

Abschlussbericht

Verbesserung der Ertragsfähigkeit von Bio Wiesen und Weiden durch regelmäßige Nachsaaten und einer Ergänzungsdüngung von Phosphor und Schwefel



Abschlussbericht BioNaDü

Verbesserung der Ertragsfähigkeit von Bio Wiesen und Weiden durch regelmäßige Nachsaaten und einer Ergänzungsdüngung von Phosphor und Schwefel

Irdning-Donnersbachtal, 2024

Impressum

Projektnehmer: HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität für Nutztiere

Adresse: Raumberg 38, A-8952-Irdning-Donnersbachtal

Projektleiterin: DI Dr. Walter Starz

Tel. : +43 3682 22451 420

E-Mail: walter.starz@raumberg-gumpenstein.at

Projektmitarbeiter: DI Daniel Lehner, Hannes Roher, Ing. Marcus Wieser und Ing. Gregor Huber

Kooperationspartner: Bio Austria und Landwirtschaftskammer Österreich

Finanzierungsstellen: BML

Projektlaufzeit: 2018-2023

Irdning-Donnersbachtal, Stand: 30. Jänner 2024

Inhalt

1 Zusammenfassung	5
2 Summary	6
3 Einleitung	7
4 Material und Methoden	12
5 Ergebnisse	16
5.1 Botanische Entwicklung der Grünlandbestände	16
5.2 Erträge und Inhaltsstoffe	20
6 Diskussion und Schlussfolgerung	23
7 Literatur	26
8 Anhang	29
8.1 Tabellen	29
8.2 Umsetzungsaktivitäten aus den gewonnenen Daten und Erkenntnissen des vorliegenden Projektes	32

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekt BioNaDü wurden am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden in einer fünfjährigen Untersuchung (2018-2022) die Auswirkungen einer regelmäßigen Nachsaat und der zusätzlichen ergänzenden mineralischen Düngung von Phosphor und Schwefel unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft getestet. Dazu wurden zwei statistisch idente Versuchsanlagen auf einer Vierschnittwiese sowie auf einer Kurzrasenweide angelegt. Die Studie ergab keine signifikanten botanischen Verbesserungen durch die Nachsaat. Auch eine positive Wirkung der Schwefel- oder Phosphordüngung auf Futterleguminosen konnte nicht festgestellt werden. Vor allem bei den Gräsern nahm das Englischen Raygras über die Versuchszeit kontinuierlich ab. Auch bei den Mengen- und Qualitätserträgen konnte keine Effekte durch die Nachsaat oder die ergänzende Düngung erhoben werden. Da die Bestände bereits eine gute Ausgangssituation aufwiesen ist fraglich, ob eine weitere Optimierung unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft noch möglich ist. Eine Grundbedingung hierfür ist aber eine gute Verteilung und nutzungsangepasste Versorgung der Grünlandbestände mit den hofeigenen Wirtschaftsdüngern.

2 Summary

In the BioNaDü project, the effects of regular reseeded and the additional supplemental mineral fertilisation of phosphorus and sulphur under organic farming conditions were tested in a five-year study (2018-2022) at the Organic Farming Institute at HBLFA Raumberg-Gumpenstein. For this study, two statistically identical experimental sites were set up on a four-cut meadow and on a grazing pasture. The study showed no significant botanical improvements as a result of reseeded. A positive effect of sulphur or phosphorus fertilisation on forage legumes was also not found. Among the grasses in particular, perennial ryegrass declined continuously over the trial period. No effects of reseeded or supplementary fertilisation could be observed in the quantity and quality yields either. As the swards were already in a good starting position, it is questionable whether further optimisation is possible under organic farming conditions. However, a basic condition for this is a good distribution and use-adapted supply of the grassland sward with the farm's own fertilisers.

3 Einleitung

Die Basis der Biologischen Landwirtschaft bildet die Bewirtschaftung des Betriebes in geschlossenen Stoffkreisläufen. Dieses Ideal zu erreichen ist jedoch fast unmöglich. Lediglich Betriebe mit einem größeren Umfang an Zukäufen erreichen ausgeglichene oder überschüssige Nährstoffbilanzen. Auf Grünlandbetrieben stellen Kraftfutter, Stroh und Mineralstoffmischungen die größten Nährstoffzugänge dar. Wird die Betrachtung der Stoffflüsse über den Betrieb hinaus gelegt so wird klar, dass es keine geschlossenen Kreisläufe gibt. Die zugekauften Betriebsmittel kommen in der Regel von Ackerbetrieben, die diese Nährstoffe aus ihren Böden abgeben. Am Ende des Tages landen die Nährstoffe aus den Lebensmitteln bei den Konsumentinnen und Konsumenten und nehmen ihren Weg über die Abwassersysteme und werden als Klärschlamm deponiert. Diese Tatsache ist nicht allein eine Herausforderung für die Biologische Landwirtschaft, sondern vielmehr der gesamten Landwirtschaft. Im Gegensatz zur konventionellen Wirtschaftsweise stehen Bio-Betrieben nur eine eingeschränkte Auswahl an möglichen Zukaufdüngern zur Verfügung. Aus diesem Grund muss gerade in der Biologischen Landwirtschaft ein starkes Augenmerk auf die betrieblichen Nährstoffkreisläufe gelegt werden, um langfristig nicht die Böden auszuhungern.

Die Ziele im Bio-Grünland sind möglichst geschlossene Nährstoffkreisläufe sowie ein aktives Bodenleben zu erreichen. Damit sich diese Ziele erreichen lassen, sind die hofeigenen Wirtschaftsdünger die wertvollste Basis und damit ein unverzichtbarer Teil im Grünlandsystem. In jüngster Zeit wurde zunehmend deutlich, dass darüber hinaus aber auch die Einzelnährstoffbilanzierung am Bio-Betrieb wichtig ist. Eine langfristige Bodenfruchtbarkeit erfordert, dass über die Produkte exportierte Nährstoffe auch wieder in bodenschonender Form auf die jeweiligen Flächen zurückkommen müssen.

In erster Linie sind es Milch und Fleisch, die den Grünland-Betrieb verlassen. Die darin enthaltenen und exportierten Nährstoffe stellen eine nicht unwesentliche Größe dar (Tabelle 1).

Ein beispielhafter Grünland-Milchviehbetrieb mit 39 GVE, der 150.000 kg Milch (mit 3,4 % Eiweiß), 6 Altkühe mit 600 kg, 6 Kalbinnen mit 580 kg und 12 Kälber mit 85 kg Lebendgewicht pro Jahr verkauft, exportiert pro Betrieb und Jahr ca. 1.010 kg N, 211 kg P, 239 kg K und 61 kg S (Tabelle 2). Bei einer Eigenfläche von 28 ha (1,4 GVE/ha) würden dies etwa 36 kg N, 8 kg P, 9 kg K und 2 kg S pro Hektar entsprechen.

Tabelle 1: Durchschnittliche Exporte der vier Hauptnährstoffe Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K) und Schwefel (S) pro 1 kg Milch bzw. je 1 kg Lebendrind (Whitehead, 2000)

Nährstoffexport pro 1 kg Milch			Nährstoffexport pro 1 kg LG-Rind		
N	g/l	5,45	N	g/kg LG	24
P	g/l	0,95	P	g/kg LG	8,6
K	g/l	1,5	K	g/kg LG	1,7
S	g/l	0,30	S	g/kg LG	1,3

Tabelle 2: Jährlicher Nährstoffexport über Verkaufsprodukte pro Hof bzw. pro ha Eigenfläche für einen Beispielsbetrieb mit 150.000 kg Liefermilch, 6 verkauften Altkühen, 6 Kalbinnen und 12 verkauften Kälbern pro Jahr bei 28 ha Eigenfläche

Nährstoffe	Einheit	Nährstoffexport		Nährstoffexport pro Jahr (Beispielsbetrieb)	Nährstoffexport je ha u. Jahr (Beispielsbetrieb)
		Milch	Tiere		
N	kg/Jahr	818	194	1.012	36
P	kg/Jahr	143	70	212	8
S	kg/Jahr	45	11	56	2
K	kg/Jahr	225	14	239	9

Je nach Höhe der zugkauften Kraftfutter- und Mineralstoff-Futtermittel werden diese Nährstoff-Bilanzen etwas weniger negativ bis ausgeglichen (Wieser *et al.*, 1996). Besonders zu beachten ist die Hoftorbilanz auf Gemischtbetrieben, wenn auch noch Marktfrüchte verkauft werden. Dies gilt darüber hinaus auch für Grünlandbetriebe welche Grundfutter oder Wirtschaftsdünger

exportieren. Hier verlassen Nährstoffe auch über den Verkauf dieser Produkte den Betrieb. Damit sich die Betriebe nährstoffmäßig nicht nach unten schrauben und die Böden an Ertragsfähigkeit einbüßen, sind Anpassungs- und Optimierungsstrategien notwendig.

Von den Hauptnährstoffen ist der Stickstoff jener Nährstoff, der am Grünlandbetrieb am besten durch eine verlustarme Lagerung und Ausbringung beeinflussbar ist (Amon *et al.*, 2005, Amon *et al.*, 2006). Unvermeidbare Verluste sind am Bio-Betrieb nur über die Leguminosen auszugleichen. Daher muss auch am Grünlandbetrieb der Leguminosenförderung verstärktes Augenmerk geschenkt werden.

Kalium ist am Grünlandbetrieb nicht, bzw. nur in den seltensten Fällen, im Mangel vorhanden. Die mineralischen Grünlandböden haben in der Regel ausreichend Vorräte und eine ergänzende Düngung ist meist nicht notwendig.

Die Phosphorbilanzen auf Bio-Grünlandbetrieben in Österreich sind in vielen Fällen schwach positiv bis negativ (Starz *et al.*, 2013), was sich auch in niedrigen Phosphorgehalten in der Bodenlösung widerspiegelt (Weißensteiner *et al.*, 2014). Phosphor (P) ist neben Schwefel (S) essenziell für ein optimales Wachstum der Leguminosen, die auch im Grünland eine sehr bedeutende Rolle für die Stickstoffbindung und die Bereitstellung von proteinreichem Grundfutter spielen. Da in der Bio-Landwirtschaft hauptsächlich Rohphosphate als Düngemittel zugelassen sind, verfügen diese über eine nicht allzu rasche Pflanzenverfügbarkeit.

Unter den in der Bilanzierung zu beachtenden Nährstoffen rückte gerade der Schwefel in den letzten Jahren wieder vermehrt in den Focus. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger gelangten bis in die 1980er Jahre hohe Mengen an Schwefeldioxid in die Atmosphäre (Anderl *et al.*, 2016) und über Immissionen auf die Flächen zurück (40 bis 80 kg S pro ha), die Schwefeldüngung stellte lediglich ein Randthema dar. Im Dauergrünland reichte eine übliche Wirtschaftsdüngergabe zur ausreichenden S-Rücklieferung aus (Diepolder und Raschbacher, 2009). Da heute der Schwefeleintrag über Regen und „Feinpartikel“ im Bereich von unter 10 kg pro ha liegt, kann zum Beispiel auf ertragreichen und leichten, flachgründigen, humusarmen Böden ein Schwefelergänzungsbedarf bestehen. An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde beispielsweise im Jahr 2016 und 2017 ein S-Eintrag über Niederschlag von 2-3 kg S/ha festgestellt. In jüngster Zeit konnten in Versuchen mit Klee gras deutliche Ertragseffekte durch eine S-Düngung festgestellt werden (Böhm, 2016).

Die Nachsaat im Dauergrünland ist ein wesentliches Verfahren zur Verbesserung und Erhaltung der Grünlandbestände. Eine Nachsaat am Bio-Grünland ist nicht nur eine reine technische Maßnahme, sondern umfasst eine Vielzahl weiterer Stellschrauben.

Die Nachsaat als Methode der Bestandesverbesserung bedarf immer auch einer Optimierung der Düngung sowie der Beachtung der Nährstoffflüsse auf den Betriebsflächen. Erst wenn alle Aspekte aufeinander perfekt zugeschnitten werden, führt die Methode der Nachsaat langfristig zum Erfolg.

Betriebe, die sich über eine Nachsaat Gedanken machen, sind aktuell mit dem Grünlandbestand nicht mehr zufrieden. Geringe Erträge oder unerwünschte Verkrautungen sind vielmals das Erscheinungsbild eines unzufriedenen Bestandes. Dabei muss bedacht werden, dass sich diese sichtbare Entwicklung über viele Jahre entwickelt hat.

Damit eine Nachsaat technisch funktioniert, braucht es zuerst einmal offenen Boden. Je mehr kahle Stellen umso besser. In eine dichte Grünlandnarbe nachzusäen zeigt keinen Effekt. Verfilzungen, wie etwas durch die Gemeine Rispe, müssen zuerst entfernt werden. Effektive Maßnahmen hierfür wären eine intensive Beweidung der Fläche oder das Ausriegeln nach mehreren Wochen Trockenheit. Nach einer längeren Trockenperiode ist meist ein günstiger Zeitpunkt für eine Nachsaat. Bevor das Saatgut an die kahlen Stellen gebracht wird, sollte aber zuerst totes Material entfernt und zusätzlich der Boden oberflächlich aufgerissen werden.

Damit im Anschluss die aufgegangenen Gräser auch ausdauernd im Bestand bleiben, muss der Düngung großes Augenmerk geschenkt werden. In erster Linie sind es intensiv genutzte Wiesen (ab drei Nutzungen pro Jahr), die einer Nachsaat bedürfen. Eine Vierschnittwiese benötigt pro Hektar jene Düngermenge, die von 2 GVE pro Jahr ausgeschieden wird. Dies stellt die meisten Bio-Betriebe vor eine Herausforderung. Liegen doch die meisten Bio-Grünlandbetriebe mit ihren Tierbesätzen unter 1,5 GVE/ha. Werden die Gräser intensiv genutzt und zu spärlich gedüngt, können sie sich nicht schnell genug regenerieren. Sie werden dadurch zu Tode genutzt. Daher muss einer Nachsaat immer auch eine gute Düngerplanung vorausgeschaltet werden. Eine mögliche Strategie auf einem Bio-Betrieb mit einem Viehbesatz von 1,5 GVE/ha wäre die Umsetzung einer abgestuften Grünlandnutzung. Dabei entscheidet sich der Betrieb bewusst, ausgewählte Flächen zu extensivieren (Reduktion der Düngermenge), um auf diesen ein rohfaserreiches Heu zu gewinnen. Andererseits spart der Betrieb dadurch mehr wertvollen Wirtschaftsdünger für die Nutzung der intensiven Grünlandflächen. Nur wenn sichergestellt ist, die aufzuwertende Fläche nachhaltig optimal düngen zu können, kann in einem nächsten Schritt die Planung für die Nachsaat beginnen.

Durch die Nachsaat werden in erster Linie Gräser eingebracht, die im Grünland für den Ertrag und die Energiebereitstellung im Futter maßgeblich verantwortlich sind. Gerade Heubetriebe benötigen ein gutes Grasgerüst, da Gräser bei der Heuwerbung geringe Bröckelverluste aufweisen. Für Bio-Betriebe besonders wichtig wären spätreife Sorten. Traditionell wurden im österreichischen Grünland frühreife Sorten eingesetzt, da diese eine gute Winterhärte aufweisen. Die Klimaerwärmung und die damit einhergehende längere Vegetationsperiode hat aber zur Folge, dass diese frühreifen Sorten öfters gemäht werden müssen, um eine hohe Futterqualität bereitzustellen. Hier sind spätreife Sorten deutlich nutzungselastischer und reagieren nicht sofort mit einem Qualitätsverlust bei einem etwas späterem Schnitt. Im Normalfall werden Qualitätsmischungen dahingehend angepasst und das Sortenspektrum kontinuierlich überarbeitet und überprüft.

Damit eine Nachsaat langfristig erfolgreich ist, benötigt diese Licht und Wasser. Daher ist der Zeitpunkt gut zu planen. Meistens ist eine Nachsaat im Frühling nicht optimal, da gerade der erste Aufwuchs am schnellsten und am höchsten wächst. Jeder Betrieb muss für seinen Standort die optimalen Zeitpunkte auswählen. Da jedes Jahr und jeder Klimaraum anders reagiert, ist es nicht möglich Patentrezepte für das Gelingen einer Nachsaat auszusprechen. In einer Schweizer Studie (Huguenin-Elie *et al.*, 2006) zeigte eine Nachsaat mit Wiesenrispengras bei Weidenutzung positive Effekte. Im Dauergrünland zur Schnittnutzung ist eine Nachsaat mit Wiesenrispengras dagegen oft wenig erfolgreich. Durch den regelmäßigen Verbiss der Tiere und dem damit kurz gehaltenen Bestand auf intensiv genutzten Weideflächen dürfte so die sonst spärliche Jugendentwicklung des Wiesenrispengras positiv beeinflusst werden.

Die Nachsaat ist ein Prozess. Wie bereits erwähnt haben Problembestände eine über viele Jahre laufende Fehlentwicklung hinter sich. Die Korrektur dieser Fehler ist nicht mit einer einzigen technischen Nachsaatmaßnahme abgetan. Daher werden mehrmalige Wiederholungen notwendig sein, bis die gewünschten Erfolge auch sichtbar werden.

4 Material und Methoden

Im fünfjährigen Versuch (2018-2022) wurden auf zwei bestehenden Dauergrünlandflächen am biologisch zertifizierten Versuchsbetrieb des Bio-Instituts der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (6,9 °C ø Temperatur, 1.142 mm ø Jahresniederschlag) zwei zweifaktorielle Spaltanlage angelegt. Eine Fläche wurde als langjährige intensive Dauerweide (Breite: 47° 30' 59,9" N, Länge: 14° 04' 17,8" E, 660 m Seehöhe) und die zweite als vierschnittige Wiese (Breite: 47° 30' 52" N, Länge: 14° 3' 50" E, 740 m Seehöhe) genutzt. Beim Bodentyp am Standort handelt es sich um einen Braunlehm (pH 6,2, 42,1 mg P/kg, 121 mg K/kg, 10,3 % Humus, 11,3 % Ton, 637 mg S/kg und 23,9 mg SO₄/kg). Die Witterung der Versuchsjahre 2018-2022 ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Durchschnittstemperaturen und Niederschlagssummen am Standort im langjährigen Mittel (1981-2010) sowie für die einzelnen Monate der Versuchsjahre

Monat	Temperatur in °C						Niederschlag in mm					
	Mittel 1981-2010	2018	2019	2020	2021	2022	Mittel 1981-2010	2018	2019	2020	2021	2022
Jänner	-3,5	0,26	-2,2	-1,3	-1,7	0,5	65	99,4	110	26,9	61,3	39,2
Februar	-1,6	-3,1	1,2	2,3	2,5	1,1	50	17,9	55,4	115	13,3	89,5
März	2,5	3,25	5,8	4,4	3,7	3,9	82	38	94,5	67,1	50	18,7
April	6,9	12,7	9,1	10,2	6,2	7,8	57	17,2	27,4	28	24,5	46
Mai	12,1	15,2	9,8	12,1	11,0	14,9	98	80,6	132	101	111	128
Juni	15,1	17,3	20,0	16,3	19,2	19,0	138	155	39	108	84,4	128
Juli	16,8	18,6	19,1	18,4	19,1	19,4	167	83	124	140	204	172
August	16,2	19,7	18,8	19,3	16,8	18,8	149	112	111	199	154	111
September	12,1	15,4	14,0	15,0	14,8	12,6	113	50	79,5	120	78,5	138
Oktober	7,4	11,1	9,9	8,5	8,5	11,7	81	156	74,9	99,7	34,2	79,5
November	1,8	4,99	4,4	2,9	3,3	4,3	71	24,2	132	12	83,3	69,2
Dezember	-2,6	0,23	-0,1	-0,3	0,0	-0,7	70	167	132	45,7	68	36,6
Jahr	6,9	9,6	9,1	9,0	8,6	9,4	1.142	1.000	1.111	1.061	966	1.056
Summe Jan-Okt:	8,4	11	10,5	10,5	10,0	11,0	1.000	808	846	1.004	815	950
Summe Apr-Okt:	12,4	15,7	14,4	14,2	13,6	14,9	803	653	587	795	690	803

Grundsätzlich waren die Versuchsanlagen auf beiden Flächen ident konzipiert. Lediglich die Nutzungsform als Kurzrasenweide oder Vierschnittwiese sowie die eingesetzte Nachsaatmischung unterschied sich auf den beiden Flächen.

Der erste Faktor des Versuches bildete eine jährliche Nachsaat (keine, jährlich im April und jährlich im August 10 kg/ha) mit einem Starkstriegeelgerät. Die eingesetzte Nachsaatmischung im Versuch mit Kurzrasenweidenutzung war die Kwei nach ÖAG-Mischung und setzte sich aus den Arten Weißklee, Englisches Raygras und Wiesenrispengras zusammen. Im vierschnittigen Parzellenversuch wurde als Nachsaat die Ni nach ÖAG-Mischung, bestehend aus Rotklee, Weißklee, Englisches Raygras, Knaulgras Wiesenlieschgras und Wiesenrispengras eingesetzt. Durchgeführt wurde die Nachsaat in den Versuchsjahren 2018-2020.

Innerhalb jeder der drei Spalten befanden sich vier Parzellen (4 x 4 m) mit vier randomisierten Düngervarianten als zweiter Faktor. Die Düngervarianten waren für beide Nutzungsformen ident. Alle Faktorstufen waren vierfach wiederholt. Die Versuchspartellen wurden mit 50 kg N/ha Gülle zu drei Terminen (im Frühling, im Sommer und im Herbst) gedüngt. Die Düngervarianten setzten sich aus der ersten Variante mit ausschließlich Gülleedüngung (Variante G), der zweiten mit G-Düngung ergänzt mit 30 kg/ha Rohphosphat (Variante GP, mehlfein mit 13 % P), der dritten mit G-Düngung ergänzt mit 50 kg/ha elementarem Schwefel (Variante GS, mehlfein mit 90 % S) und der vierten mit G-Düngung ergänzt mit 30 kg/ha P sowie 50 kg/ha S (Variante GPS) zusammen. Die biotauglichen, mineralischen Ergänzungsdünger wurden bei der ersten Güllegabe im Frühling (2018-2020) in Wasser eingerührt und anschließend wurde das Wasser-Düngergemisch mit speziell angefertigten Güllegießkannen auf den Parzellen ausgebracht. Laut den Bodenanalysen vor Versuchsbeginn lagen die P-Gehalte in 10 cm Bodentiefe bei durchschnittlich 39 mg P_{CAL}/kg Feinboden, was nach der Österreichischen Klassifizierung der Versorgungsstufe niedrig entsprach.

Die Bonitur der Pflanzenbestände wurde vor jeder Beerntung durchgeführt und dafür die Methode der wahren Deckung (Schechtner, 1958) herangezogen. Bei der wahren Deckung erfolgt eine Schätzung, wieviel die Pflanzenbasis in etwa von der Fläche einnimmt. Dabei kann die zur Schätzung herangezogene Bezugsbasis in Summe maximal 100 Flächen-% erreichen, aufgeteilt auf die Lücken (sichtbarer offener Boden) und die einzelnen Arten. Im Versuch wurden die Bestände auf zwei unterschiedliche Weisen erhoben. Zum einen als Schätzung der einzelnen Arten sowie als Artengruppen. Bei diesen wurden nicht die einzelnen Arten, sondern nur die Lücken (nicht bewachsende Fläche), Gräser, Leguminosen und übrigen Kräuter erhoben. Bei der Bonitur mit dieser Methode wurden zuerst jene Anteile mit einem geringen Auftreten auf der Fläche geschätzt. Dabei wurde zuerst der Anteil an Lücken ermittelt, gefolgt von den Leguminosen und in weiter Folge die Summe der Kräuter. Der Rest auf 100 Flächen-% ergab somit rechnerisch den Prozentsatz der Gräser. Bei der Einschätzung der einzelnen Arten wurde

wieder nach demselben Prinzip vorgegangen und zuerst die Arten mit der geringsten Flächendeckung bestimmt. Damit die Konzentration hauptsächlich auf die optische Bewertung des Bestandes gelegt werden konnte, wurde eine mit Formeln versehene Exceldatei angelegt und die Eintragung der ermittelten Artengruppen bzw. Arten wurde auf einem iPad durchgeführt.

Zur Ertragsfeststellung beim Weideversuch kamen Weidekörbe zum Einsatz. Diese hatten eine Grundfläche von 1 m^2 und waren als Würfel (1 m^3) mit einem feinmaschigen Gitter umspannt. Die Fixierung der Körbe auf der Fläche erfolgte durch 20 cm lange Dorne (an den vier Ecken der Grundfläche) die in den Boden gedrückt wurden. Der Mähzeitpunkt in den Weidekörben wurde mittels wöchentlicher Messungen an 10 Weißkleepflanzen und einem Meterstab durch den Weidekorb ermittelt. Sobald ein durchschnittlicher Aufwuchs von 8 cm in den Weidekörben erreicht war, erfolgte die Nutzung des Aufwuchses. Dies führte zu 7 bzw. 8 Ernten in den Versuchsjahren 2018-2022. Bevor die Weidekörbe an einer neuen Stelle in der Parzelle positioniert wurden (innerhalb der $4 \times 4 \text{ m}$ Parzelle auf einer neuen Position), erfolgte zuerst ein Abmähen (mittels Rasenmäher) der Fläche auf die Erntehöhe von 3-4 cm. So konnte sichergestellt werden, dass bei der nächsten Beerntung in den Weidekörben immer nur der Zuwachs in der Zeit seit der Aufstellung gemessen wurde. Bevor die Weidekörbe zur Beerntung abgenommen wurden, erfolgte ein Abmähen des Aufwuchses rund um die Weidekörbe mittels Handgartenscheren. Nach Abnahme der Körbe wurde der auf dem 1 m^2 stehende Aufwuchs eines jeden Weidekorbes getrennt mit Akku-Handgartenscheren abgemäht. Diese hatten standardmäßig einen Gleitbügel, der eine gleichmäßige Schnitthöhe von 3-4 cm sicherstellte. Das Erntegut einer jeden Parzelle wurde anschließend mit Handrechen zusammengereicht und in einen Kübel gegeben. Das frische Material wurde direkt auf der Fläche mittels Hängewage gewogen.

Im Gegensatz zur Weidenutzung erfolgte die Ernte im Schnittversuch mittels Einachsmäher. Dieser war auf eine Schnitthöhe von 5 cm eingestellt und die Parzelle auf den gesamten 4 m abgemäht. Dieses Erntegut wurde auf Planen gereicht und direkt auf der Fläche die Frischmasse ermittelt.

Im Anschluss kam das Erntegut bei beiden Versuchen in einen Kunststoff sack, um so die Verdunstung im Freien zu reduzieren. Ein Teil dieser Probe wurde, zur Trockenmasse-Bestimmung, über 48 Stunden im Trockenschrank bei $105 \text{ }^\circ\text{C}$ auf Gewichtskonstanz getrocknet. Aus einem weiteren Teil der Probe wurden vom schonend getrockneten Material (bei $45 \text{ }^\circ\text{C}$) die Roh Nährstoffe und die Mineralstoffe (aus säurebehandelter XA im ICP) bestimmt. Zur Energiebewertung in MJ NEL wurde die Verdaulichkeit in vitro nach der Zellulase-Methode (ELOS) nach VDLUFA (1976) bestimmt. Die Berechnung der Energie-Konzentration aus ELOS und dem Gehalt an Nährstoffen erfolgte nach dem Berechnungsschema der GfE (2008). Die

Bestimmung des Schwefelgehaltes erfolgte mittels Elementaranalyse im Vario max CNS (Firma Elementar).

Für die statistische Auswertung der Daten wurde Proc Mixed (SAS 9.4) herangezogen. Beide Versuchsflächen bzw. Nutzungsformen wurden getrennt ausgewertet. In beiden Versuchen wurde die Wechselwirkung aus dem Nachsaatstreifen und die Wiederholung als Messwiederholung (repeated/subject) angenommen. Als Hauptfaktoren wurden in den Modellen die Düngerart, die Nachsaatmethode, das Versuchsjahr sowie die Wechselwirkungen herangezogen. Die Ergebnisse werden auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ als Least Square Means (LSMEANS) mit dem Standardfehler angegeben. Für die Ausweisung von signifikanten Unterschieden zwischen den LSMEANS wurde der t-Test herangezogen.

5 Ergebnisse

5.1 Botanische Entwicklung der Grünlandbestände

Für eine übersichtlichere Darstellung der Entwicklung der Grünlandbestände wird folgend der Zustand der Bestände in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022 zum ersten Erhebungszeitpunkt im Frühling des jeweiligen Jahres dargestellt.

Bei der Weidenutzung zeigte das Jahr den stärksten signifikanten Einfluss (Tabelle 4). Hingegen konnten für den Faktor Nachsaat oder Düngung so gut wie keine Unterschiede dokumentiert werden. Über die Versuchsjahre konnte bei der Weidenutzung eine Zunahme des Krautbestandes festgestellt werden. Dieser setzte sich überwiegend aus den Arten Kriechender Hahnenfuß, Wiesen Löwenzahn, Gänseblümchen und Schafgarbe zusammen. Demgegenüber verringerten sich die Anteile von Weißklee über den Beobachtungszeitraum. Dieselbe abnehmende Entwicklung konnte bei der Artengruppe der Gräser festgestellt werden. Hiervon war vor allem das Englische Raygras betroffen, dies von anfänglich 75 Flächen-% (2018) auf 51 Flächen-% (2022) abnahm. Ebenfalls abgenommen hat das Wiesenrispengras und die Lägerrispe, wenn auch auf einem numerisch niedrigeren Niveau als das Englische Raygras. Die Gruppe der restlichen Gräser wurde in erster Linie vom Wiesenschwingel, dem Kammgras und dem Ausläufer Straußgras gebildet.

Tabelle 4: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Weidenutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Jahr (J)				p-Wert				
		2018	2020	2022	SEM	J	Nachsaat (N)	Düngung (D)	N * J	D * J
Lücke	Flächen-%	0,0	1,2	0,8	0,58	0,349	0,249	0,534	0,841	0,341
Kräuter	Flächen-%	13,2 ^c	23,0 ^b	40,2 ^a	1,18	<0,001	0,038	0,068	0,869	0,239
Weißklee	Flächen-%	11,9 ^a	6,1 ^c	8,4 ^b	0,71	<0,001	0,600	0,364	0,651	0,354
Gräser	Flächen-%	74,9 ^a	69,7 ^b	50,6 ^c	1,29	<0,001	0,079	0,029	0,911	0,509
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	33,7 ^b	38,3 ^a	26,7 ^c	0,86	<0,001	0,054	0,007	0,310	0,366
<i>Wiesenrispengras</i>	Flächen-%	23,6 ^a	19,9 ^b	13,5 ^c	0,75	<0,001	0,053	0,036	0,463	0,061
<i>Lägerrispe</i>	Flächen-%	7,8 ^a	4,3 ^b	0,0 ^c	0,37	<0,001	0,162	0,118	0,215	0,231
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	9,6 ^a	7,4 ^b	10,4 ^a	0,62	0,003	0,241	0,447	0,786	0,937

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling,

GSP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling; p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, abc : t-Test

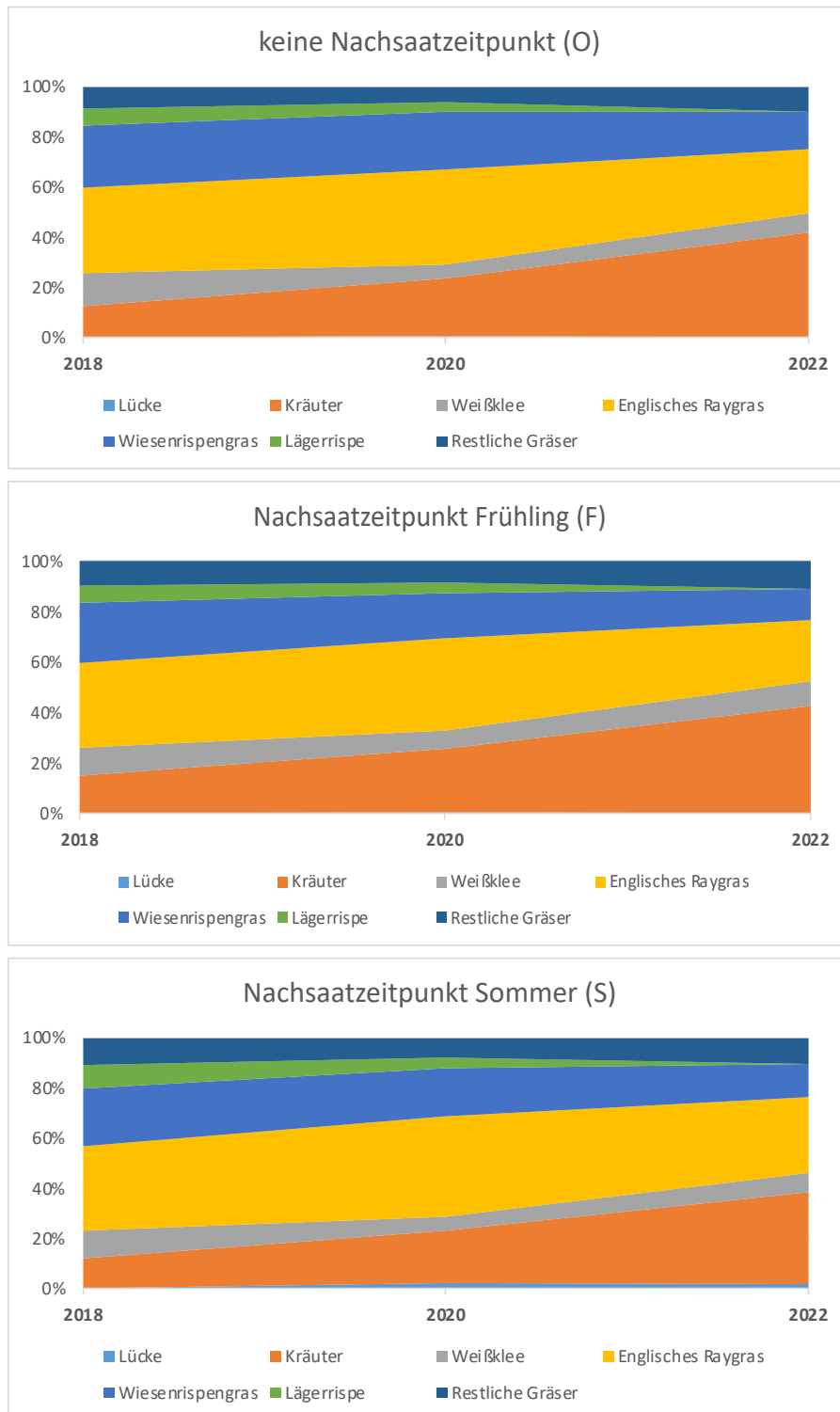


Abbildung 1: Entwicklung der Pflanzenbestände für den Faktor Nachsaat (O: ohne Nachsaat, F: Nachsaat im Frühling oder S: Nachsaat im Sommer) im Weidenutzungsversuch über den gesamten Versuchszeitraum (2018-2022)

Wird die Betrachtung auf den Faktor Nachsaat in der Weidenutzung gelegt, so zeigten sich keine unterschiedlichen Bestandsentwicklungen zwischen den Nachsaatvarianten (Abbildung 1). Die Entwicklung zeigte für jede der drei Varianten eine ähnliche Entwicklung, wie bereits für den Faktor des Versuchsjahres beschrieben und weder einen Einfluss durch die Nachsaat (Tabelle 8 im Anhang) oder durch die Ergänzungsdüngung (Tabelle 9 im Anhang).

Wie bereits bei der Versuchsanlage auf einer Dauerweide konnte auch im Schnittnutzungsversuch der stärkste Einfluss durch die Versuchsjahre beobachtet werden (Tabelle 5). Während der Versuchszeit nahm bei den Leguminosen der Weißklee in allen Varianten ab und kam auf unter 2 Flächen-% zu liegen. Anders als in der Weidenutzung nahm der Anteil an Kräutern ab und diese Artengruppe wurde dominiert von Wiesen-Löwenzahn, Kälberkropf und Spitzwegerich. Die stärksten Veränderungen während der Versuchszeit konnten bei der Artengruppe der Gräser festgestellt werden. Dabei ist der drastische Rückgang des Englischen Raygras von anfänglich 35 Flächen-% (2018) auf 7 Flächen-% (2022) numerisch die größte Veränderung. Dafür profitierten das Knaulgras, der Wiesenfuchsschwanz und der Goldhafer über alle Versuchsvarianten hinweg und legten über die Jahre zu. Die restlichen Gräser waren auf diesem Standort in erster Linie der Wiesenschwingel und das Wiesenlieschgras. Hier konnten zwar signifikante Veränderungen dokumentiert werden, doch verliefen diese auf einem numerisch niedrigen Niveau von unter 10 Flächen-%.

Tabelle 5: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Schnittnutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt sowie statistische Kennzahlen

Parameter	Einheit	Jahr (J)				p-Wert				
		2018	2020	2022	SEM	J	Nachsaat (N)	Düngung (D)	N * J	D * J
Lücke	Flächen-%	0,7 ^b	4,1 ^a	4,7 ^a	0,74	<0,001	0,475	0,300	0,253	0,272
Kräuter	Flächen-%	18,4 ^a	11,1 ^b	14,3 ^b	0,71	<0,001	0,751	0,431	0,306	0,645
Weißklee	Flächen-%	6,6 ^a	1,8 ^b	1,6 ^b	0,35	<0,001	0,933	0,779	0,987	0,954
Rotklee	Flächen-%	0,6 ^b	1,5 ^a	1,1 ^a	0,21	0,004	0,900	0,551	0,982	0,861
Gräser	Flächen-%	74,0 ^b	81,5 ^a	78,0 ^a	0,83	<0,001	0,813	0,229	0,339	0,293
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	35,4 ^a	31,3 ^b	6,8 ^b	0,67	<0,001	0,544	0,947	0,756	0,618
<i>Knaulgras</i>	Flächen-%	5,2 ^b	11,2 ^a	17,0 ^a	1,30	<0,001	0,577	0,472	0,976	0,976
<i>Wiesenfuchsschwanz</i>	Flächen-%	5,8 ^b	5,2 ^a	15,2 ^a	1,15	<0,001	0,421	0,220	0,276	0,934
<i>Goldhafer</i>	Flächen-%	9,7 ^b	10,9 ^a	16,4 ^a	1,94	0,001	0,943	0,117	0,935	0,697
<i>Wiesenrispengras</i>	Flächen-%	3,5 ^b	8,4 ^a	5,8 ^a	0,40	<0,001	0,452	0,810	0,590	0,528
<i>Gemeine Rispe</i>	Flächen-%	8,5 ^a	6,6 ^b	9,7 ^a	0,76	0,014	0,583	0,915	0,839	0,792
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	8,0 ^a	7,8 ^b	5,3 ^b	0,19	<0,001	0,715	0,215	0,602	0,795

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling,

GSP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling; p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, abc : t-Test

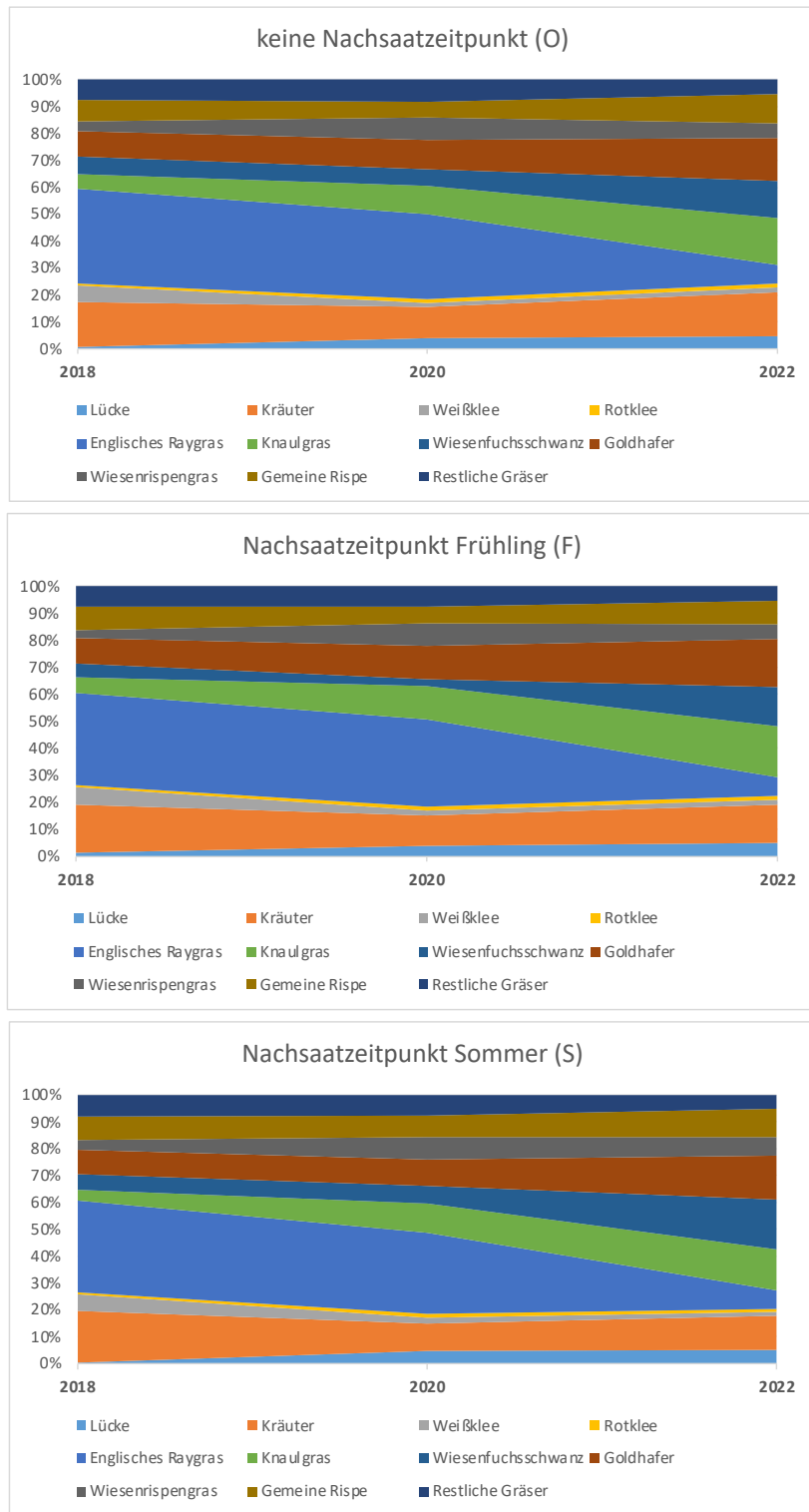


Abbildung 2: Entwicklung der Pflanzenbestände für den Faktor Nachsaat (O: ohne Nachsaat, F: Nachsaat im Frühling oder S: Nachsaat im Sommer) im Schnittnutzungsversuch über den gesamten Versuchszeitraum (2018-2022)

Wie bereits im Weidenutzungsversuch festgestellt, zeigte der Faktor Nachsaat auch bei der Schnittnutzung keinen signifikanten Einfluss. In allen drei Nachsaatvarianten wurde eine sehr ähnliche Entwicklung festgestellt (Abbildung 2). Ebenso nicht signifikant war neben dem Faktor Nachsaat (Tabelle 10 im Anhang) auch der Faktor der Ergänzungsdüngung (Tabelle 11 im Anhang).

5.2 Erträge und Inhaltsstoffe

Wie bereits die Daten der Pflanzenbestände zeigten, traten auch bei den Mengen- und Qualitätserträgen die größten signifikanten Änderungen in den einzelnen Versuchsjahren auf (Tabelle 6). Der Faktor Nachsaat hatte keinen Effekt auf die Erträge und die Inhaltsstoffe (Tabelle 12 im Anhang). Ein leicht anders Bild zeigte der Faktor Düngung. Hier konnten signifikante Unterschiede beim Phosphor (P) und Schwefel (S) gemessen werden (Abbildung 3 und Tabelle 13 im Anhang).

Tabelle 6: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Weidenutzungsversuch und den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Jahr (J)					SEM	p-Wert				
		2018	2019	2020	2021	2022		J	Nachsaat (N)	Düngung (D)	N * J	D * J
TM-Ertrag	kg/ha	11518 ^b	11968 ^{ab}	12214 ^a	9032 ^d	10567 ^c	207	<0,001	0,331	0,146	0,813	0,615
XP-Ertrag	kg/ha	2626 ^b	2807 ^a	2526 ^b	1791 ^d	2284 ^c	52,2	<0,001	0,508	0,271	<0,001	0,565
XP-Gehalt	g/kg TM	226 ^b	234 ^a	210 ^d	195 ^e	219 ^c	1,11	<0,001	0,113	0,970	0,559	0,905
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	70369 ^b	74928 ^a	78634 ^a	56491 ^d	64433 ^c	1582	<0,001	0,215	0,439	0,702	0,423
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,14 ^d	6,28 ^b	6,47 ^a	6,32 ^b	6,18 ^c	0,01	<0,001	0,553	0,150	0,966	0,536
P-Ertrag	kg/ha	55,2 ^a	51,7 ^b	56,8 ^a	39,2 ^c	50,3 ^b	0,87	<0,001	0,294	0,038	0,803	0,474
P-Gehalt	g/kg TM	4,77 ^b	4,32 ^c	4,85 ^a	4,32 ^c	4,92 ^a	0,03	<0,001	0,863	<0,001	0,982	0,851
S-Ertrag	kg/ha	35,2 ^b	35,9 ^b	41,4 ^a	28,0 ^c	39,6 ^a	0,69	<0,001	0,505	0,594	0,929	0,440
S-Gehalt	g/kg TM	3,06 ^c	3,02 ^d	3,45 ^b	3,08 ^c	3,86 ^a	0,01	<0,001	0,477	<0,001	0,551	0,102

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling,

GSP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling; p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, abc: t-Test

Dabei zeigte die Variante GP im Mittel die signifikant höchsten P-Erträge gegenüber der Variante GS (Abbildung 3). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass sich die Variante ohne ergänzende, mineralische Düngung G sich nicht von GP unterschied. Diese messbaren Unterschiede fielen numerisch aber gering aus, da die Variante GP 51,9 kg/ha und GS 48,9 kg/ha und Jahr erreichte. Ein ähnliches Bild war bei den S-Gehalten zu beobachten. Hier erreichte Variante GS mit 3,32 g/kg TM im Mittel die signifikant höchsten S-Gehalte gegenüber der mineralisch, ungedüngten Variante G mit 3,25 g/kg TM (Abbildung 3).

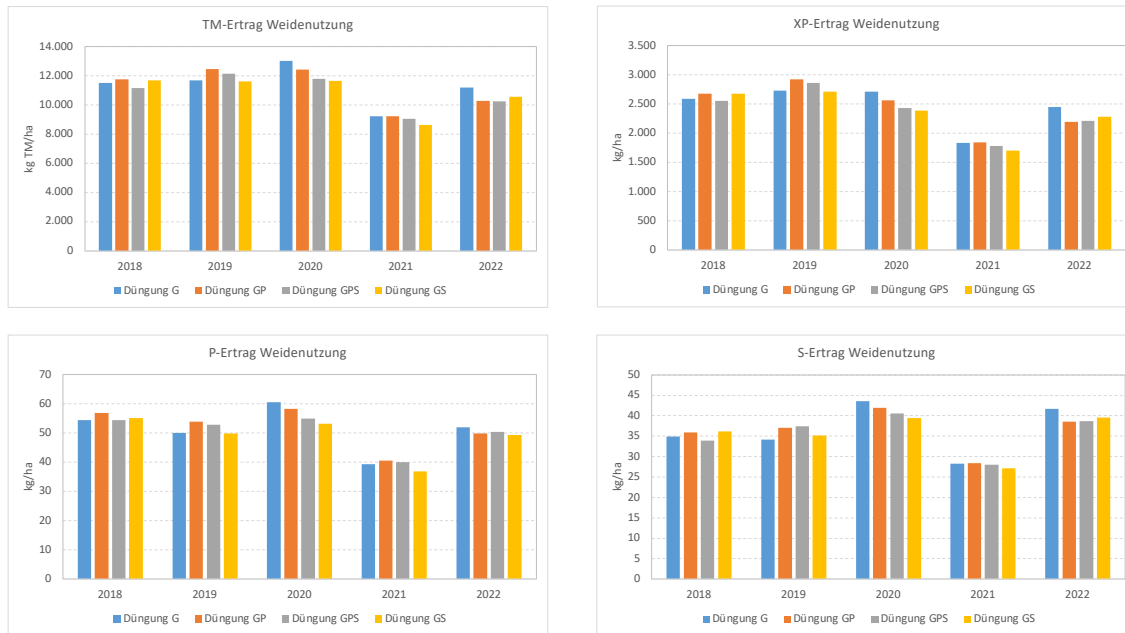


Abbildung 3: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Weidenutzungsversuch und den Faktor mineralische Ergänzungsdüngung

Tabelle 7: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Wiesenutzungsversuch und den statistischen Kennzahlen

Parameter	Einheit	Jahr (J)						SEM	p-Wert				
		2018	2019	2020	2021	2022	J		Nachsaat (N)	Düngung (D)	N * J	D * J	
TM-Ertrag	kg/ha	10031 ^b	10882 ^{ab}	11185 ^a	8488,8 ^c	8916,5 ^c	169	0,310	0,306	0,380	0,973	0,280	
XP-Ertrag	kg/ha	1766 ^{ab}	1861 ^a	1703 ^b	1208 ^d	1321 ^c	34,4	<0,001	0,583	0,560	0,997	0,887	
XP-Gehalt	g/kg TM	176 ^a	172 ^b	153 ^c	154 ^c	150 ^d	1,12	<0,001	0,992	0,052	0,701	0,613	
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	61235 ^b	68387 ^a	64033 ^b	47789 ^c	48827 ^c	1462	<0,001	0,112	0,267	0,531	0,562	
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,13 ^b	6,39 ^a	5,66 ^c	5,68 ^c	5,51 ^d	0,02	<0,001	0,034	0,137	0,613	0,742	
P-Ertrag	kg/ha	41,1 ^b	38,6 ^c	44,1 ^a	28,6 ^e	33,1 ^d	0,61	<0,001	0,767	0,273	0,981	0,996	
P-Gehalt	g/kg TM	4,11 ^a	3,61 ^c	4,05 ^a	3,51 ^c	3,77 ^b	0,05	<0,001	0,003	0,439	0,998	0,992	
S-Ertrag	kg/ha	34,2 ^b	24,9 ^d	36,7 ^a	23,7 ^d	27,5 ^c	0,61	<0,001	0,562	0,274	0,919	0,938	
S-Gehalt	g/kg TM	3,39 ^a	2,33 ^d	3,34 ^a	2,97 ^c	3,11 ^b	0,02	<0,001	0,394	0,006	0,238	0,351	

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling,

GPS: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling; p-Wert: Signifikanzwert, SEM: Standardfehler, abc : t-Test

Auch im Wiesenutzungsversuch traten die größten signifikanten Unterschiede in den einzelnen Versuchsjahren auf (Tabelle 7). Der Faktor Nachsaat hatte keinen nennenswerten Effekt auf die Erträge und die Inhaltstoffe (Tabelle 14 im Anhang). Ein leicht anders Bild zeigte der Faktor Düngung. Hier konnten signifikante Unterschiede beim Phosphor (P) und Schwefel (S) gemessen werden (Abbildung 4 und Tabelle 15 im Anhang).

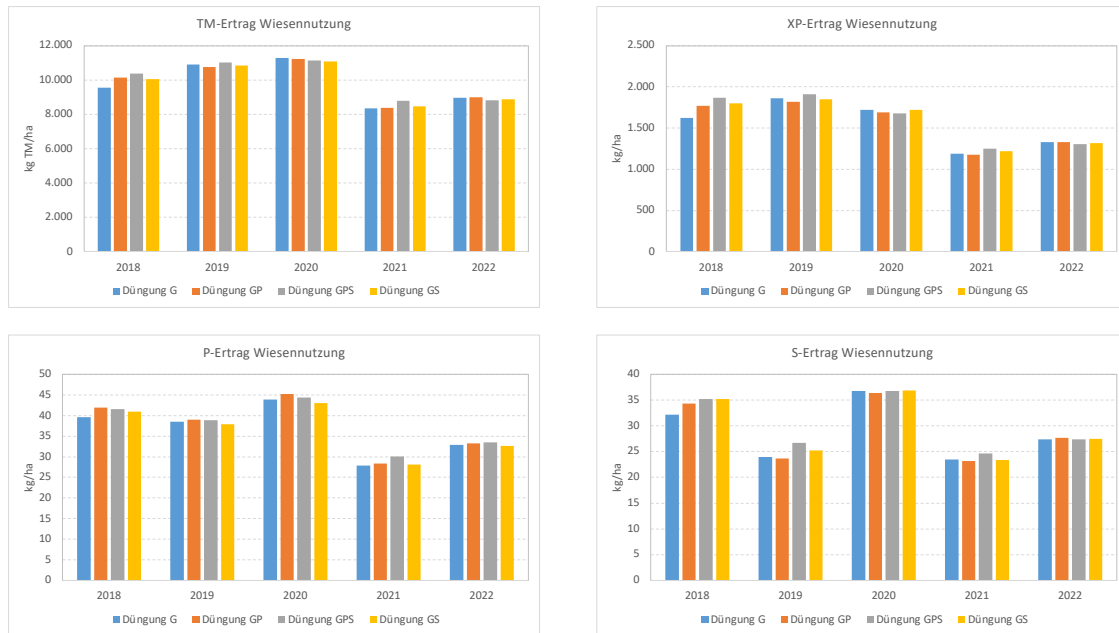


Abbildung 4: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Wiesenutzungsversuch und den Faktor mineralische Ergänzungsdüngung

Im Gegensatz zum Weidenutzungsversuch konnte im Versuch zur Wiesenutzung nur ein signifikanter Einfluss bei den S-Gehalten festgestellt werden. Im Mittel der Jahre und der Schnitte erzielte die Variante GPS mit 3,07 g/kg TM die signifikant höchsten Gehalte gegenüber der Variante G mit 3,0 und GP mit 2,99 g/kg TM (Abbildung 4 und Tabelle 15 im Anhang).

6 Diskussion und Schlussfolgerung

Die Nachsaat im Dauergrünland ist die bedeutendste Methode zur Stabilisierung der Grasnarbe und zur Verbesserung der Futterqualität. Die vorliegende Untersuchung konnte keine Effekte durch die regelmäßige Nachsaat in den drei aufeinanderfolgenden Jahren (2018-2020) sowohl in der Kurzrasenweide und in der 4-Schnittwiese feststellen. Damit vor allem Gräser eine Chance haben sich in einem vorhandenen Grünlandbestand zu etablieren sind im Keim- und Sämlingsstadium ausreichend Lücken notwendig (Grubb, 1977). Der sehr niedrige Lückenanteil von 0-4 Flächenprozent in den Nachsaatjahren könnte eine Erklärung für die nicht erfolgreiche Nachsaat in der vorliegenden Studie sein. Ebenfalls dürfte der mechanische Striegel, trotz der starken Zinken von über 1 cm, zu wenige Lücken geschaffen haben, damit eine nachhaltige Keimung und Entwicklung der Samen möglich waren. Ein offener Boden mit reduzierter Konkurrenz durch die vorhandene Vegetation ist wesentlich, um eine erfolgreiche Keimung und Etablierung neuer Grasarten zu ermöglichen. Grundsätzlich wären ein gezieltes Beweidungsmanagement oder der mechanische Eingriff wie das Ausstriegeln effektiv, wie in anderen Klimazonen der Erde und bei botanisch anders zusammengesetzten Grünlandbeständen gezeigt werden konnte (Camacho et al., 2023).

Die positive Wirkung einer S-Düngung auf Klee grasbestände (Böhm, 2016) und die damit einhergehende positive Entwicklung der Futterleguminosen konnte in der vorliegenden Untersuchung für das Dauergrünland bzw. auf einer Dauerweide nicht bestätigt werden. Zwischen dem ersten Versuchsjahr (2018) und dem letzten (2022) waren die Flächen-% bei der Artengruppe der Leguminosen kaum verändert bzw. sogar abgenommen. Im Weidenutzungsversuch wurde die Gruppe der Leguminosen ausschließlich durch den Weißklee gebildet, was für Dauerweiden typisch ist. In sehr geringen Anteilen konnte noch der Rotklee im Schnittnutzungssystem erhoben werden. Untersuchungen in Neuseeland zeigten, dass sich bei Koppelweide mit Rindern Weißklee besser entwickeln konnte als bei der Beweidung mit Schafen (Davies, 2001). Dieser Effekt wird zurückgeführt auf eine hohe Besatzdichte und das tiefere Abgrasen durch Schafe. So gingen die Anteile an Weißklee bei hohen Besatzdichten bei Beweidung mit Schafen deutlicher als bei geringer Dichte zurück (Curll und Wilkins 1982). Gerade das Englische Raygras lässt sich mittels Nachsaat gut in bestehenden Beständen etablieren, was bereits Huguenin-Elie et al. (2006) zeigen konnten, jedoch in der vorliegenden Untersuchung nicht reproduziert werden konnte. Anders war die Beobachtung in den Jahren vor dem hier beschriebenen Versuche. Hier konnte über Jahre eine stete Zunahme des nachgesäten Englischen Raygrases in den Dauerweiden beobachtet werden (Starz, 2020). Englisches Raygras zählt in den gemäßigten Klimazonen (hier besonders in Westeuropa, Australien und Neuseeland) immer schon zu den dominantesten Grasarten (Wilkins und

Humphreys, 2003), dürfte aber bei hoher Nutzungsintensität und den eingeschränkten Möglichkeiten der N-Düngung über Wirtschaftsdünger in der Biologischen Grünlandwirtschaft an seine Grenzen stoßen. Die Mengenerträge der vorliegenden Untersuchung sind für Dauerweiden auf dieser Höhenlage und unter Bedingungen der Biologischen Landwirtschaft mit 9.000-12.000 kg TM/ha als sehr hoch einzustufen. Obwohl für die Biologische Landwirtschaft am Dauergrünland fast ausschließlich Rohphosphate als P-Dünger zur Verfügung stehen und bekannt ist, dass diese eine verzögerte Düngerwirkung zeigen (Oliveira et al., 2015), ist es fraglich, ob auf dem Ertragsniveau des vorliegenden Standortes noch weitere Ertragssteigerungen möglich bzw. sinnvoll sind.

Signifikante Mehrerträge, wie in einem Tastversuchen in Bayern (Urbatzka *et al.*, 2014) bei Klee gras, konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht beobachtet werden. Urbatzka *et al.* (2019) stellten fest, dass im ersten Hauptnutzungsjahr die schnell pflanzenverfügbaren Schwefeldünger zu höheren Erträgen als bei Düngung mit elementarem Schwefel führten. Im zweiten Jahr der Klee grasnutzung glichen sich die Erträge an und die Erträge aller Schwefeldünger unterschieden sich nicht mehr. Die in der vorliegenden Untersuchung gemessenen Erträge (von 4 Schnitten) von über 10.000 kg TM/ha elementarem Schwefel und Rohphosphat gedüngten Variante sind für Dauergrünland als äußerst hoch einzustufen. In einer Studie von (Böhm, 2017) wurde im Mittel bei Rotklee gras Erträge von 10.470 kg TM/ha (ungedüngt) festgestellt und bei einer Gabe von 60 kg S/ha (als Gips) wurden höhere Erträge von 11.520 kg TM/ha ermittelt. Ertragssteigernde Effekte durch eine S-Düngung auf Grünlandbeständen konnte im Gegensatz zu Studien aus Belgien (Mathot *et al.*, 2008) und Irland (Aspel *et al.*, 2022) in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Aspel *et al.* (2022) konnten in ihrer Studie zeigen, dass es durch die S-Düngung zu einer besseren N-Ausnutzung kam, da nicht nur der Mengenertrag gesteigert wurde, sondern sich auch der N-Entzug erhöhte. Ebenso war die Nitratauswaschung auf dem Reinbestand aus Englischem Ray gras geringer. Da diese Studien im Schnittsystem und nicht bei Beweidung durchgeführt wurden, dürfte auch das Nutzungssystem einen Einfluss auf die Wirkung der mineralischen Ergänzungsdünger zeigen.

Die P-Entzüge in der vorliegenden Untersuchung von 37 bis 61 kg/h stehen der über Gülle gedüngten Menge von durchschnittlich 8 kg/ha und Jahr P gegenüber. Beim Schwefel lagen die Entzüge bei 27-43 kg /ha und über die Gülle kam im Schnitt 6 kg/ha und Jahr zurück. Hinzu käme noch die direkt über die Tiere auf der Weide ausgeschiedene Menge, die jedoch nicht diese Entzüge ausgleichen könnten. Diese negativen Bilanzen zeigen gerade beim P, dass im Boden vorhandene Pools herangezogen werden. Die vielfach aus den P_{CAL} -Gehalten der Bodenanalyse abgeleiteten Düngerempfehlung wird bereits von anderen Studien hinterfragt (von Sperber et al., 2017, Weißensteiner et al., 2014). Gerade die hohen Humusgehalte von 11 % (0-10 cm) des Versuchsstandortes stellen einen großen Pool an organisch gespeichertem P aber auch an S dar.

Den Vorteil einer kombinierten Düngung von Rohphosphat und elementarem Schwefel im Dauergrünland konnte die vorliegende Untersuchung nicht nachweisen. Auch in einer Untersuchung bei Körnerleguminosen konnte kein Effekt durch die Kombination der beiden mineralischen Dünger festgestellt werden (Köpke et al., 2016). Bei niedrigen P-Gehalten in den Böden des Bio-Grünlandes sollte nicht ausschließlich die Bodenanalyse als Entscheidungsgrundlage für eine mineralische P-Düngung herangezogen werden. Zudem erlaubt diese nicht immer einen Rückschluss auf die Ertragsfähigkeit des Grünlandstandortes. Trotz höherer S-Gehalte durch die Düngung mit elementarem Schwefel in den Weidefutterproben ist der Effekt sehr gering und der ökonomische Gewinn kaum bis nicht vorhanden. Die günstigere Ausnutzung des im Boden vorhandenen Stickstoffs durch eine ergänzende S-Düngung ist irgendwann erschöpft, wenn jährlich dieselben Wirtschaftsdüngermengen ausgebracht werden. Daher ist es sinnvoll die Nährstoffsituation am Betrieb im Auge zu behalten und regelmäßig die sich entwickelnde Hoftorbilanz zu kennen. Langfristig ist davon auszugehen, dass einzelne Nährstoffergänzungen notwendig sein werden. Da der P_{CAL} nicht den komplett verfügbaren P im Dauergrünlandboden darstellt, sollte bei Beratungen und dem Treffen von Entscheidungshilfen auf den Betrieben auch einer Optimierung der Verteilung der Wirtschaftsdüngermengen sowie einer Umsetzung einer biodiversitätsfördernden, abgestuften Grünlandnutzung starke Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Für die meisten Bio-Grünlandbetriebe in Mitteleuropa sind die hofeigenen Wirtschaftsdünger die zentrale Nährstoffquelle. Teilweise propagierte biotaugliche Einzelnährstoffe und als Wundermittel angepriesene Düngersubstanzen können niemals einen optimalen Einsatz der Wirtschaftsdünger ersetzen. Die große Herausforderung stellen hier die Tierbesätze der Bio-Betriebe dar. Wie aktuelle Ergebnisse aus einem Schweizer Langzeitversuch zeigen (Krause et al., 2022), kann Humus nur aufgebaut bzw. auf einem Niveau gehalten werden wenn deutlich über 1 GVE/ha gedüngt wird. Im Versuch war es eine konkrete Wirtschaftsdüngermenge von 1,4 GVE/ha. Daher sollte die Devise lauten zuerst die hofeigenen Wirtschaftsdünger optimal und nutzungsangepasst auf die jeweiligen Flächen ausbringen und erst zu einem späteren Zeitpunkt Gedanken machen, ob eine weitere mineralische Ergänzung zielführend sein kann. Hinsichtlich der Nachsaat im Grünland muss festgehalten werden, dass diese nur erfolgreich ist, wenn sehr viel offener Boden vorhanden und die Konkurrenz durch den übrigen Bestand stark reduziert ist. Daher funktioniert die Nachsaat in Kombination mit einer intensiven Beweidung sehr gut. Bei der Nachsaat muss zuerst gut überlegt werden, wie die Bestandesverbesserung umgesetzt werden kann und nicht voreilig eine günstige und wenig invasive Nachsaattechnik zum Einsatz kommt. Nachsaat ist ein Prozess, der eine intensive Planung vorausgehen muss. Damit die nachgesäten Gräser sich im Bestand auch halten können, muss auch eine ausreichende Düngung sichergestellt werden, da Gräser immer unter zu vielen Schnitten und zu wenig Düngung leiden.

7 Literatur

Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Amon, T. und Boxberger, J. (2005): Wirkung der Abdeckung auf NH₃, N₂O- und CH₄-Emissionen während der Lagerung von Milchviehflüssigmist. *Landtechnik. Fachzeitschrift für Agrartechnik und ländliches Bauen* **60** (4), 216-217.

Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Amon, T. und Zechmeister-Boltenstern, S. (2006): Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy cattle slurry and influence of slurry treatment. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **112** (2–3), 153-162.

Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G. und Zechmeister, A. (2016): Emissionstrends 1990–2014 Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich, Umweltbundesamt GmbH, Wien.

Aspel, C.; Murphy, P.N.C.; McLaughlin, M.J. und Forrestal, P.J. (2022): Sulfur fertilization strategy affects grass yield, nitrogen uptake, and nitrate leaching: A field lysimeter study. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **185** (2), 209-220.

Böhm, H. (2016): Einfluss einer Schwefeldüngung auf die Ertragsleistung und ausgewählte Inhaltsstoffe von Klee gras im Ökologischen Landbau. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., Gießen, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., 28. 27.-29.9.2016, 297.

Böhm, H. (2017): Die Wirkung einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualitätsparameter von Klee grasbeständen im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken, Freising-Weihenstephan, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 32-35.

Camacho, P.A.G.; Pinto, C.E.; Lopes, C.F.; Tomazelli, D.; Werner, S.S.; Garagorry, F.C.; Baldissera, T.C.; Schirmann, J.; Sbrissia, A.F. Intensification of Pasture-Based Animal Production System Has Little Short-Term Effect on Soil Carbon Stock in the Southern Brazilian Highland. *Agronomy* **2023**, *13*, 850.

Curll, M.L. und Wilkins, R.J. (1982): Frequency and severity of defoliation of grass and clover by sheep at different stocking rates. *Grass and Forage Science* **37** (4), 291-297.

Davies, A. (2001): Competition between Grasses and Legumes in Established Pastures. In Tow und Lazenby (Eds.): *Competition and succession in pastures*, CABI, 63-83.

Diepolder, M. und Raschbacher, S. (2009): Schwefeldüngung zu Dauergrünland - Neue Versuchsergebnisse. *Schule und Beratung* 4-5, *Informationsschrift des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*, Landshut, III-14-19.

GfE (2008): Energy and Nutrient Requirements of Livestock, Nr. 11: Recommendations for the Supply of Energy and Nutrients to Pigs. *Journal (Issue)*.

Grubb, P. J. (1977). The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52(1), 107–145.

Huguenin-Elie, O.; Stutz, C.J.; Lüscher, A. und Gago, R. (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. *Agrarforschung* 13 (10), 424-429.

Kiendler, S. (2018): Auswirkungen einer Düngung mit elementarem Schwefel am Dauergrünland auf Ertrag und Futterqualität. Master Thesis, Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Wien, 93 S.

Köpke, U.; Rauber, R. und Schmidtke, K. (2016): Optimierung der Unkrautregulation, Schwefel- und Phosphorverfügbarkeit durch Unterfußdüngung bei temporärer Direktsaat von Ackerbohne und Sojabohne, Universität Bonn, Universität Göttingen und Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 171 S.

Krause, H.-M.; Stehle, B.; Mayer, J.; Mayer, M.; Steffens, M.; Mäder, P. und Fliessbach, A. (2022): Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. *Agronomy for Sustainable Development* 42 (6), 117.

Mathot, M.; Mertens, J.; Verlinden, G. und Lambert, R. (2008): Positive effects of sulphur fertilisation on grasslands yields and quality in Belgium. *European Journal of Agronomy* 28 (4), 655-658.

Oliveira, L.B.; Soares, E.M.; Jochims, F.; Tiecher, T.; Marques, A.R.; Kuinchtner, B.C.; Rheinheimer, D.S. und Quadros, F.L.F.d. (2015): Long-Term Effects of Phosphorus on Dynamics of an Overseeded Natural Grassland in Brazil. *Rangeland Ecology and Management* 68 (6), 445-452, 8.

Starz, W. (2020). Weidehaltung von Rindern im alpinen Raum Österreichs – eine moderne und innovative Betriebsstrategie (Doctoral dissertation, Universität für Bodenkultur Wien Department für Nachhaltige Agrarsysteme Institut für Ökologischen Landbau).

Starz, W.; Steinwidder, A.; Zollitsch, W.; Jandl, S.; Pfister, R. und Rohrer, H. (2013): Nährstoffbilanzen von Bio-Milchviehbetrieben im Dauergrünlandgebiet bei reduzierter Kraftfutterfütterung. Fachtagung für biologische Landwirtschaft - Grünlandbasierte BIO-Rinderhaltung, Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 07.11.2013, 107-110.

Urbatzka, P.; Offenberger, K.; Schneider, R. und Jacob, I. (2014): Schwefeldüngung zu Leguminosen im ökologischen Pflanzenbau. *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern*, 132-138.

Urbatzka, P.; Eckl, T.; Miederer, W.; Urgibl, A. und Uhl, J. (2019): Ertrag des Kleeegrases im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr in Abhängigkeit des Schwefeldüngers und der Düngungshöhe. 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019, Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft, Kassel, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2019, 228-231.

VDLUFA (1976): Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

von Sperber, C.; Stallforth, R.; Du Preez, C. und Amelung, W. (2017): Changes in soil phosphorus pools during prolonged arable cropping in semiarid grasslands. *European Journal of Soil Science* 68 (4), 462-471.

Weißensteiner, C.; Friedel, J.K. und Bohner, A. (2014): Phosphorbilanzen und Phosphorvorräte im Dauergrünland-Eine Untersuchung im Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut. Fachtagung für biologische Landwirtschaft - Internationale Bio-Forschungsergebnisse aus Core Organic II sowie Düngekonzepte im Bio-Grünland, Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 06.11.2014, 37-43.

Whitehead, D.C. (2000): Nutrient Elements in Ruminant Animals: Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships, *CABI*, 70-94.

Wieser, I.; Heß, J. und Lindenthal, T. (1996): Stickstoff-, Phosphor-und Kaliumbilanzen ökologisch wirtschaftender Grünlandbetriebe im oberösterreichischen Voralpengebiet. *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment* 47 (2), 81-88.

Wilkins, P.W. und Humphreys, M.O. (2003): Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 140 (2), 129-150.

8 Anhang

8.1 Tabellen

Tabelle 8: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Weidenutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt für den Faktor des Nachsaatzeitpunktes (Wechselwirkung aus Jahr * Nachsaat)

Parameter	Einheit	Nachsaat F				Nachsaat O				Nachsaat S			
		2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM
Lücke	Flächen-%	0,0	0,7	0,2	1,01	0,0	0,5	0,1	1,01	0,0	2,4	2,0	1,01
Kräuter	Flächen-%	15,0	25,0	42,5	2,04	12,6	23,4	41,7	2,04	11,9	20,8	36,5	2,04
Weißklee	Flächen-%	11,3	7,1	9,6	1,23	12,9	5,5	7,9	1,23	11,4	5,6	7,7	1,23
Gräser	Flächen-%	73,8	67,4	47,6	2,23	74,3	70,6	50,4	2,23	76,5	71,3	53,9	2,23
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	33,6	36,8	24,4	1,49	34,1	38,1	25,6	1,49	33,4	40,1	30,3	1,49
<i>Wiesenrispengras</i>	Flächen-%	23,6	17,7	12,3	1,29	24,5	22,8	14,7	1,30	22,7	19,0	13,5	1,29
<i>Lägerrispe</i>	Flächen-%	6,9	4,4	0,0	0,65	7,1	4,0	0,0	0,65	9,5	4,5	0,0	0,65
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	9,5	8,2	10,8	1,08	8,5	6,1	10,1	1,08	10,8	7,8	10,2	1,08

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

Tabelle 9: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Weidenutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt für den Faktor der mineralischen Ergänzungsdüngung (Wechselwirkung aus Jahr * Düngung)

Parameter	Einheit	Düngung G				Düngung GP				Düngung GPS				Düngung GS			
		2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM
Lücke	Flächen-%	0,0	0,2	2,5	1,17	0,0	0,8	0,2	1,17	0,0	3,7	0,3	1,17	0,0	0,0	0,1	1,17
Kräuter	Flächen-%	11,1	23,6	36,9	2,23	13,3	20,8	37,5	2,23	11,2	22,7	44,8	2,22	17,1	25,1	41,7	2,22
Weißklee	Flächen-%	11,0	6,3	7,6	1,22	11,5	6,1	8,0	1,22	14,3	5,1	9,9	1,22	10,7	6,7	8,0	1,22
Gräser	Flächen-%	77,8	70,1	52,8	2,38	75,2	72,3	54,4	2,38	74,4	68,5	45,0	2,39	72,1	68,0	50,3	2,38
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	36,9	41,1	29,0	1,75	32,4	38,5	29,3	1,75	33,8	37,8	22,6	1,75	31,7	35,8	26,0	1,75
<i>Wiesenrispengras</i>	Flächen-%	25,1	19,3	13,9	1,12	24,1	22,1	14,2	1,12	24,0	17,9	12,1	1,13	21,1	20,2	13,8	1,13
<i>Lägerrispe</i>	Flächen-%	7,0	3,3	0,0	0,74	9,7	4,6	0,0	0,74	6,4	4,7	0,0	0,74	8,3	4,7	0,0	0,74
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	8,6	6,9	9,9	1,10	8,9	7,0	10,7	1,10	10,3	8,2	10,3	1,10	10,7	7,5	10,5	1,10

Abkürzungen:

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling, GSP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling

Tabelle 10: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Schnittnutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt für den Faktor des Nachsaatzeitpunktes (Wechselwirkung aus Jahr * Nachsaat)

Parameter	Einheit	Nachsaat F				Nachsaat O				Nachsaat S			
		2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM
Lücke	Flächen-%	1,3	3,7	4,7	0,43	0,5	3,8	4,5	0,43	0,4	4,8	4,9	0,43
Kräuter	Flächen-%	18,4	11,5	14,2	1,24	17,3	11,6	15,9	1,24	19,5	10,0	12,9	1,24
Weißklee	Flächen-%	6,8	1,8	1,8	0,61	6,5	1,7	1,7	0,61	6,4	1,9	1,4	0,61
Rotklee	Flächen-%	0,7	1,5	1,2	0,36	0,6	1,4	1,3	0,36	0,5	1,4	0,9	0,36
Gräser	Flächen-%	73,1	81,4	78,0	1,44	75,5	81,4	76,2	1,44	73,3	81,8	79,8	1,44
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	34,9	32,3	6,9	1,16	36,4	31,5	6,8	1,16	34,8	30,0	6,6	1,17
<i>Knautgras</i>	Flächen-%	6,0	12,5	18,7	2,24	5,6	10,5	16,8	2,25	3,9	10,7	15,4	2,24
<i>Wiesenfuchsschwanz</i>	Flächen-%	5,1	2,6	14,2	1,99	6,5	6,2	13,3	1,99	5,8	6,8	18,3	1,99
<i>Goldhafer</i>	Flächen-%	9,6	12,2	17,5	3,36	10,1	11,1	15,6	3,36	9,3	9,5	16,2	3,35
<i>Wieserispengras</i>	Flächen-%	3,2	8,7	5,1	0,69	3,7	8,1	5,4	0,69	3,6	8,5	6,9	0,69
<i>Gemeine Rispe</i>	Flächen-%	8,8	6,1	8,5	1,32	8,0	6,0	10,4	1,33	8,9	7,8	10,3	1,32
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	7,8	7,5	5,3	0,33	7,8	8,1	5,2	0,33	8,3	7,7	5,3	0,33

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

Tabelle 11: Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenbestände im Schnittnutzungsversuch in den Versuchsjahren 2018, 2020 und 2022, jeweils im Frühling zum ersten Nutzungszeitpunkt für den Faktor der mineralischen Ergänzungsdüngung (Wechselwirkung aus Jahr * Düngung)

Parameter	Einheit	Düngung G				Düngung GP				Düngung GPS				Düngung GS			
		2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM	2018	2020	2022	SEM
Lücke	Flächen-%	1,1	3,4	4,1	0,44	0,4	4,7	5,0	0,44	0,7	3,7	4,7	0,44	0,8	4,7	4,9	0,44
Kräuter	Flächen-%	17,3	9,4	14,8	1,09	18,6	12,2	14,0	1,09	18,7	11,0	13,9	1,09	18,8	11,6	14,6	1,09
Weißklee	Flächen-%	6,5	2,0	1,8	0,56	6,3	1,5	1,5	0,56	7,1	1,6	1,7	0,56	6,4	2,0	1,7	0,56
Rotklee	Flächen-%	0,6	1,7	1,1	0,27	0,6	1,5	1,2	0,27	0,8	1,3	1,2	0,27	0,5	1,4	0,9	0,27
Gräser	Flächen-%	74,8	83,7	77,9	1,20	74,4	79,9	78,1	1,20	72,9	82,3	78,3	1,20	73,8	80,1	77,7	1,21
<i>Englisches Raygras</i>	Flächen-%	34,8	31,7	7,5	1,02	35,1	32,0	6,6	1,03	35,6	31,4	6,3	1,03	36,0	30,0	6,7	1,04
<i>Knautgras</i>	Flächen-%	4,6	10,8	17,4	1,66	6,0	11,0	16,6	1,68	5,6	12,3	18,0	1,67	4,4	10,8	15,8	1,68
<i>Wiesenfuchsschwanz</i>	Flächen-%	5,8	5,3	15,2	1,35	6,4	5,6	16,3	1,37	5,3	5,2	15,6	1,36	5,7	4,6	13,9	1,37
<i>Goldhafer</i>	Flächen-%	10,3	11,0	17,0	2,13	9,8	10,4	14,6	2,14	9,0	10,0	16,0	2,13	9,6	12,3	18,1	2,15
<i>Wieserispengras</i>	Flächen-%	3,7	9,4	5,3	0,70	3,4	7,5	6,0	0,70	3,4	7,9	6,2	0,70	3,5	8,9	5,7	0,70
<i>Gemeine Rispe</i>	Flächen-%	9,1	7,5	9,0	1,27	7,7	5,9	10,1	1,27	8,5	7,4	9,3	1,27	8,9	5,8	10,6	1,27
<i>Restliche Gräser</i>	Flächen-%	8,4	8,3	5,4	0,38	8,1	7,5	5,3	0,38	7,7	7,8	4,8	0,38	7,7	7,4	5,4	0,38

Abkürzungen:

D: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling, GPS: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling

Tabelle 12: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Weidenutzungsversuch und den Faktor Nachsaat (Wechselwirkung aus Jahr * Nachsaat)

Parameter	Einheit	Nachsaat F						Nachsaat O						Nachsaat S					
		2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM
TM-Ertrag	kg/ha	11399	11493	11881	9040	10521	359	11675	12360	12552	8709	10625	359	11479	12050	12209	9347	10556	359
XP-Ertrag	kg/ha	2608	2664	2479	1805	2289	90,4	2647	2901	2567	1698	2278	90,4	2622	2856	2533	1870	2284	90,4
XP-Gehalt	g/kg TM	227	231	212	196	220	1,92	224	234	208	193	217	1,92	226	236	210	197	218	1,92
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	69472	71708	77157	56284	64368	2217	71386	77079	80298	54629	64217	2192	70251	75997	78447	58558	64715	2217
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,14	6,29	6,50	6,32	6,18	0,02	6,15	6,27	6,45	6,32	6,19	0,02	6,13	6,28	6,47	6,31	6,17	0,02
P-Ertrag	kg/ha	54,0	49,7	55,3	39,7	50,2	1,51	56,2	53,2	57,9	37,7	50,3	1,51	55,5	52,1	57,1	40,2	50,6	1,51
P-Gehalt	g/kg TM	4,72	4,31	4,86	4,34	4,92	0,05	4,78	4,32	4,85	4,29	4,92	0,05	4,80	4,34	4,84	4,32	4,94	0,05
S-Ertrag	kg/ha	34,6	34,9	40,3	27,9	39,8	1,20	35,5	36,8	42,4	27,1	39,4	1,20	35,5	36,1	41,4	39,5	39,5	1,20
S-Gehalt	g/kg TM	3,04	3,04	3,46	3,07	3,89	0,02	3,05	3,00	3,45	3,09	3,84	0,02	3,10	3,01	3,45	3,08	3,85	0,02

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

Tabelle 13: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Weidenutzungsversuch und den Faktor Dünger (Wechselwirkung aus Jahr * Düngung)

Parameter	Einheit	Düngung G						Düngung GP						Düngung GPS						Düngung GS					
		2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM
TM-Ertrag	kg/ha	11511	11699	13012	9210	11199	413	11746	12443	12402	9227	10275	413	11141	12122	11784	9049	10226	413	11673	11608	11658	8643	10570	413
XP-Ertrag	kg/ha	2592	2732	2712	1834	2449	104	2678	2922	2565	1845	2193	104	2554	2865	2436	1780	2212	104	2679	2710	2393	1704	2282	104
XP-Gehalt	g/kg TM	224	233	211	196	221	2,22	225	233	209	197	217	2,22	227	235	210	194	218	2,22	228	233	210	195	218	2,22
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	70254	72557	83766	57318	68031	2620	71051	76653	78490	56463	62144	2556	69351	76333	75447	57479	61840	2618	70821	74169	76833	54703	65718	2685
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,13	6,28	6,47	6,31	6,16	0,03	6,15	6,23	6,46	6,31	6,17	0,03	6,16	6,30	6,44	6,32	6,18	0,03	6,12	6,31	6,54	6,32	6,21	0,03
P-Ertrag	kg/ha	54,4	50,0	60,5	39,3	52,0	1,74	56,8	54,0	58,4	40,6	49,8	1,74	54,5	52,8	55,0	40,0	50,3	1,74	55,1	49,8	53,2	36,9	49,3	1,74
P-Gehalt	g/kg TM	4,71	4,28	4,83	4,25	4,83	0,06	4,79	4,34	4,93	4,39	5,04	0,06	4,85	4,35	4,86	4,38	5,03	0,06	4,71	4,31	4,77	4,24	4,80	0,06
S-Ertrag	kg/ha	34,9	34,2	43,6	28,2	41,7	1,39	35,9	37,0	41,9	28,4	38,5	1,39	33,9	37,4	40,5	28,1	38,7	1,39	36,2	35,2	39,5	27,1	39,6	1,39
S-Gehalt	g/kg TM	3,05	2,95	3,39	3,05	3,84	0,03	3,06	2,98	3,44	3,09	3,88	0,03	3,04	3,10	3,51	3,07	3,86	0,03	3,11	3,04	3,48	3,11	3,86	0,03

Abkürzungen:

G: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling, GPS: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling

Tabelle 14: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Wiesenutzungsversuch und den Faktor Nachsaat (Wechselwirkung aus Jahr * Nachsaat)

Parameter	Einheit	Nachsaat F						Nachsaat O						Nachsaat S					
		2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM
TM-Ertrag	kg/ha	9964	10580	11023	8475	8668	292	10204	10934	11194	8344	9036	292	9925	11133	11338	8647	9046	292
XP-Ertrag	kg/ha	1756	1837	1686	1195	1279	59,5	1794	1843	1706	1201	1332	59,5	1747	1903	1716	1228	1352	59,5
XP-Gehalt	g/kg TM	176	174	154	152	149	1,94	175	170	154	156	149	1,94	176	173	152	154	151	1,94
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	61280	66715	63335	47566	47579	1688	61949	68008	63927	47082	49636	1700	60477	70437	64837	48718	49266	1688
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,15	6,44	5,69	5,73	5,50	0,03	6,13	6,34	5,64	5,67	5,53	0,03	6,10	6,39	5,66	5,66	5,49	0,03
P-Ertrag	kg/ha	41,5	38,9	44,5	29,2	32,7	1,05	41,5	38,3	43,6	28,1	33,4	1,05	40,1	38,4	44,3	28,5	33,3	1,05
P-Gehalt	g/kg TM	4,19	3,76	4,15	3,61	3,85	0,08	4,06	3,55	4,01	3,49	3,75	0,08	4,07	3,51	4,00	3,43	3,72	0,08
S-Ertrag	kg/ha	33,8	24,0	36,6	23,9	27,0	1,05	34,9	24,2	36,5	23,6	27,5	1,05	34,0	26,4	37,0	23,5	27,9	1,05
S-Gehalt	g/kg TM	3,36	2,33	3,39	3,02	3,14	0,04	3,40	3,32	3,32	2,99	3,09	0,04	3,41	2,40	3,32	2,91	3,11	0,04

Abkürzungen:

N: Nachsaatzeitpunkt (O: ohne, F: Frühling oder S: Sommer)

Tabelle 15: Trockenmasse- (TM-Ertrag), Rohprotein- (XP-Ertrag), Energie- (NEL-Ertrag), Phosphor- (P-Ertrag) und Schwefelertrag (S-Ertrag) in den Versuchsjahren (2018-2022) für den im Wiesenutzungsversuch und den Faktor Dünger (Wechselwirkung aus Jahr * Düngung)

Parameter	Einheit	Düngung G						Düngung GP						Düngung GPS						Düngung GS					
		2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM	2018	2019	2020	2021	2022	SEM
TM-Ertrag	kg/ha	9545	10899	11280	8340,6	8962	337	10156	10758	11240	8372,9	8987	337	10365	11025	11135	8778,2	8834	337	10057	10847	11087	8463	8883	337
XP-Ertrag	kg/ha	1626	1863	1719	1188	1329	68,7	1770	1821	1693	1176	1330	68,7	1868	1911	1678	1249	1308	68,7	1799	1848	1720	1219	1317	68,7
XP-Gehalt	g/kg TM	170	171	153	154	149	2,24	174	171	152	153	149	2,24	180	175	152	155	150	2,24	179	172	156	156	150	2,24
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	58381	68347	64672	47213	49557	2056	61592	68290	64259	45518	48227	1927	63078	69719	64656	49456	48234	1853	61891	67191	62546	48967	49290	1834
NEL-Gehalt	MJ NEL/kg TM	6,14	6,41	5,68	5,72	5,52	0,03	6,14	6,41	5,63	5,62	5,50	0,03	6,11	6,42	5,70	5,71	5,52	0,03	6,13	6,32	5,64	5,69	5,49	0,03
P-Ertrag	kg/ha	39,6	38,5	43,9	27,9	32,9	1,21	42,0	39,0	45,2	28,4	33,3	1,21	41,6	38,8	44,3	30,1	33,6	1,21	41,0	37,9	43,0	28,1	32,6	1,21
P-Gehalt	g/kg TM	4,15	3,59	4,01	3,49	3,74	0,09	4,16	3,7	4,12	3,52	3,77	0,09	4,04	3,59	4,10	3,56	3,86	0,09	4,09	3,56	3,97	3,48	3,72	0,09
S-Ertrag	kg/ha	32,1	23,9	36,8	23,5	27,4	1,21	34,3	23,6	36,4	23,1	27,7	1,21	35,2	26,7	36,7	24,7	27,4	1,21	35,2	25,2	36,8	23,4	27,5	1,21
S-Gehalt	g/kg TM	3,34	2,24	3,34	2,99	3,09	0,05	3,35	2,25	3,31	2,93	3,11	0,05	3,39	2,48	3,36	3,01	3,13	0,05	3,48	2,37	3,37	2,97	3,12	0,05

Abkürzungen:

G: Düngungsfaktor - G: 140 kg N/ha über Gülle, GP: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha im Frühling, GS: 140 kg N/ha über Gülle + 50 kg S/ha im Frühling, GPS: 140 kg N/ha über Gülle + 30 kg P/ha und 50 kg S/ha im Frühling

8.2 Umsetzungsaktivitäten aus den gewonnenen Daten und Erkenntnissen des vorliegenden Projektes

Veröffentlichungen

- Starz, W., 2021:** So gelingt die Nachsaat am Grünland. Landwirt Bio - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Ausgabe 2, S. 40-41.
- Starz, W., 2020:** Vorsicht vor Verkrautung. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 20, S. 24-25.
- Starz, W., 2020:** Kein Platz für Lückenfüller. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 13, S. 26-27.
- Starz, W., 2020:** Ertrag und Qualität optimieren. Allgäuer Bauernblatt 12/2019, S. 12-15.
- Starz, W., 2020:** Gut gedüngt. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 17, S. 28-29.
- Starz, W., 2022:** Frage. Landwirt, Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, 17-2022, S. 31.
- Starz, W., 2022:** Wiesen- und Weidepflege - Das ist jetzt zu tun. Landwirt Bio - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Ausgabe 5, S. 40-42.
- Starz, W., 2022:** Bestandesverbesserung - Nachsaaten in Bio-Wiesen. Unser Land - Das Zukunftsmagazin für Land- und Forstwirte, Nr. 9/2022, S. 38-41.
- Starz, W., 2022:** Vorwort Weide und Pflanzen. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 46-47.
- Starz, W., 2022:** Gut gedüngt. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 58-59.
- Starz, W., 2022:** Vorsicht vor Verkrautung. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 60-61.
- Starz, W., 2022:** Weidefutter hat es in sich. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 56-57.
- Starz, W., 2022:** Kein Platz für Lückenfüller. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 54-55.
- Starz, W., 2022:** Diese Gräser braucht die Weide. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 50-52.
- Starz, W., 2021:** Frage und Antwort: Brennessel. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 13, S. 28.
- Starz, W., 2019:** Das Grünland optimal aus dem Winterschlaf holen. Bio Ernte Steiermark Mitgliederinformation 2/2019, S.6-7.
- Starz, W., 2019:** So stärken Sie die Futtergräser. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 4, S. 24-27.

- Starz, W., 2019:** Grünlandbewirtschaftung im Sommer. Bio Austria – Info Rinder 3/19, 27.06.2019, S 5-6.
- Starz, W., 2020:** Problempflanzen auf der Weide – Rechtzeitig und richtig reagieren! Bio Austria - Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie, Ausgabe 1/20, S.24-25.
- Starz, W., 2019:** Grünlandbewirtschaftung im Sommer. Bio Austria – Info Schaf und Ziege 3/19, 28.06.2019, S 4-5.
- Starz, W., Lehner, D., 2023:** Mineralische Düngemittel am Bio Grünland. Bioprofi, 1/2023, S.30-32.
- Starz, W., Lehner, D., 2019:** Das Grünland wieder fit machen. Bio Austria - Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie, Ausgabe 2/19, S.12-14.
- Starz, W., Lehner, D., 2022:** Von der Wiese zur Weide. Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie SPEZIAL, Februar 2022, S. 48-49.
- Starz, W., Lehner, D., 2020:** Von der Wiese zur Weide. Landwirt - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Nr. 5, S. 26-27.
- Starz, W., Lehner, D., Rohrer, H., Steinwider, A., 2022:** Effekte einer Ergänzungsdüngung mit Phosphor und Schwefel auf intensiv genutzten Dauerweiden. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 10. November 2022, Irdning-Donnersbachtal, S.59-69.
- Starz, W., Lehner, D., Steinwider, A., 2023:** Auswirkungen einer kombinierten Düngung von Rohphosphat und elementarem Schwefel auf die Ertragsfähigkeit einer Schnittwiese im Klima der Ostalpen. In: V. Bibic, K. Schmidtke (Hrsg), Beiträge zur 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Frick, 07.-10.03.2023, Verlag Dr. Köster, 332-335.
- Starz, W., Steinwider, A., Lehner, D., Pfister, R., Rohrer, H., 2019:** Mineralische Ergänzungsdünger im Grünland. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 14. November 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2019, S. 17-23.
- Starz, W., Steinwider, A., Pfister, R., Rohrer, H., 2022:** Verbesserung der Ertragsfähigkeit von Bio Wiesen und Weiden durch regelmäßige Nachsaaten und einer Ergänzungsdüngung von Phosphor und Schwefel. Tagungsband Internationale Weidetagung - Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet, 07.-08.06.2022, Bozen, S. 97.
- Starz, W., Steinwider, A., Pfister, R., Rohrer, H., 2022:** Ruminale Abbaubarkeit der NDF von Futter aus simulierter Kurzrasen- und Koppelweide einer alpinen Dauerweide. Tagungsband Internationale Weidetagung - Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet, 07.-08.06.2022, Bozen, S. 63-65.

- Starz, W., Steinwidder, A., Pfister, R., Rohrer, H., 2022:** Trockenmassezuwachs der Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen bei simulierter Kurzrasenweide auf einer alpinen Dauerweide. Tagungsband Internationale Weidetagung - Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet, 07.-08.06.2022, Bozen, S. 55-57.
- Starz, W., Winter, M., 2021:** Mob Grazing - ein Ausweg aus dem Trockenheits-Dilemma? Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland, Ausgabe 17/2021, S.47-49.
- Winter, M., Starz, W., 2021:** Mob Grazing - die Weidelösung in Dürrezeiten? Landwirt Bio - Die Fachzeitschrift für die bäuerliche Familie, Ausgabe 5, S. 52-55.
- Winter, M., Starz, W., 2021:** Weidesystem für Trockenstandorte. Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben, 25/2021, S.38-39.

Vorträge

- Starz, W.,** Wirtschaftsdünger am Bio-Ziegenbetrieb managen. BIO AUSTRIA Bauerntage 2021 Ziegentage - online Meeting, 28.01.2021; 8951 Trautenfels, Österreich
- Starz, W.,** Ohne Nährstoffe keine Lebensmittel – Nährstoffverluste am Betrieb erkennen und Kreisläufe schließen. 2. Tiroler Biobauerntage, Bio Austria Tirol, Webinar, 09.02.2021; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.,** Dauergrünland in der Biologischen Landwirtschaft. Vorlesung Ökologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, 11.01.2021; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.,** Weidekonzept für den eigenen Betrieb erstellen. Weidepraktiker-Ausbildung Nord, Bio Austria, 09.09.2020; 5162 Obertrum, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesennutzung. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 05.05.2021; 5751 Maishofen, Österreich
- Starz, W.,** Wiesenpflanzen erkennen und Bestände verbessern. Bio-Modul LFS Bruck, 19.05.2021; 5671 Bruck an der Großglocknerstraße, Österreich
- Starz, W.,** Pflanzenwachstum auf der Weide. Weidefachtag - Einstieg und Optimierung der Weidehaltung, Bio Ernte Steiermark, LFS Grottenhof, 25.05.2021; 8052 Graz, Österreich
- Starz, W.,** Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 05.05.2021; 5751 Maishofen, Österreich
- Starz, W.,** Weidebestände beurteilen und optimal nutzen. Weidepraktiker-Ausbildung Nord, Bio Austria, 09.09.2020; 5162 Obertrum, Österreich

- Starz, W.**, Weidebestände optimieren. Webinar: Weide - eine Chance für so manchen Betrieb, 21.04.2021; 8960 Öblarn, Österreich
- Starz, W.**, Nährstoffmanagement am Bio-Grünland. Bio-Grünland-BeraterInnen Meeting, 11.03.2021; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.**, Weidebestände beurteilen und optimal nutzen. Weidepraktiker-Ausbildung Süd, Bio Austria, 08.09.2020; 8962 Gröbming, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 08.06.2020; 5301 Eugendorf, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 09.08.2020; 5541 Altenmarkt im Pongau, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria- und LFI-Niederösterreich, 07.07.2020; 6220 Buch in Tirol, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria- und LFI-Niederösterreich, 08.06.2020; 3920 Groß Gerungs, Österreich
- Starz, W.**, Maßnahmen zur Düngeroptimierung am vielschnittigen Bio-Grünland. Treffen der Bio-Grünland-BeraterInnen von Bio Austria und den Landes-Landwirtschaftskammern, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 04.04.2018; 8952 Irdning, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Oberösterreich, Bio Austria- und LFI-Oberösterreich, 02.09.2020; 4890 Frankenmarkt, Österreich
- Starz, W.**, Weidebestände optimieren. Webinarreihe Weide, Bio Ernte Steiermark, 01.06.2021; 8960 Öblarn, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Oberösterreich, Bio Austria- und LFI-Oberösterreich, 01.09.2020; 4850 Timelkam, Österreich
- Starz, W.**, Aufwertung von Wiesen und Weiden am Bio-Betrieb. Feldtag Abgestufte Wiesennutzung, Verein Reine Lungau, 25.07.2020; 5582 St. Michael, Österreich
- Starz, W.**, Weidekonzept für den eigenen Betrieb erstellen. Weidepraktiker-Ausbildung Süd, Bio Austria, 08.09.2020; 8962 Gröbming, Österreich

- Starz, W.**, Grünland pflegen und verbessern. Bioland Milchviehtage 2021 - online, 01.12.2021; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 20.05.2022; 5580 Tamsweg, Österreich
- Starz, W.**, Gutes Futter für die Rasenmäher - Weidebestände optimal nutzen und pflegen. 2. Österreichischen Bio-Viehwirtschaftstag, Bio-Austria, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, HBLA Ursprung, 29.04.2022; 5161 Elixhausen, Österreich
- Starz, W.**, Die Weideflächen auf meinem Betrieb optimal nutzen. Webinar, LK und LFI Tirol, 14.04.2022; 6492 Imsterberg, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria- und LFI-Salzburg, 20.04.2022; 5164 Seeham, Österreich
- Starz, W.**, Erkennen der wertvollen Grünlandarten und Beurteilung der Bestände. Zertifikatslehrgang BodenpraktikerIn für das Grünland Steiermark, Bio Austria- und LFI-Steiermark, 15.09.2022; 8600 Bruck an der Mur, Österreich
- Starz, W.**, Dauergrünland in der Biologischen Landwirtschaft. Vorlesung Ökologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, 12.12.2022; 1180 Wien, Österreich
- Starz, W.**, Auswirkungen einer kombinierten Düngung von Rohphosphat und elementarem Schwefel auf die Ertragsfähigkeit einer Schnittwiese im Klima der Ostalpen. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Frick, 07.-10.03.2023, 09.03.2023; 5070 Frick, Schweiz
- Starz, W.**, Effekte einer Ergänzungsdüngung mit Phosphor und Schwefel auf intensiv genutzten Dauerweiden. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 10.11.2022; 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich
- Starz, W.**, Optimierung der Grundfutterqualität. Tag der Mutterkuhhaltung 2022 online, LFI und LK Kärnten, 04.11.2022; 8951 Trautenfels, Österreich
- Starz, W.**, Weidebestände optimal nutzen - vom Dauergrünland bis zur Ackerweide. Treffen der Naturland Beraterinnen und Berater Deutschland/Österreich, 05.10.2022; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.**, Optimale Weidebestände. Weidefachtag Steiermark, Bio Ernte Steiermark, 13.04.2022; 8323 Grafendorf bei Hartberg, Österreich
- Starz, W.**, Fitnessprogramm fürs Bio-Grünland. Bio-Einführungskurs, Bio-Zentrum Steiermark, 01.04.2022; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.**, Optimale Pflege des Weidebestandes. Webinarreihe LFI NÖ, Rindfleischproduktion im Weidegebiet, 24.01.2022; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich

- Starz, W.,** Bestände weidefit machen. Webinar: BIO AUSTRIA Bauerntage 2022 - Milchviehtag, 03.02.2022; 8951 Stainach-Pürgg, Österreich
- Starz, W.,** Dauergrünland in der Biologischen Landwirtschaft. Vorlesung Ökologische Landwirtschaft, Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, 06.12.2021; 1180 Wien, Österreich
- Starz, W.,** Ernteauffälle und mindere Futterqualität durch Wetterextreme - verbessernde Maßnahmen im Grünland. 1. Bio-Bauerntag in Tirol, Bio Austria Tirol, 11.02.2020; 6200 Rotholz, Österreich
- Starz, W.,** Weidebestände am Acker. Mob Grazing – Eine Weidestrategie für Trockengebiete, Bio Austria NÖ, 17.08.2021; 2232 Aderklaa, Österreich
- Starz, W.,** Weiden und Pflanzen - Düngen, Pflegen Säen, Weideunkräuter. Landwirt online Rinderfachtage - Weidewissen kompakt, 22.02.2022; 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich
- Starz, W.,** Verbesserungsmöglichkeiten auf Schnittwiesen zur Optimierung der Winterfütterung am Weidebetrieb. Seminar Arbeitskreis-Weide, LK Oberösterreich, 15.07.2020; 4171 Auberg, Österreich
- Starz, W.,** Pflanzenbestand und Weideführung. Grünlandbegehung AK-Milch Tennengau, 04.07.2018; 5431 Kuchl, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Weide mit Milchschaafen. Arbeitskreistreffen Schafmilch, 25.04.2018; 5112 Lamprechtshausen, Österreich
- Starz, W.,** Maßnahmen zur Bestandesoptimierung auf Dauerweiden. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg, 04.07.2018; 5120 St. Pantaleon, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesenutzung und Bestimmung der wichtigsten Wiesengräser. Low-Input in der Milchviehhaltung, Bio Austria, 22.05.2018; 8820 Neumarkt, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Wiesen und Weiden. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg, 15.05.2018; 5580 Tamsweg, Österreich
- Starz, W.,** Grünlandnutzung am Low-Input-Betrieb. Low-Input in der Milchviehhaltung, Bio Austria, 22.05.2018; 8812 Mariahof, Österreich
- Starz, W.,** Möglichkeiten der Optimierung von Wiesen und Weiden. Biogrünlandtag 2018 NÖ - Grünlandmanagement in Zeiten der Trockenheit, Bio Austria NÖ und Wien, LFI NÖ, 20.09.2018; 3910 Zwettl, Österreich
- Starz, W.,** Bestandesanalyse und Sanierungsmöglichkeiten von Weiden. Biogrünlandtag 2018 NÖ - Grünlandmanagement in Zeiten der Trockenheit, Bio Austria NÖ und Wien, LFI NÖ, 20.09.2018; 3931 Schweiggers, Österreich

- Starz, W.,** Optimierung der Wiesenutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg und LFI-Salzburg, 25.04.2019; 5164 Seeham, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesenutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg und LFI-Salzburg, 30.04.2019; 5751 Maishofen, Österreich
- Starz, W.,** Möglichkeiten der Optimierung von Wiesen und Weiden. Biogrünlandtag 2018 NÖ - Grünlandmanagement in Zeiten der Trockenheit, Bio Austria NÖ und Wien, LFI NÖ, 21.09.2018; 3251 Purgstall an der Erlauf, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesenutzung und Bestimmung der wichtigsten Wiesengräser. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg, 15.05.2018; 5580 Tamsweg, Österreich
- Starz, W.,** Grundlagen der optimalen Weidenutzung, Pflanzenbestand und Pflanzenwachstum. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria Niederösterreich, 25.04.2018; 3925 Arbesbach, Österreich
- Starz, W.,** Professionalisierung in der Weidehaltung. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 11.04.2018; 6845 Hohenems, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Weiden. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 11.04.2018; 6840 Götzis, Österreich
- Starz, W.,** Wirtschaftsdünger und Düngung am Grünland. Weidefachtagung Tirol, LFI und LK Tirol, 10.04.2018; 6068 Mils bei Hall, Österreich
- Starz, W.,** Weidepflanzen für stabile Erträge, Düngung von Weiden. Weidefachtagung Tirol, LFI und LK Tirol, 10.04.2018; 6068 Mils bei Hall, Österreich
- Starz, W.,** Weidepflanzen für stabile Erträge, Düngung von Weiden. Weidefachtagung Tirol, LFI und LK Tirol, 09.04.2018; 6300 Wörgl, Österreich
- Starz, W.,** Grünland anders denken. Biobauern-Stammtisch, LK-Tirol, 09.04.2018; 6141 Schönberg im Stubaital, Österreich
- Starz, W.,** Düngung und Wirtschaftsdüngeraufbereitung. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 12.04.2018; 6845 Hohenems, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung des Bodens und Zeigerpflanzen auf Wiesen. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 12.04.2018; 6833 Klaus, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Wiesen. Low-Input in der Milchviehhaltung, Bio Austria, 14.04.2018; 6264 Fügenberg, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesenutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria Niederösterreich, 24.04.2018; 3352 St. Peter in der Au, Österreich

- Starz, W.,** Grünlandnutzung am Low-Input-Betrieb. Low-Input in der Milchviehhaltung, Bio Austria, 14.04.2018; 6200 Buch in Tirol, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Wiesen. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 13.04.2018; 6840 Götzis, Österreich
- Starz, W.,** Grünlandmanagement und Bestandesführung optimieren. Grünlandtage Vorarlberg, LFI und LK Vorarlberg, 13.04.2018; 6845 Hohenems, Österreich
- Starz, W.,** Erkennen wertvoller Grasarten und Bestandesbeurteilung von Wiesenflächen. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg und LFI-Salzburg, 25.04.2019; 5164 Seeham, Österreich
- Starz, W.,** Bestandesanalyse und Sanierungsmöglichkeiten von Weiden. Biogrünlandtag 2018 NÖ - Grünlandmanagement in Zeiten der Trockenheit, Bio Austria NÖ und Wien, LFI NÖ, 21.09.2018; 3251 Purgstall an der Erlauf, Österreich
- Starz, W.,** Grünland - Probleme erkennen und Bestände optimieren. Schulung der LK-Tirol Grünland-BeraterInnen, 31.07.2019; 6175 Kematen, Österreich
- Starz, W.,** Erkennen wertvoller Grasarten und Bestandesbeurteilung von Wiesenflächen. BodenpraktikerIn für das Grünland Salzburg, Bio Austria Salzburg und LFI-Salzburg, 30.04.2019; 5751 Maishofen, Österreich
- Starz, W.,** Boden-Düngung-Pflanze im System Grünland. Low-Input in der Milchviehhaltung NÖ/OÖ, Bio Austria, 26.06.2019; 3364 Neuhofen an der Ybbs, Österreich
- Starz, W.,** Erkennen wertvoller Grasarten und Bestandesbeurteilung von Wiesenflächen. BodenpraktikerIn für das Grünland Oberösterreich, Bio Austria- und LFI-Oberösterreich, 25.06.2019; 4591 Molln, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Wiesen und Weiden. Low-Input in der Milchviehhaltung NÖ/OÖ, Bio Austria, 26.06.2019; 3304 St. Gerorgen am Ybbsfelde, Österreich
- Starz, W.,** Bestandesbeurteilung von Wiesen und Möglichkeiten der Verbesserung. Arbeitskreis Milch, Oberkärnten, 04.09.2019; 9711 Paternion, Österreich
- Starz, W.,** Bestandesbeurteilung von Wiesen und Möglichkeiten der Verbesserung. Arbeitskreis Milch, Unterkärnten, 05.09.2019; 9400 Wolfsberg, Österreich
- Starz, W.,** Situation Bio-Grünland – Wie mit Problembeständen umgehen? Bio-Grünland-BeraterInnen-Treffen, 18.09.2019; 8952 Gumpenstein, Österreich
- Starz, W.,** Pflege und Verbesserung von Weidebeständen. Bodenpraktiker Grünland Bayern, Naturland Verband, 17.09.2019; 94544 Hofkirchen, Deutschland

- Starz, W.,** Optimierung der Grünlandnutzung - Fehler vermeiden und korrigieren. Bodenpraktiker Grünland Bayern, Naturland Verband, 17.09.2019; 94529 Aicha vorm Wald, Deutschland
- Starz, W.,** Bestandesbeurteilung von Wiesen und Möglichkeiten der Verbesserung. Arbeitskreis Milch, Bezirk Ried, 09.09.2019; 4971 Edenbach, Österreich
- Starz, W.,** Bestandesbeurteilung von Wiesen und Möglichkeiten der Verbesserung. Arbeitskreis Milch, Bezirk Braunau, 11.09.2019; 5222 Munderfing, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesennutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Oberösterreich, Bio Austria- und LFI-Oberösterreich, 25.06.2019; 4591 Molln, Österreich
- Starz, W.,** Optimierungsstrategien von Bio-Wiesen-Beständen. Wiesenbegehung mit der Bio-Arbeitsgruppe St. Oswald im Waldviertel, 27.05.2019; 3684 St. Oswald, Österreich
- Starz, W.,** Von der (Mäh-) Wiese zur (Mäh-) Weide. Milch aus Gras - wirtschaftlich und wesensgemäß, Weide-aktiv-Tag, Fachschule für Landwirtschaft Salern und Bioland Südtirol, 04.05.2019; 39040 Vahrn, Italien
- Starz, W.,** Bestandesführung und Pflege einer Kurzrasenweide. Milch aus Gras - wirtschaftlich und wesensgemäß, Weide-aktiv-Tag, Fachschule für Landwirtschaft Salern und Bioland Südtirol, 04.05.2019; 39040 Vahrn, Italien
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Weiden. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria und LFI Niederösterreich, 17.06.2019; 3204 Kirchberg an der Pielach, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Grünlandbestände am Low-Input Betrieb. Wiesenbegehung mit dem Bio-Arbeitskreis Low-Input NÖ, 27.05.2019; 3341 Ybbsitz, Österreich
- Starz, W.,** Optimierung der Wiesennutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria und LFI Niederösterreich, 28.05.2019; 3170 Hainfeld, Österreich
- Starz, W.,** Beurteilung und Sanierungsmöglichkeiten von Weiden. BodenpraktikerIn für das Grünland Kärnten, Bio Austria und LFI Kärnten, 05.06.2019; 9772 Dellach im Drautal, Österreich
- Starz, W.,** Grundlagen der optimalen Weidenutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria und LFI Niederösterreich, 17.06.2019; 3204 Kirchberg an der Pielach, Österreich
- Starz, W.,** Grundlagen der optimalen Weidenutzung. BodenpraktikerIn für das Grünland Kärnten, Bio Austria und LFI Kärnten, 05.06.2019; 9772 Dellach im Drautal, Österreich

Starz, W., Wie gut ist meine Weide. Arbeitskreistreffen Mutterschaffe Oberösterreich, 23.04.2019; 4491 Niederneukirchen, Österreich

Starz, W., Erkennen wertvoller Grasarten und Bestandesbeurteilung von Wiesenflächen. BodenpraktikerIn für das Grünland Niederösterreich, Bio Austria und LFI Niederösterreich, 28.05.2019; 3161 St. Veit an der Gölsen, Österreich

Starz, W., Mineralische Ergänzungsdünger im Grünland. Fachtagung für Biologische Landwirtschaft Qualität fördern – vom Boden bis zum Lebensmittel, Bio-Institut HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 14.11.2019; 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich

Poster (inkl. Posterpräsentation)

Starz, W., Steinwidder, A., Pfister, R., Rohrer, H., Ruminale Abbaubarkeit der NDF von Futter aus simulierter Kurzrasen- und Koppelweide einer alpinen Dauerweide. Internationale Weidetagung - Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet, 07.-08.06.2022, Bozen, 08.06.2022;

Starz, W., Steinwidder, A., Pfister, R., Rohrer, H., Trockenmassezuwachs der Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen bei simulierter Kurzrasenweide auf einer alpinen Dauerweide. Internationale Weidetagung - Grenzen und Möglichkeiten der Weidehaltung im Berggebiet, 07.-08.06.2022, Bozen, 08.06.2022;

Betreuungsarbeiten (Universität, Schule, Meister)

Huber, K.: 2023: Effekt einer Schwefeldüngung mit Gips und Kieserit auf die Mengen- und Qualitätserträge bei Kurzrasenweidenutzung. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften

Peinhopf, B.: 2018: Auswirkungen einer Wiesenrispengras-Übersaat auf einer biologisch bewirtschafteten Kurzrasenweide hinsichtlich Pflanzenbestand, Ertrag und Futterqualität. Masterarbeit Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften

Schauer, C., Thoma, A.: 2021: Optimierung der Grünlandbewirtschaftung durch Umsetzung einer abgestuften Grünlandnutzung. Diplomarbeit HBLFA Raumberg-Gumpenstein

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.at