. Ein weiterführender in-vivo-Fütterungsversuch zur Untersuchung der Akzeptanz dieser Mischung – sowohl in frischer als auch in konservierter Form – könnte wertvolle Erkenntnisse über die Verdaulichkeit und Futteraufnahme liefern und damit das Verständnis dieser aufgrund der deutlichen Ertragsvorteile interessanten Mischung vertiefen.

Der Rohrschwingel zeigte sich in fast allen Varianten (Abbildung 28) weniger konkurrenzstark als der Wiesenschwingel, welcher den Standard in den eingesetzten Mischungen darstellt (der starke Anstieg 2023 in der Mischung WM ist einzig auf die extrem hohen Rohrschwingelanteile > 40 % am Standort Hagenberg zurückzuführen). Das Festulolium hingegen reagierte unterschiedlich auf die Nutzungsfrequenzen. Es wies zunächst eine sehr gute Anfangsentwicklung auf, verlor jedoch in der vierschnittigen Nutzung im Verlauf der Versuchsjahre seinen anfänglichen Vorteil gegenüber dem Wiesenschwingel. In der fünfschnittigen Nutzung fiel der Festulolium-Anteil in allen Mischungen über die Jahre ebenfalls ab, erreichte zu Versuchsende aber teilweise höhere Anteile im Pflanzenbestand als der Wiesenschwingel.

Abbildung 28: Deckungsanteile des Wiesenschwingels und dessen Substitutionen in den ÖAG-Mischungen.

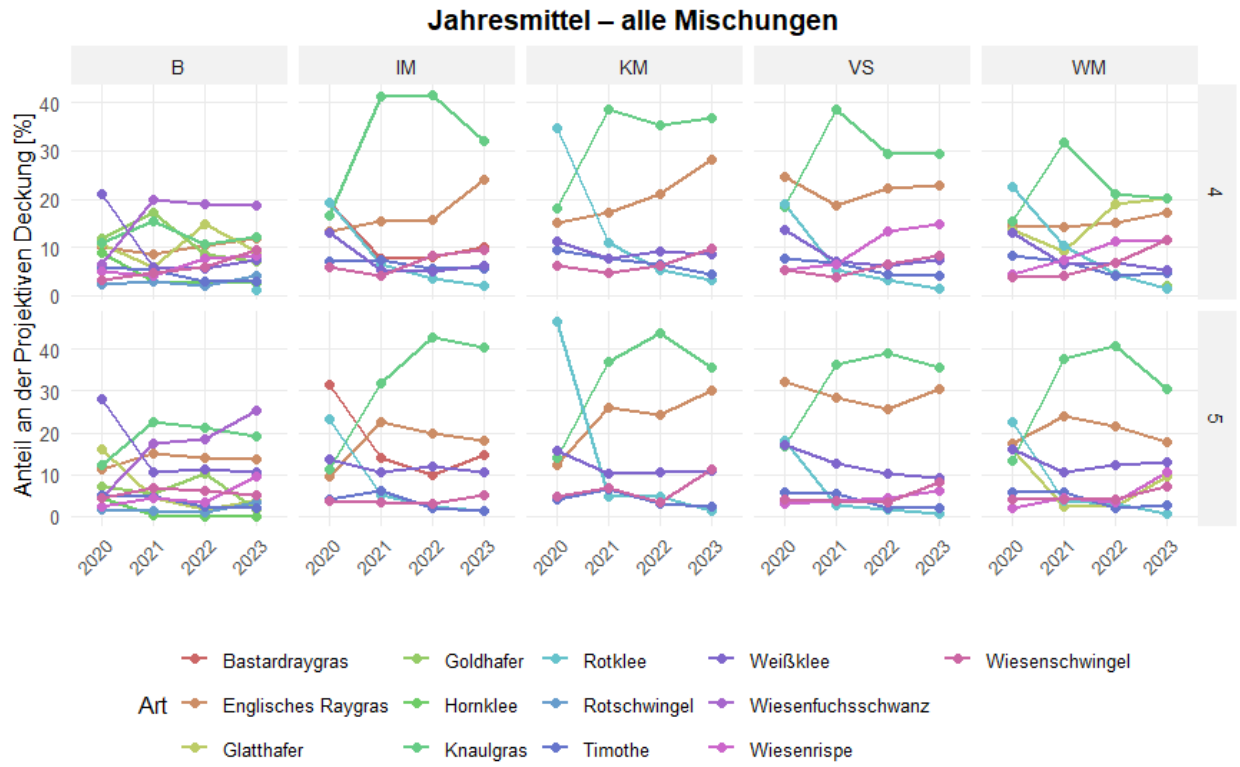


Die Aussagekraft dieser Ergebnisse beschränkt sich auf vier Standorte, auf denen eine botanische Vollerhebung zur Verfügung standen. Diese unterschieden sich deutlich in ihren Standortbedingungen, und eine statistische Absicherung der Unterschiede war aufgrund der großen Streuung nicht möglich. So entwickelte sich der Rohrschwingel beispielsweise am Standort *Hagenberg* außerordentlich gut, was die starke standörtliche Abhängigkeit seiner Etablierung verdeutlicht.

Pflanzenbestandsentwicklung

Der Anteil der Leguminosen in den Beständen war, unabhängig von der jeweiligen Mischung, insgesamt sehr gering (Abbildung 29). Die pflanzliche Zusammensetzung wurde maßgeblich durch wenige dominierende Grasarten geprägt. Der überwiegende Anteil der Biomasse entfiel auf Knaulgras, das zusammen mit dem Englischen Raygras mehr als 50 % der Deckung stellte. Generell waren die Unterscheide zwischen den Mischungen hinsichtlich der Artenverteilung relativ gering. Lediglich in der Mischung *Dauerwiese B* führte der höhere Artenreichtum zu einer geringeren Dominanz einzelner Arten, was auf eine stabilere Artenverteilung innerhalb des Bestandes hinweist.

Abbildung 29: Gemittelte Anteile der Bestandespartner in den ÖAG-Saatgutmischungen (ohne Nachsaat- und Substitutionsvarianten) über die Standorte.



Im zeitlichen Verlauf konnte in den Mischungen VS, B und WM ein deutlicher Anstieg der Wiesenrispe beobachtet werden. Dies verdeutlicht ihre zunächst langsame Jugendentwicklung, gefolgt von einer ausgeprägten Fähigkeit, sich im Bestand auszubreiten und entstandene Lücken sukzessive zu schließen. Auch der Glatthafer zeigte ein gutes Etablierungsvermögen, insbesondere bei vier Nutzungen pro Jahr. In der Mischung WM stellte er gemeinsam mit dem Knaulgras im letzten Versuchsjahr den höchsten Anteil an der projektiven Deckung. Bemerkenswert ist ebenfalls sein fortbestehendes, wenn auch reduziertes Vorkommen in der Fünfschnittnutzung.

Von besonderem Interesse ist zudem die Entwicklung des Bastardraygrases in der Mischung *IM*. Diese Art zeigte in keiner der beiden Nutzungsfrequenzen eine Tendenz zur Bestandesdominanz und war nach anfänglich hohen Anteilen über die Jahre rückläufig. In der Fünfschnittnutzung konnte jedoch im letzten Untersuchungsjahr ein leichter Aufwärtstrend festgestellt werden.

Fazit

Langfristig angelegte, standortübergreifende Versuche liefern wesentliche Erkenntnisse für die Weiterentwicklung einer standortangepassten und nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung. Die Ergebnisse belegen, dass eine gezielte Sortenwahl sowie eine hohe Saatgutqualität der ÖAG-Mischungen sowohl den Trockenmasseertrag als auch die Futterqualität positiv beeinflussen und zu einer insgesamt stabileren Bestandesentwicklung mit höherer projektiver Deckung und geringerer Verunkrautung führen.

Die Wirkung von Nachsaaten ist stark vom Bewirtschaftungssystem und vom Ausgangszustand der Bestände abhängig. In jungen, ertragsstarken und intensiv gedüngten Grünlandnarben bleibt der Nachsaaterfolg aufgrund des hohen Konkurrenzdrucks begrenzt oder kann sogar zu Ertragsminderungen führen. Deutliche Unterschiede zeigen sich zwischen den Schnittsystemen sowie den verwendeten Nachsaatvarianten, wobei Rotklee gegenüber der Nachsaatmischung „NI“ klare Vorteile aufweist. Eine gezielte Rotkleenachsaat zur nachhaltigen Erhöhung des Leguminosenanteils ist daher vor allem in lückigen Beständen sinnvoll, während in dichten, gut entwickelten Narben nur mit mäßigen Erfolgen zu rechnen ist.

Die Substitution des Wiesenschwingels durch Rohrschwingel oder Festulolium kann insbesondere in intensiven Nutzungssystemen mit fünf Schnitten pro Jahr zu Ertragssteigerungen führen, ist jedoch häufig mit Einbußen in der Futterqualität verbunden. In gräserreichen Mischungen, wie der Mischung IM, relativiert sich dieser Ertragsvorteil deutlich. Bei vier Schnitten pro Jahr erscheint eine Substitution des Wiesenschwingels auf Basis der Ertrags- und Qualitätsanalysen insgesamt nicht zielführend. Festulolium zeigte in intensiv geführten Beständen teilweise positive Effekte, während Rohrschwingel an einzelnen, eher trockenen Standorten gute Leistungen erbrachte.

Über alle Standorte hinweg erwies sich Knaulgras mittelfristig als sehr konkurrenzstark, während der Kleeanteil in sämtlichen Mischungen gering blieb. Gleichzeitig zeigten auch artenreichere und extensivere Mischungen eine bemerkenswerte Ausdauer selbst unter intensiven Bewirtschaftungsbedingungen. Alternative Mischungskonzepte, wie die „Dwi-r“, bestätigten auf geeigneten Standorten ihr hohes Leistungspotenzial. Weiterführende

Versuche, insbesondere zur Integration von Futterkräutern wie Spitzwegerich oder Zichorie, sollten künftig standortübergreifend fortgeführt werden, um das Ertragspotenzial, die Futterqualität und die Bestandesstabilität im Dauergrünland weiter zu optimieren.

Anhang

Tabelle 16: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr am Standort Gumpenstein und Piber

	ÖAG-Mischungen ohne Substitution und ohne Nachsaat										Südtirol		Handelsmischungen (Saatbau Linz)					
Mischung	**B**		**VS**		**WM**		**IM**		**KM**		**Dwi-r**		**B**		**EB**		**WM**	
Jahr	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024
Proj. Deckung	91,0	88,3	92,0	88,4	91,0	89,8	80,3	86,5	80,4	87,3	81,8	88,3	85,0	84,0	83,8	85,8	73,8	88,9
Bastard Raygras							16,5	10,3										
Englisch Raygras	12,0	17,5	23,6	33,0	19,5	26,3	14,6	24,4	19,1	34,8	15,3	22,3	14,9	16,8	29,8	37,0	19,5	16,3
Glatthafer	4,8	4,1			6,6	4,3					7,4	5,1	8,4	10,8			4,8	3,1
Goldhafer	9,1	2,0											13,4	3,0				
Wiesenfuchsschwanz	6,9	17,3		1,0		1,8				2,0		2,3		0,5		1,0		1,0
Knaulgras	11,5	21,1	15,1	26,5	15,9	28,5	13,8	26,1	11,1	30,8	12,3	22,1	7,6	24,9	23,1	29,5	20,5	27,3
Timothe	6,9	2,5	8,5	2,9	10,5	3,3	6,6	3,8	6,8	3,6	8,6	5,1	9,6	3,1	11,9	4,3	9,8	6,6
Wiesenrispe	3,3	4,1	3,4	4,1	3,5	5,1		1,9		2,0	4,0	2,5	3,3	2,3	3,4	2,3	3,0	2,6
Wiesenschwingel	4,3	2,1	4,0	2,4	4,1	2,8	6,0	4,1	4,8	3,5			4,6	4,3			5,1	3,8
Rotschwingel	2,5	3,1									3,8	3,5	3,8	3,6			3,4	4,1
Rohrschwingel											4,5	19,1						
Rotklee			17,4	0,9	16,6	1,5	18,9	1,7	35,1	1,8					9,6	0,5	5,3	0,6
Weißklee	29,3	13,1	24,9	14,1	20,6	14,3	22,0	10,9	21,3	9,6	41,8	8,4	26,5	9,0	20,0	7,1	20,6	11,6
Hornklee	7,9	1,9											6,9	2,4			5,3	2,8
Fremdbesatz	1,8	11,1	3,1	16,0	2,6	13,2	1,6	17,8	1,9	14,7	2,5	11,0	1,1	19,9	2,3	19,3	2,0	21,1
Proj. Deckung	96,0	99,0	96,8	98,5	96,8	99,0	95,0	99,0	97,8	98,5	98,0	98,3	96,3	97,8	95,0	98,5	97,8	99,0
Bastard Raygras							17,5	14,3										
Englisch Raygras	12,8	16,3	19,8	27,3	19,0	23,0	13,8	22,0	18,3	31,8	14,5	20,0	11,8	19,3	22,0	26,5	15,3	21,0
Glatthafer	5,0	4,0			12,0	15,0					14,8	21,0	13,3	11,8			21,3	23,0
Goldhafer	9,3	6,5											10,0	5,8				
Wiesenfuchsschwanz	12,3	20,0																
Knaulgras	12,0	15,0	15,5	17,8	11,5	15,0	16,0	23,0	20,5	33,8	12,3	15,0	10,0	16,5	18,0	25,5	21,0	12,5
Timothe	5,5	4,5	9,0	5,8	9,0	7,8	7,0	7,0	11,8	4,3	7,0	5,5	6,8	4,8	9,5	9,5	4,3	3,8
Wiesenrispe	9,0	10,5	11,0	21,8	8,5	15,0					12,5	17,5	12,3	18,5	12,8	26,0	9,3	11,5
Wiesenschwingel	3,3	8,5	11,3	14,5	5,5	14,3	11,0	17,0	9,5	14,3			9,8	6,0			6,8	15,0
Rotschwingel	2,0	1,8									3,0	2,0	3,3	4,5			3,3	2,0
Rohrschwingel											9,5	8,0						
Rotklee			19,5	1,5	23,0	1,5	22,0	3,3	26,3	2,8					21,5	1,3	8,3	1,5
Weißklee	19,5	8,0	13,5	6,0	10,3	5,0	12,0	8,5	10,8	10,0	25,8	5,3	19,3	6,3	15,0	6,3	8,5	4,5
Hornklee	9,0	2,8				4,0							4,5	2,3			1,0	2,3
Fremdbesatz	0,5	2,3	0,5	5,5	1,3	2,5	0,8	5,0	3,0	3,3	0,8	5,8	0,0	4,5	1,3	5,0	1,3	2,3

Tabelle 17: Entwicklung von angesäten Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr auf den Standorten Gumpenstein und Piber in den Varianten mit substituiertem Rohrschwingel bzw. Festulolium

		ÖAG-Mischungen mit Substitution **Rohrschwingel**										ÖAG-Mischungen mit Substitution **Festulolium**									
	Mischung	**B**		**VS**		**WM**		**IM**		**KM**		**B**		**VS**		**WM**		**IM**		**KM**	
	Jahr	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024
Gumpenstein (GL-909)	Proj. Deckung	90,6	88,9	91,4	89,9	82,1	87,0	89,9	87,9	78,8	88,4	81,3	87,4	91,8	87,8	89,9	85,1	90,3	88,4	80,6	87,4
	Bastard Raygras							18,9	9,8									14,8	7,3		
	Englisch Raygras	13,5	18,0	28,1	33,6	21,3	29,0	16,8	29,3	17,3	37,0	11,1	20,5	21,1	39,3	24,6	30,0	13,9	30,8	16,0	35,0
	Glatthafer	4,9	8,8		1,0	5,1	4,6					4,9	3,8			1,5	2,2				
	Goldhafer	10,1	1,8									5,8	1,5								
	Wiesenfuchsschwanz	5,5	13,1				1,0		2,0		1,3	5,4	17,3		1,0				3,2		0,7
	Knaulgras	9,8	17,6	18,4	30,3	13,9	26,5	11,9	34,3	10,3	34,3	9,5	18,0	15,0	27,1	12,5	26,8	12,3	23,8	12,5	29,3
	Timothe	7,5	2,5	7,6	4,3	9,1	3,6	8,1	3,7	9,9	3,3	7,8	2,6	8,3	2,9	7,8	3,1	8,3	2,5	9,0	3,8
	Wiesenrispe	2,9	3,4	3,0	3,6	3,3	4,6		2,0		2,7	4,1	3,6	2,8	3,8	2,8	4,5		2,5	1,5	2,8
	Wiesenschwingel																				
	Rotschwingel	2,6	2,9									2,0	2,9				1,0				
	Rohrschwingel	2,4	3,5	3,0	1,8	3,8	3,3	6,4	2,9	2,9	2,7										
	Festulolium											8,3	4,1	9,0	5,1	9,8	5,9	9,4	6,6	10,5	5,3
	Rotklee		0,7	17,1	1,0	19,0	1,2	16,0	0,7	37,1	1,6			20,5	1,2	20,4	0,8	18,1	2,0	31,1	2,1
	Weißklee	31,5	12,8	22,0	11,8	23,4	12,4	19,3	7,5	20,8	9,1	33,1	12,0	21,4	9,3	19,0	13,8	21,1	9,5	18,0	9,4
	Hornklee	7,9	3,3								0,7	6,6	2,5								
	Fremdbesatz	1,5	12,4	0,8	13,7	1,2	14,7	2,8	11,0	1,9	10,5	1,5	11,1	2,0	11,2	1,7	12,9	2,3	15,6	2,1	12,4
Piber (GL-910)	Proj. Deckung	95,0	98,5	96,3	98,3	94,3	98,8	98,0	98,5	97,3	98,8	94,8	98,8	96,0	99,0	96,5	98,3	97,0	98,5	96,0	98,8
	Bastard Raygras							14,3	16,5									19,0	20,5		
	Englisch Raygras	12,8	15,0	17,8	24,8	14,0	13,0	19,5	24,8	20,0	29,3	12,8	9,5	16,0	26,0	15,0	24,3	12,3	26,0	15,5	20,5
	Glatthafer	6,5	11,3			15,3	17,5					9,0	13,0			3,0	4,8				
	Goldhafer	4,8	8,3									7,5	5,0								
	Wiesenfuchsschwanz	9,0	18,8									10,0	19,5								
	Knaulgras	10,0	20,0	16,5	20,5	10,0	18,8	17,3	20,3	14,5	24,5	10,0	15,0	16,3	27,3	21,0	22,3	15,0	25,3	11,0	23,8
	Timothe	4,5	2,3	7,8	7,8	4,3	9,8	8,3	8,3	5,5	9,5	5,3	4,3	7,0	5,3	6,3	5,5	6,0	10,0	3,3	9,0
	Wiesenrispe	9,3	11,8	12,8	24,3	9,8	21,8					8,8	10,0	12,5	23,8	12,5	27,0			14,0	18,8
	Wiesenschwingel			8,3										4,8							
	Rotschwingel	3,3	1,5									2,8	1,5								
	Rohrschwingel	5,8	2,5	7,3	5,5	4,8	2,8	8,3	9,5	9,5	16,5										
	Festulolium											3,0	6,0	8,5	5,5	8,0	5,0	5,5	9,8	7,8	6,3
	Rotklee			14,5	3,3	27,0	1,5	21,3	4,8	35,3	2,3			20,3	2,3	22,5	3,7	26,3	1,5	31,0	2,8
	Weißklee	25,5	3,7	14,8	7,8	14,0	9,5	11,0	9,0	14,3	9,3	20,3	10,0	13,8	6,3	11,0	6,0	15,3	4,0	16,5	9,5
	Hornklee	8,3	3,3									10,5	4,5								
	Fremdbesatz	0,5	3,5	0,5	6,3	1,0	5,5	0,3	7,0	1,0	8,8	0,3	1,8	1,0	3,8	0,8	9,3	0,8	3,0	1,0	9,5

Tabelle 18: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr am Standort Gumpenstein und Piber in Abhängigkeit der Nachsaat

	keine Nachsaat						NI jedes 2. Jahr						Rotklee jährlich					
Mischung	B		VS		WM		B		VS		WM		B		VS		WM	
Jahr	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024	2020	2024
Proj_Deckung	91,0	88,3	92,0	88,4	91,0	89,8	69,3	84,9	67,9	86,0	66,6	83,3	68,3	85,6	68,5	81,4	68,1	86,0
Bastard Raygras																		
Englisch Raygras	12,0	17,5	23,6	33,0	19,5	26,3	11,0	21,9	22,4	32,3	21,0	30,9	16,0	21,3	24,3	34,9	24,0	29,5
Glatthafer	4,8	4,1			6,6	4,3	6,5	6,9			6,6	5,8	5,5	4,6			6,8	4,5
Goldhafer	9,1	2,0					9,0	2,3					8,5	1,2				
Wiesen-Fuchsschwanz	6,9	17,3		1,0		1,8	5,8	11,8		2,5		2,0	4,9	14,5		2,0		1,3
Knaulgras	11,5	21,1	15,1	26,5	15,9	28,5	7,3	20,0	11,6	32,1	13,0	30,1	6,9	17,6	11,0	31,8	10,1	27,4
Timothe	6,9	2,5	8,5	2,9	10,5	3,3	7,1	3,4	8,0	3,3	10,3	3,9	6,5	4,6	9,1	3,9	8,8	3,3
Wiesenrispe	3,3	4,1	3,4	4,1	3,5	5,1	2,5	3,6	2,8	3,9	2,8	4,8	3,0	4,6	3,1	4,5	2,9	4,1
Wiesenschwingel	4,3	2,1	4,0	2,4	4,1	2,8	3,8	2,5	4,4	1,8	3,8	1,8	3,3	2,6	4,0	1,6	4,9	1,6
Rotschwingel	2,5	3,1					2,6	2,9					2,9	2,8		2,0		2,0
Rotklee			17,4	0,9	16,6	1,5		1,9	20,6	2,1	17,5	2,0		5,3	19,9	4,6	17,0	6,6
Weißklee	29,3	13,1	24,9	14,1	20,6	14,3	33,5	8,8	27,5	7,3	24,8	6,0	31,8	8,0	26,1	6,3	23,8	7,9
Hornklee	7,9	1,9					8,8	2,6					9,1	2,0				
Fremdbesatz	1,8	11,1	3,1	16,0	2,6	13,2	2,3	12,3	2,8	16,1	0,4	14,6	1,8	13,6	2,5	11,5	1,9	14,3
Proj_Deckung	96,0	99,0	96,8	98,5	96,8	99,0	95,8	98,8	98,3	98,3	97,8	98,8	95,0	98,8	95,3	98,8	97,3	98,8
Bastard Raygras																		
Englisch Raygras	12,8	16,3	19,8	27,3	19,0	23,0	8,5	19,5	15,0	30,8	11,0	23,3	5,3	17,5	17,8	31,8	11,3	18,5
Glatthafer	5,0	4,0			12,0	15,0	8,5	10,0			16,0	26,5	11,0	11,5			15,0	19,0
Goldhafer	9,3	6,5					9,5	10,0					7,0	5,0				
Wiesen-Fuchsschwanz	12,3	20,0					11,5	10,5					11,5	15,3				
Knaulgras	12,0	15,0	15,5	17,8	11,5	15,0	10,3	10,5	15,5	23,0	11,8	10,5	13,8	11,0	21,3	24,3	18,3	19,5
Timothe	5,5	4,5	9,0	5,8	9,0	7,8	4,3	4,5	8,5	5,0	7,0	5,3	5,3	5,0	5,0	5,3	4,8	5,3
Wiesenrispe	9,0	10,5	11,0	21,8	8,5	15,0	8,0	15,0	11,8	25,0	10,0	18,3	7,5	18,5	12,8	27,8	8,8	20,0
Wiesenschwingel	3,3	8,5	11,3	14,5	5,5	14,3	7,0	9,0	7,8	10,0	8,5	13,0	5,0	5,5	8,0	4,3	4,5	10,0
Rotschwingel	2,0	1,8					3,3	1,8					1,8	1,8				
Rotklee			19,5	1,5	23,0	1,5			20,8	0,8	18,5	1,0			18,5	1,3	23,5	1,3
Weißklee	19,5	8,0	13,5	6,0	10,3	5,0	18,8	5,0	19,8	3,8	16,3	1,0	24,5	4,8	16,3	3,8	12,8	5,3
Hornklee	9,0	2,8				4,0	10,0	3,0					5,8	2,0				
Fremdbesatz	0,5	2,3	0,5	5,5	1,3	2,5	0,5	1,3	1,0	1,8	1,0	1,3	1,8	2,3	0,5	1,8	1,3	1,3

Tabelle 19: Deskriptive Statistik - Mittelwerte und Standardabweichungen zu Trockenmasseerträge (Gesamt und Aufwüchse) verschiedener Mischungen, Substitutionen und Schnittfrequenz am Standort Grabenegg und Hagenberg

Mischung	Substiution	Schnitt-frequenz		TM-Ertrag_MW Aufwüchse [dt/ha]					TM-Ertrag_SD Aufwüchse [dt/ha]				
Grabenegg			TM_Gesamt-mittel [dt/ha/a]	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Dwi-r	-	4	**134**	64,2	23,5	21,4	24,8		13,2	13,6	12,7	8,1	
Dwi-r	-	5	**157**	62,6	25,9	14,2	28,5	25,7	11,9	8,7	7,6	11,0	10,0
B	Fe-Ar	4	**120**	63,5	18,7	18,7	19,4		13,2	11,4	11,6	8,2	
B	Fe-Ar	5	**146**	62,6	24,5	14,1	23,6	20,8	12,0	8,7	6,2	10,7	9,6
B	Fe-Lo	4	**116**	61,7	19,0	17,8	17,7		13,2	11,2	11,8	9,4	
B	Fe-Lo	5	**146**	63,3	25,4	14,0	23,8	19,8	14,1	10,7	6,4	12,4	9,4
B	keine	4	**123**	63,8	18,6	19,9	20,9		12,4	11,2	13,3	9,1	
B	keine	5	**147**	60,0	25,3	14,7	24,6	21,9	10,9	8,3	6,4	11,0	10,2
IM	Fe-Ar	4	**122**	62,8	22,0	18,9	18,6		18,1	11,7	12,1	8,2	
IM	Fe-Ar	5	**149**	64,0	28,6	13,5	23,7	18,8	17,6	11,2	5,6	11,3	8,8
IM	Fe-Lo	4	**128**	66,5	22,8	19,0	19,7		17,0	10,2	11,3	9,0	
IM	Fe-Lo	5	**140**	61,5	26,7	12,8	21,0	18,3	13,6	11,3	5,7	10,5	8,7
IM	keine	4	**128**	66,2	21,9	19,4	20,8		15,4	11,7	13,2	8,7	
IM	keine	5	**145**	64,5	26,0	13,1	22,3	18,8	15,5	10,7	6,0	11,2	9,1
KM	Fe-Ar	4	**124**	63,7	19,8	20,3	20,0		11,7	10,0	13,2	7,0	
KM	Fe-Ar	5	**141**	58,7	23,3	14,2	23,6	20,9	17,1	6,8	6,3	10,1	8,4
KM	Fe-Lo	4	**123**	63,0	21,5	20,6	18,2		11,7	11,2	13,4	8,3	
KM	Fe-Lo	5	**135**	59,2	23,5	13,0	21,2	18,3	16,0	7,9	6,4	10,2	8,4
KM	keine	4	**123**	60,4	21,0	21,4	20,0		12,9	11,6	14,0	8,6	
KM	keine	5	**132**	55,2	24,2	13,3	21,6	18,0	19,6	7,9	5,6	10,4	8,3
VS	Fe-Ar	4	**115**	56,6	19,5	19,0	19,6		16,1	9,1	12,0	8,8	
VS	Fe-Ar	5	**140**	59,4	25,4	13,1	22,6	19,4	18,0	8,5	6,1	11,3	8,5
VS	Fe-Lo	4	**117**	59,0	19,5	18,0	20,1		18,0	9,5	11,9	9,0	
VS	Fe-Lo	5	**142**	59,4	27,6	13,2	22,6	19,2	17,9	10,6	6,4	11,0	9,0
VS	keine	4	**110**	58,5	17,0	16,2	18,8		16,4	8,4	9,6	9,5	
VS	keine	5	**132**	59,4	22,4	12,3	20,0	17,9	17,1	8,3	5,3	8,6	8,7
WM	Fe-Ar	4	**116**	62,9	16,9	17,6	19,0		13,2	9,9	11,8	7,9	
WM	Fe-Ar	5	**140**	61,7	22,5	13,5	22,0	20,0	11,2	7,8	6,7	9,6	8,8
WM	Fe-Lo	4	**127**	67,2	19,7	20,2	19,6		17,3	11,9	13,9	8,8	
WM	Fe-Lo	5	**148**	65,0	25,1	14,1	24,0	20,1	16,2	10,4	6,5	10,7	9,4
WM	keine	4	**119**	64,1	16,1	19,1	19,8		12,6	9,7	13,5	9,2	
WM	keine	5	**141**	61,6	22,8	13,9	23,0	20,0	14,3	8,4	5,8	10,6	9,2

Hagenberg													
Dwi-r	-	4	**194**	78,9	39,9	39,4	35,5		15,9	16,7	15,6	10,1	
Dwi-r	-	5	**193**	65,4	40,8	28,6	30,1	28,1	15,5	16,8	9,6	10,2	10,9
B	Fe-Ar	4	**172**	70,2	35,4	35,1	31,8		12,8	15,9	14,2	10,0	
B	Fe-Ar	5	**180**	64,2	35,5	27,1	28,7	24,2	17,6	13,2	10,0	10,2	8,3
B	Fe-Lo	4	**169**	70,5	34,6	34,4	29,9		14,7	14,8	13,9	9,9	
B	Fe-Lo	5	**184**	64,6	38,3	28,0	28,2	24,6	15,3	14,3	10,3	10,1	8,3
B	keine	4	**172**	69,7	36,4	34,2	31,6		13,4	16,6	13,9	9,5	
B	keine	5	**180**	65,7	34,3	27,4	28,0	24,3	16,3	14,9	9,8	9,7	8,1
IM	Fe-Ar	4	**165**	66,5	36,3	33,6	29,0		12,4	15,6	15,4	9,0	
IM	Fe-Ar	5	**175**	60,1	38,2	26,9	26,5	23,6	13,7	13,7	9,0	9,2	9,4
IM	Fe-Lo	4	**168**	69,4	35,7	34,4	28,5		12,5	14,2	15,6	8,8	
IM	Fe-Lo	5	**181**	63,0	38,9	27,2	27,3	24,8	15,5	14,7	9,2	9,2	9,7
IM	keine	4	**182**	77,4	36,3	36,7	31,3		11,9	14,8	15,8	11,1	
IM	keine	5	**176**	63,8	35,7	26,7	26,5	23,9	15,0	14,2	9,8	10,2	10,6
KM	Fe-Ar	4	**164**	68,9	36,1	30,1	28,9		11,6	12,6	14,1	8,0	
KM	Fe-Ar	5	**169**	57,1	33,8	29,0	25,6	23,8	15,0	12,1	9,5	7,6	7,3
KM	Fe-Lo	4	**173**	73,2	38,7	32,5	28,6		14,2	13,5	16,0	7,5	
KM	Fe-Lo	5	**164**	55,7	34,9	26,8	24,1	22,5	13,7	12,4	9,3	8,1	6,9
KM	keine	4	**163**	67,8	36,0	31,4	28,1		12,2	12,0	14,0	7,9	
KM	keine	5	**169**	58,4	33,5	28,5	25,7	23,3	16,9	12,7	9,3	8,8	6,8
VS	Fe-Ar	4	**161**	63,2	35,5	31,8	30,6		15,5	13,4	13,4	9,5	
VS	Fe-Ar	5	**180**	58,9	39,2	26,8	28,3	26,5	14,3	15,9	9,2	9,7	9,7
VS	Fe-Lo	4	**166**	63,6	37,3	33,6	31,9		13,4	16,0	14,2	9,7	
VS	Fe-Lo	5	**177**	56,0	41,0	26,2	28,7	24,5	13,1	14,8	9,7	10,4	8,4
VS	keine	4	**167**	70,0	33,4	33,3	30,4		13,0	13,6	12,7	10,6	
VS	keine	5	**176**	60,1	36,7	26,4	27,6	25,2	16,8	15,5	10,0	10,2	9,2
WM	Fe-Ar	4	**174**	75,5	34,6	33,8	30,1		14,0	15,1	15,9	8,6	
WM	Fe-Ar	5	**181**	63,3	36,5	27,2	28,6	25,6	16,1	13,9	9,3	9,1	8,1
WM	Fe-Lo	4	**170**	70,7	35,1	33,8	30,0		14,8	15,0	14,4	10,3	
WM	Fe-Lo	5	**176**	60,1	38,0	27,0	27,4	23,6	13,8	13,1	9,1	8,7	8,4
WM	keine	4	**178**	76,8	34,5	35,7	31,4		14,3	15,1	14,7	9,3	
WM	keine	5	**179**	63,4	35,2	26,8	28,2	25,4	15,1	13,5	9,0	8,6	8,8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mischungen im Versuch Seedmix 19
Tabelle 2: Qualitäts-Sorten im Versuch 19
Tabelle 3: Botanische Vollerhebungen auf den Versuchsstandorten 24
Tabelle 4: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern der Erträge und Entzüge der Seedmix-Standorte Gumpenstein und Piber 26
Tabelle 5: Deskriptive Statistik von Inhaltsstoffen, Verdaulichkeit und Energie in Abhängigkeit von Standort, Schnittfrequenz und Aufwuchs 30
Tabelle 6: P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern der Futterqualität der Seedmix-Standorte Gumpenstein und Piber 32
Tabelle 7: Mittelwerte von Mengen- und Spurenelementen in Abhängigkeit von Standort, Schnittfrequenz und Aufwuchs auf den Standorten Gumpenstein und Piber 34
Tabelle 8: GLM-Statistik zu Haupteffekten und Wechselwirkungen der Projektiven Deckung und der Artengruppen am Standort Gumpenstein und Piber 35
Tabelle 9: Mengen- und Qualitätserträge am Standort Trautenfels für die Faktorstufen Mischung, Versuchsjahr und deren Wechselwirkung mit den statistischen Kennzahlen ... 46
Tabelle 10: Mengen- und Qualitätserträge am Standort Lambach für die Faktorstufen Mischung, Versuchsjahr und deren Wechselwirkung mit den statistischen Kennzahlen ... 46
Tabelle 11: Mittelwerte und Signifikanzen aus der Analyse eines linearen gemischten Modells (lmer) für die Effekte und Wechselwirkungen der Faktoren Mischung, Substitution, Schnittfrequenz und Jahr auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale 49
Tabelle 12: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu Parametern von Erträgen und Entzügen am Standort Imst 58
Tabelle 13: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zu verschiedenen Parametern der Futterqualität am Standort Imst ... 62
Tabelle 14: Mittelwerte der CP-Gehalte der Aufwüchse in den fünf Versuchsjahren am Standort Imst 63
Tabelle 15: Mittelwerte und P-Werte der multiplen GLM-Analyse für Faktor- und Wechselwirkungen zur projektiven Deckung und den Artengruppenanteilen am Standort Imst 63
Tabelle 16: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr am Standort Gumpenstein und Piber 80

Tabelle 17: Entwicklung von angesäten Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr auf den Standorten Gumpenstein und Piber in den Varianten mit substituiertem Rohrschwingel bzw. Festulolium 81
Tabelle 18: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz von Grünland-/Futterbaumischungen im 1. bzw. 5. Hauptnutzungsjahr am Standort Gumpenstein und Piber in Abhängigkeit der Nachsaat 82
Tabelle 19: Deskriptive Statistik - Mittelwerte und Standardabweichungen zu Trockenmasseerträge (Gesamt und Aufwüchse) verschiedener Mischungen, Substitutionen und Schnittfrequenz am Standort Grabenegg und Hagenberg..... 83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die sieben Versuchsstandorte und ihre wesentlichen Klimaparameter 14
Abbildung 2: Der Versuchsplan im Überblick 15
Abbildung 3: Monatliche Niederschlagsverteilung an beiden AGES-Standorten im Versuchszeitraum 2019–2023 im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961–2018 (Geosphere Austria 2025) 17
Abbildung 4: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland mit verschiedenen Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für Standort Gumpenstein 27
Abbildung 5: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland mit verschiedenen Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für Standort Piber 27
Abbildung 6: Calciumgehalt und Leguminosenanteil in Abhängigkeit von Schnitthäufigkeit in den Nutzungsjahren am Standort Gumpenstein 34
Abbildung 7: Veränderung der projektiven Deckung sowie der Gewichtsanteile (%) von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit von Nutzungsjahr und Mischung am Standort Gumpenstein 36
Abbildung 8: Einfluss von Substitution bzw. Handelsmischung und Jahr auf den Kräuter- und Leguminosenanteil von Grünlandmischungen am Standort Gumpenstein 37
Abbildung 9: Veränderung der projektiven Deckung sowie der Gewichtsanteile (%) von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit von Nutzungsjahr und Mischung am Standort Piber 37
Abbildung 10: Einfluss von Substitution bzw. Handelsmischung und Jahr auf den Kräuter- und Leguminosenanteil von Grünlandmischungen am Standort Piber 38
Abbildung 11: Entwicklung angesäter Arten in Abhängigkeit der Schnitthäufigkeit in Gumpenstein 38
Abbildung 12: Entwicklung angesäter Arten und Fremdbesatz in Abhängigkeit der Mischungen in Gumpenstein (linke Seite) und Piber (rechte Seite) 40
Abbildung 13: Einfluss der Faktoren Jahr, Schnittfrequenz, Mischung und Substitution auf Trockenmasseertrag und Rohproteingehalt im Random-Forest-Modell, angegeben als prozentuale Erhöhung des mittleren quadratischen Fehlers (%IncMSE) 50
Abbildung 14: Effekt der Schnitthäufigkeit (4 und 5 Schnitte) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [g / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte Grabenegg und Hagenberg 51
Abbildung 15: Effekt verschiedener Mischungen (B, Dwi-r, IM, KM, VS, WS) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Rohproteingehalt [g / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte Grabenegg und Hagenberg 52

Abbildung 16: Effekt verschiedener Substitutionen (Fe-Ar = Rohrschwingel; Fe-Lo = Festulolium und Keine = Wiesenschwingel) auf TM-Ertrag [dt/ha] und Nettoenergielaktation [MJ / kg TM] über den Versuchszeitraum (2020-2024) für beide AGES-Versuchsstandorte 53
Abbildung 17: TM-Ertrag von intensivem Wirtschaftsgrünland und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst 59
Abbildung 18: Wechselwiese, Vielschnittwiese und Dauerwiese B mit jährlicher Nachsaat von Rotklee 64
Abbildung 19: Artengruppenanteile der Gräser und Leguminosen (Ertrags-%) in den Mischungen und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst 64
Abbildung 20: Artengruppenanteile der Gräser und Leguminosen (Ertrags-%) bei Nachsaat und Wechselwirkungen zum Faktor Jahr für den Standort Imst 65
Abbildung 21: TM-Ertrags- und Rohproteingehaltsverläufe der unterschiedlichen Saatgutqualitäten im Zeitverlauf 68
Abbildung 22: Verlauf der projektiven Deckung über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz 69
Abbildung 23: Verlauf der Verunkrautung über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz 70
Abbildung 24: Verlauf der erwünschten Bestandespartner über die Jahre (über Mischungen und Intensitäten gemittelt) sowie die Kontraste zur Referenz 71
Abbildung 25: TM-Ertrags- und Rohproteingehaltsänderungen der Nachsaatvarianten im Vergleich zu nicht nachgesäten Parzellen (gestrichelte Linie); 4-Schnittsystem oben und 5-Schnittsystem unten 72
Abbildung 26: Auswirkungen der Nachsaat im Vergleich zur Referenz. 73
Abbildung 27: TM-Ertrags- und Energiegehaltsänderungen der Substitutionsvarianten im Vergleich zu Wiesenschwingel-Parzellen (gestrichelte Linie); 4-Schnittsystem oben und 5-Schnittsystem unten 74
Abbildung 28: Deckungsanteile des Wiesenschwingels und dessen Substitutionen in den ÖAG-Mischungen. 76
Abbildung 29: Gemittelte Anteile der Bestandespartner in den ÖAG-Saatgutmischungen (ohne Nachsaat- und Substitutionsvarianten) über die Standorte. 77

Literaturverzeichnis

Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2023 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Online: https://bsl.baes.gv.at/fileadmin/BSL/pdfVersion/BSL2023_end.pdf [Abruf am 03.09.2025]

Bates, D./ Mächler, M./ Bolker, B. und Walker, S.: Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software 67 (1), 1-48.

BMLUK: Grüner Bericht 2025 - Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien, 118 S.

Buchgraber, K.: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Neu bearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag 2018, 216 S.

Curran, N./ Grogan, D./ Milbourne, D./ Byrne, S. L./ O'Riordan, E./ Hanley, M./ Grant, J./ Hodkinson, T. R. und Barth, S.: Persistency, yield, and silage quality of Festulolium cultivars over a consecutive five-year period under a mild Atlantic climate. Biologia Plantarum. Online: https://doi.org/10.32615/bp.2020.157 [Abruf am

Daccord, R./ Arrigo, Y./ Jeangros, B./ Scehovic, J./ Schubiger, F. X. und Lehmann, J.: Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Zellwandbestandteilen. Agrarforschung Schweiz 8 (4), 180-185.

Friendly, M.: SAS system for statistical graphics. SAS Publishing.

Geosphere Austria: SPARTACUS v2.1 Tagesdaten. 1. März 2025. https://data.hub.geosphere.at/dataset/spartacus-v2-1d-1km [Abruf am 02.03.2025].

Gregis, B. und Reidy, B.: Ausdauer von Rohrschwingel unter langjährigen Weidebedingungen. In: 59. Jahrestagung der AGGF zum Thema Grünland effizient und umweltschonend nutzen, Aulendorf, 27.-29. August 2015. S. 182-185.

Gruber, L./ Resch, R. und Stögmüller, G.: Den Wert des Grundfutters an den Gerüstsubstanzen erkennen. ÖAG-Info 1, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 12 S.

Houdek, I. und Jambor, J.: Festulolium hybrids from breeding station Hladke Zivotice and their quality. 14th International Symposium FORAGE CONSERVATION, Brno, Czech Republic, March 17-19, 2010, 22-24.

Jänicke, H.: Rohrschwingel statt Deutsches Weidelgras? Top agrar (6) 2015, 82-87.

Kaiser, T./ Pickert, J. und Behrendt, A.: Sanftblättriger Rohrschwingel im Vergleich zu herkömmlichen Rohrschwingel- und Futtergräserbeständen bei Rinderbeweidung. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017, 77-80.

Kalzendorf, C. und Hinrichsen, H.C.: Ertragleistungen und Futterqualitäten von Rohrschwingel, Festulolium und Deutschem Weidelgras – dreijährige Untersuchungen in Nordwestdeutschland. AGGF Tagungsband 2017.

Klingler, A.: Grünlandsorten und -mischungen für die Zukunft: Ertrags- und Qualitäts-dynamiken der Mischungen. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Grünlandsorten und -mischungen für die Zukunft, 15. Oktober 2025, Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 6 S.

Kohoutek, A./ Černoch, V./ Komárek, P./ Nerušil, P. und Odstrčilová, V.: Production ability impact of temporary grasslands on forage quality. In: 14th International Symposium Forage Conservation, Brno: Mendel University Brno, 28-30.

Krautzer, B.: Pflanzenzüchtung und Saatgutvermehrung. In: 21. Wintertagung „Wirtschaften mit Zukunft: Ökosozial heißt, das Ganze sehen!“. Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 29.- 30. Jänner 2015, 29-32.

Krautzer, B./ Graiss W./ Blaschka, A./ Pötsch, E./ Resch, R./ Hendler, M./ Frank, P./ Egger, H./ Hietz, M. und Peratoner, G.: Handbuch für ÖAG-Qualitätsmischungen für Dauergrünland und Feldfutterbau, Mischungssaisonen 2017-2019. Eigenverlag ÖAG c/o HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017, Irdning.

Krautzer, B./ Pötsch, E. M./ Graiss, W./ Blaschka, A./ Buchgraber, K./ Frühwirth, P. und Peratoner, G.: Grünlanderneuerung mit ÖAG-Saatgutmischungen. ÖAG-Info 2/2017. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) 2017, Irdning, 20 S.

Lenth/ R. V.: emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.8.8, 1-106, https://CRAN.R-project.org/package=emmeans [Abruf am 10.04.2025].

Nußbaum, H., und Baden-Württemberg, L. Z.: Physiologische Reife, Siliereignung und Gärqualität von Rohrschwingel im Vergleich zu anderen Gräsern und einer Grasmischung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 152 S.

Peratoner, G./ Pauler, C.M./ Schneider, M.K./ Lind, V./ Klingler, A./ Schaumberger, A. und Sturaro, E.: Challenges facing alpine/mountain grasslands. In van den Pol-van Dasselaar (Ed.): Advances in temperate grassland science and management, Burleigh Dodds Series in Agricultural Science: No. 169, Burleigh Dodds Science Publishing Ltd., 600 S.

Peratoner, G. und Pötsch, E. M.: Methods to describe the botanical composition of vegetation in grassland research. Die Bodenkultur, 70 (1), 1-18. https://doi.org/10.2478/boku-2019-0001

Pötsch, E.: Vergleich von Dauergrünland-, Wechselwiesen- und Feldfutteranlagen hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Energieertrag mit besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Düngung. Abschlussbericht zu Projekt Nr. Projektnummer: BAL 2311, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 61 S. https://dafne.at/content/report_release/520f2231-eb1b-4ae1-b00c-58f9ccf1a5a4_0.pdf [Abruf am 10.12.2025]

Pötsch, E. M./ Schellberg, J. und Hejcman, M.: Langzeitversuche im Grünland – mehr als nur ressourcenzehrende Nostalgie? Tagungsbericht zum 20. Alpenländischen Expertenforum, HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2015.

R Core Team (2023): R: A language and environment for statistical computing.

Resch, R.: Qualität von Wiesenfutter in Abhängigkeit diverser Einflussfaktoren. Abschlussbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein. https://lako.at/wp-

content/uploads/2024/08/2023_Abschlussbericht-Publikation_Futterqualitaet-von-Dauerwiesen-und-Einflussfaktoren_Resch.pdf [Abruf am 10.12.2025]

Resch, R./ Buchgraber, K./ Pötsch, E. M./ Gruber, L./ Guggenberger, T. und Wiedner, G.: Mineralstoffe machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. Der fortschrittliche Landwirt 15, ÖAG-Sonderbeilage Info 8/2009, 59-66.

Resch, R./ Peratoner, G./ Romano, G./ Piepho, H.-P./ Schaumberger, A./ Bodner, A./ Buchgraber, K. und Pötsch, E.M.: Der Pflanzenbestand als Basis hoher Futterqualität im Grünland. 20. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bedeutung und Funktionen des Pflanzenbestandes im Grünland, Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 1.- 2. Oktober 2015, 61-75.

Resch, R./ Guggenberger, T./ Wiedner, G./ Kasal, A./ Wurm, K./ Gruber, L./ Ringdorfer, F. und Buchgraber, K.: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Infoschrift 10/2017, überarbeitete Neuauflage, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnerbachtal, 20 S.

Resch, R./ Klingler, A. und Schaumberger, A.: Trockenmasse- und Energieerträge bei unterschiedlicher Grundfutternutzung in Abhängigkeit der Bodenklimazahl. 76. ALVA-Tagung zum Thema "Makro- und Nanoplastik - vom Boden und Wasser auf den Teller", Steiermarkhof, 8052 Graz, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel- Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), 30.- 31.05.2022, 306-310.

Resch, R. und Pötsch, E.: Bewertungskriterien für eine standortangepasste und produktionsorientierte Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesenbeständen in Österreich. Abschlussbericht Forschungsprojekt "DW-NET" (DaFNE 100844), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 27 S.

Suter, D./ Briner, H./ Mosimann, E./ Demenga, M. und Jeangros, B.: Offizielle Sortenversuche mit × Festulolium braunii. AGRARForschung 14 (7), 294-299.

Abkürzungen

ADF	Säure-Detergenzien-Faser (Acid detergent fiber)
ADL	Säure-Detergenzien-Lignin (Acid detergent lignin)
CA	Rohasche (Crude ash)
CP	Rohprotein (Crude protein)
dt	Dezitonnen
Fl.%	Flächenprozent
HNJ	Hauptnutzungsjahr
ME	Metabolische Energie
NEL	Nettoenergielaktation
OMD	Verdaulichkeit der organischen Masse (Organic Matter Degradability)
ÖAG	Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft
SÖ	Saatgut Österreich
TM-Ertrag	Trockenmasse-Ertrag