

Leguminosenmischungen standortangepasst und divers gestalten

Einleitung

Feinleguminosen-Gras-Gemenge diverser zu gestalten kann eine Lösungsstrategie sein, um Herausforderungen im Anbau von Feinleguminosen zu begegnen und die vielfältigen potenziellen Ökosystemleistungen bestmöglich auszuschöpfen (Storkey et al. 2015, Chapagain et al. 2020). Hierbei stehen die ressourcenschonende Versorgung der Böden mit aus der Luft fixiertem Stickstoff, die Förderung der Bodenfruchtbarkeit sowie der Beitrag zur Regulierung von Unkräutern im Vordergrund. Die genannten Ökosystemleistungen tragen zur Verbesserung der Ertragsfähigkeit und -sicherheit von Feinleguminosen sowie indirekt zu jener der Folgekulturen bei. Neben der Erzeugung von hochwertigem Futter für Nutztiere bieten Feinleguminosen ebenfalls für blütenbesuchende Insekten eine Nahrungsquelle. Bei herkömmlichen Mischungen wird das Potenzial der Ökosystemleistungen jedoch oft unvollständig ausgenutzt. Außerdem sind die in herkömmlichen Mischungen enthaltenen Feinleguminosen teils nur mäßig an die standörtlichen Bedingungen angepasst. Demnach kann es zu einem Ausfall einzelner Mischungspartner kommen. Bei Zusammenstellung einer konkreten Artenmischung sollten die unterschiedlichen Ansprüche und Eigenheiten der verschiedenen Feinleguminosenarten beachtet werden.

Die Forschungsarbeit des Projektes D3INST (Dezentrales Diagnostisches Diversifikations-Instrument) zielt darauf ab, einen Leitfaden, ein sogenanntes Diagnoseinstrument, zu entwickeln, welches es Praktikern*innen ermöglicht, Feinleguminosen-Gras-Gemengen gemäß den standörtlichen und betrieblichen Bedingungen auszuwählen, gezielt diverser zu gestalten und über die Zeit anzupassen. Um fundierte Empfehlungen an Praktiker*innen weitergeben zu können, werden in dreijährigen Feldversuchen Feinleguminosenmischungen unterschiedlicher Zusammensetzung getestet. Zwei unterschiedlich diverse sogenannte „Diagnosemischungen“ dienen als Grundlage, um die für den jeweiligen Standort am besten geeigneten Feinleguminosenarten zu bestimmen. Somit ergaben sich für das erste Versuchsjahr 2022 folgende Versuchsfragen:

Versuchsfragen:

1. Wie verändert sich die Zusammensetzung der Feinleguminosenmischungen über die Vegetationszeit 2022?
2. Weisen die „Diagnosemischungen“ Vorteile gegenüber den Kontrollvarianten auf?

Material & Methoden

In Parzellenversuchen mit vierfacher Wiederholung wurden vier verschiedene Mischungen aus Feinleguminosen und Gräsern hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und der Erfüllung von Ökosystemleistungen untersucht. Jede der vier Artenmischungen bestand zu 30 % der Pflanzenindividuen aus Gräsern und zu 70 % aus Feinleguminosen. Die Gräserarten Wiesenschwingel, Deutsches Weidelgras, Wiesenlieschgras befanden sich in jeder Variante. Hingegen unterschieden sich die Varianten hinsichtlich der Arten und der Anzahl von Feinleguminosen (Tab. 1). Die Gräser- und Feinleguminosenarten waren, gemessen an den Pflanzenindividuen, mit zwei Ausnahmen (Espарsette, Deutsches Weidelgras) jeweils zu gleichen Anteilen in den entsprechenden Mischungen bei der Aussaat enthalten. Der Anteil der Espарsette wurde wegen hohem Tausendkorngewicht und der des Deutschen Weidelgrases wegen hoher Konkurrenzkraft reduziert.

Die Varianten „Standard“ und „Generalist“ diente als Kontrolle. Im Vergleich zu diesen Kontrollvarianten war die „reduzierte Diagnosemischung“ mit sechs und die „diverse Diagnosemischung“ mit zwölf Feinleguminosenarten diverser gestaltet.

Im Laufe von zwei Vegetationsperioden werden die vier unterschiedlichen Mischungen im Freiland an den Standorten Wiesengut in Hennef (Sieg) (65 m ü. NN, 10,3 °C, 840 mm, sL-uL, 60 BP) und auf einem Leitbetrieb in Weeze (18 m ü. NN, 10,9 °C, 730 mm, IS-S, 60 BP) getestet. Die erste Saat fand im August 2021 statt.

Tab. 1: Zusammensetzung der Mischungen aus Feinleguminosen für die Parzellenversuche 2022 an den Standorten Wiesengut in Hennef (Sieg) und einem Leitbetrieb in Weeze

Leguminosenarten		Varianten			
		Standard	Generalist	Reduzierte Diagnosemischung	Diverse Diagnosemischung
dt. Bezeichnung	lat. Bezeichnung				
Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	X	X	X	X
Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>		X	X	X
Luzerne	<i>Medicago sativa</i>		X	X	X
Inkarnatklee	<i>Trifolium incarnatum</i>			X	X
Serradella	<i>Ornithopus sativus</i>			X	X
Schwedenklee	<i>Trifolium hybridum</i>			X	X
Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>				X
Sumpf-Hornklee	<i>Lotus pedunculatus</i>				X
Gelbklee	<i>Medicago lupulina</i>				X
Wundklee	<i>Anthyllis vulneraria</i>				X
Espарsette	<i>Onobrychis vicifolia</i>				X
Alexandrinerklee	<i>Trifolium alexandrinum</i>				X

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Visuelle Deckungsschätzungen, Handernten, NIRS-Futteranalysen und die Ermittlung des Blühzeitpunktes dienten der Erfassung von Unterschieden und Gemeinsamkeiten der Varianten. Die Schätzung der Bedeckung der Bodenoberfläche mit den Leguminosenarten, Gräsern und Unkräutern erfolgte mittels Göttinger Zählrahmen dreimal jeweils kurz vor dem Erntezeitpunkt. Die Handernte der Parzellen fand im Mai und im Juli sowie aufgrund von Sommertrockenheit Ende Oktober statt. Dabei wurden aus 3 m x 10 m großen Parzellen 0,5 m² Pflanzenproben entnommen. Anschließend erfolgte manuell die Sortierung der Proben in die jeweiligen Feinleguminosenarten, Unkräuter und Gräser. Für eine Nahinfrarotspektroskopie (NIRS-Analyse) wurden nach dem ersten Schnitt im Mai unsortierte getrocknete Ernteproben an die LUFA NRW zur Analyse gesendet. Dies gab Aufschluss über Unterschiede der Varianten bezüglich der Futterqualität. In Hennef (Sieg) wurde in regelmäßigen Abständen die Blühphänologie der Feinleguminosenarten je Mischung erfasst, um Blühzeitpunkt und die Blühdauer der jeweiligen Arten zu differenzieren.

Ergebnisse

Im Folgenden werden erste Ergebnisse des Projektes D3INST für das Jahr 2022 vorgestellt. Die Untersuchungen an beiden Standorten wiesen ähnliche Tendenzen auf, sodass überwiegend beispielhaft nur die Ergebnisse des Standortes Hennef (Sieg) dargestellt sind.

Trockenmasseerträge

Bezüglich des Ertrages wurde an beiden Standorten der stärkste Aufwuchs zum ersten Schnitt im Mai festgestellt (Abb.1). In Hennef (Sieg) und in Weeze zeigte die „reduzierte Diagnosemischung“ signifikant höhere Trockenmasseerträge im Vergleich zu den Varianten „Standard“ und „Generalist“. Die „diverse Diagnosemischung“ wies in Hennef (Sieg) ebenfalls gegenüber beiden Kontrollvarianten und in Weeze nur gegenüber der Variante „Generalist“ einen signifikant höheren Trockenmasseertrag auf. Insgesamt lagen die Trockenmasseerträge in Weeze mit 74,3 dt/ha bei der „reduzierten“ und mit 63,1 dt/ha bei der „diversen Diagnosemischung“ höher als jene in Hennef (Sieg). In den „Diagnosemischungen“ kann dies in einem hohen Anteil von Inkarnatklee begründet sein. Der Inkarnatklee zeigte sich im ersten Schnitt an beiden Standorten in beiden „Diagnosemischungen“ als die dominanteste Art. Somit wurde der Einfluss des Inkarnatklees auf das Ertragsniveau der beiden „Diagnosemischungen“ deutlich und dominierte über die Gräser und Unkräuter.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

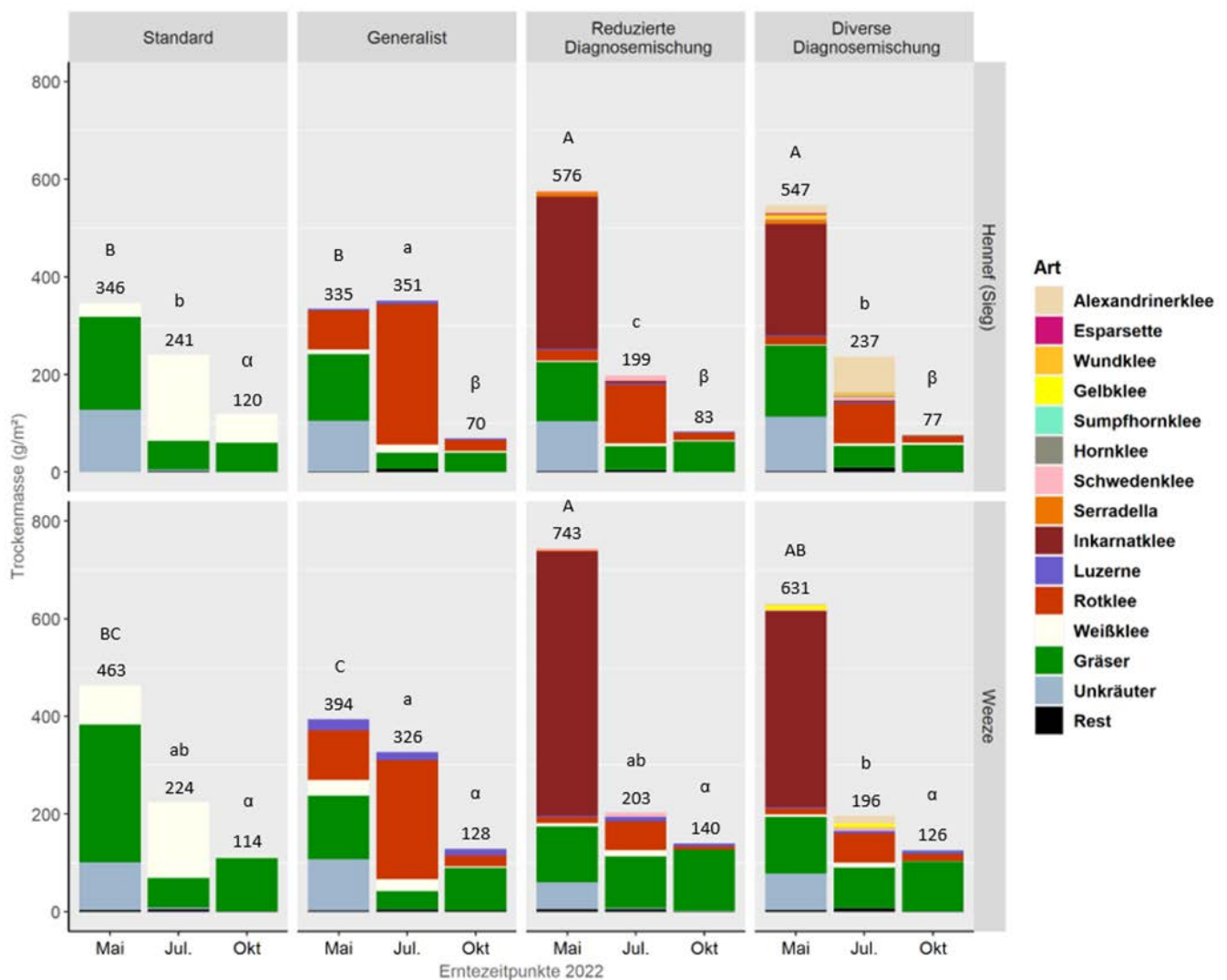


Abb. 1: Ergebnisse der Sortierschnitte im Jahr 2022 an beiden Standorten. Vergleich der Mittelwerte der Trockenmassen verschiedener Feinleguminosenmischungen zu drei Erntezeitpunkten in 2022 am Standort Hennef (Sieg) und Weeze, Deutschland. Die Signifikanzbuchstaben beziehen sich auf die unsortierten Ernteproben je Schnitttermin und Standort. Varianten mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (n= 4, Tukey- bzw. Bonferroni-Test $\alpha = 0.05$).

Im Gegensatz dazu waren die Gräser und Unkräuter in den Varianten „Standard“ und „Generalist“ an beiden Standorten dominanter als die Feinleguminosen. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Varianten zeigten sich zwischen den Standorten nur geringe Unterschiede. In der „diversen Diagnosemischung“ in Hennef (Sieg) konnte tendenziell mehr Alexandrinerklee, Wundklee und Serradella gefunden werden. In Weeze wurde tendenziell mehr Gelbklee als in Hennef (Sieg) erfasst.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Im zweiten Schnitt war in Weeze der Anteil des Gelbklees in der „diversen Diagnosemischung“ wie bereits im ersten Schnitt tendenziell höher als in Hennef (Sieg). Des Weiteren deutete ein Vergleich der beiden Standorte hinsichtlich der „diversen Diagnosemischungen“ darauf hin, dass sich in Hennef (Sieg) mehr Alexandrinerklee und Wundklee in der Mischung durchsetzen konnte. Der Inkarnatklee war in beiden „Diagnosemischungen“ in Hennef (Sieg) nur noch zu geringen Anteilen und in Weeze gar nicht mehr aufzufinden. Unkräuter waren in allen Varianten und beiden Standorten kaum noch vorhanden. Die Ernteproben der beiden „Diagnosemischungen“ aus Weeze wiesen einen tendenziell höheren Grasanteil auf, als die Varianten in Hennef (Sieg). Am Standort in Hennef (Sieg) zeigten sich die Feinleguminosen in allen Varianten dominanter gegenüber den Gräsern. Dabei dominierte der Rotklee in der Variante „Generalist“ an beiden Standorten. Dies trug in Hennef (Sieg) zu signifikant höheren Trockenmasseerträge der Variante „Generalist“ gegenüber allen anderen Varianten bei. In Weeze zeigte die Variante „Generalist“ lediglich im Vergleich zu der „diversen Diagnosemischung“ signifikant höhere Trockenmasseerträge.

Insgesamt wurden die geringsten Trockenmasseerträge beim dritten Schnitt Ende Oktober erfasst. Aufgrund anhaltender Trockenheit in den Monaten Juli und August kam es zu einem späten dritten Schnitt. Ein Vergleich der Varianten zeigte lediglich in Hennef (Sieg) signifikant höhere Trockenmasseerträge der Variante „Standard“ gegenüber den anderen Varianten. Die Diversität der „Diagnosemischungen“ war im dritten Schnitt an beiden Standorten vorwiegend auf Weißklee, Rotklee und Luzerne reduziert. Vereinzelt fanden sich beispielsweise Schwedenklee und Gelbklee in der „diversen Diagnosemischung“. Außer der Variante „Standard“ in Hennef (Sieg), zeigten sich alle anderen Varianten grasbetont. In Weeze wurde in der Variante „Standard“ sogar nur ein vergleichsweise sehr geringer Feinleguminosenanteil, in dem Fall Weißklee, erfasst.

Deckungsschätzung

Das Verhältnis der unterschiedlichen Feinleguminosen, Gräser und Unkräuter in einer Mischung lässt sich im Feld durch eine Deckungsschätzung gut abbilden. Dies bestätigte ein Vergleich der Methoden der Deckungsschätzung und der Sortierung, welche jeweils nach der Ernte erfolgte. Exemplarisch ist dies in Abb. 3 für die Deckungsschätzung und die Sortierung im Juli am Wiesengut in Hennef (Sieg) dargestellt. Es wird deutlich, dass in der Deckungsschätzung die Arten, die in geringen Anteilen in der Mischung vorkamen überschätzt wurden. Darüber hinaus wurden im Gegenteil zur Sortierung bei der Deckungsschätzung die Arten, welche unterhalb der Schnitthöhe von etwa 6 bis 7 cm wuchsen erfasst.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

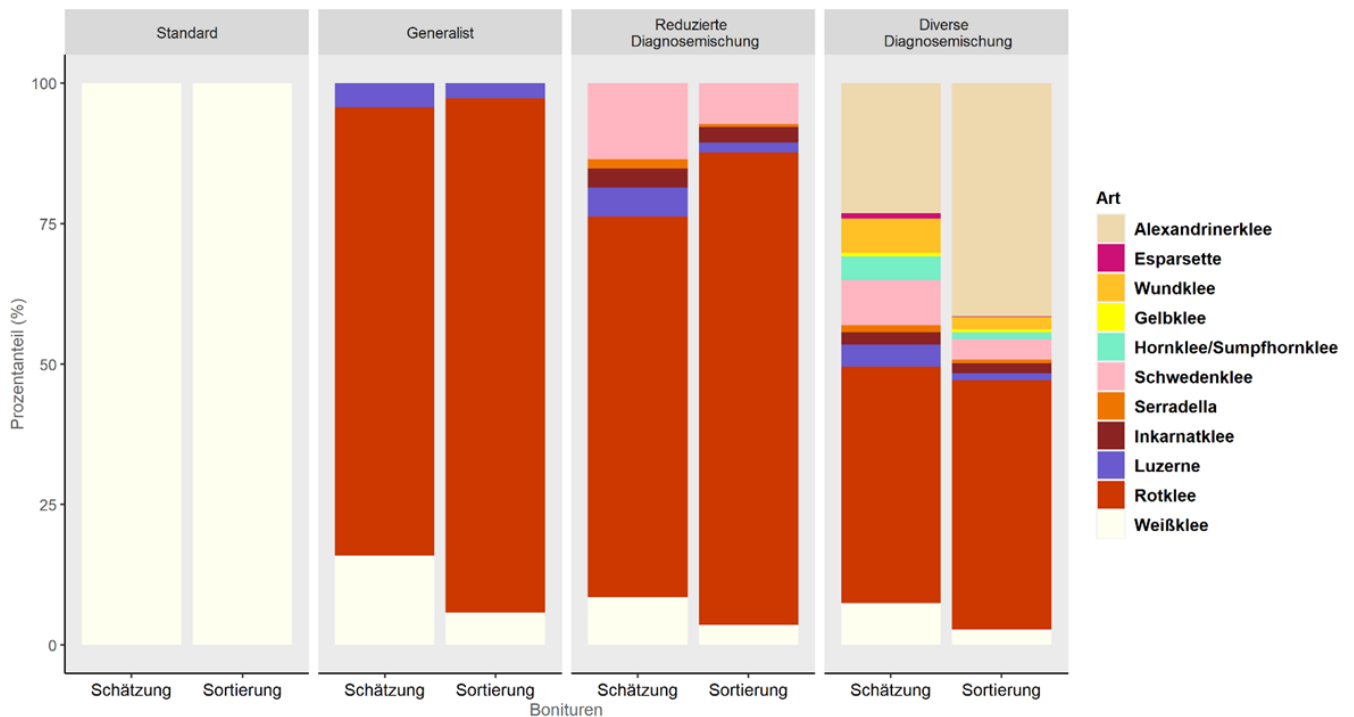


Abb. 3: Vergleich der prozentualen Mischungsverhältnisse aus der Deckungsgradschätzung und der Sortierung nach der Ernte im Juli 2022 am Standort Hennef (Sieg).

Ein Beispiel dafür ist die Esparsette, welche vermehrt unterhalb der Schnitthöhe zu finden war. Somit ist diese in der Deckungsschätzung der „diversen Diagnosemischung“ als dickerer pinker Balken zu sehen als in der Sortierung nach dem Schnitt. Trotz der möglichen prozentualen Überschätzung einzelner Arten bei der Deckungsschätzung, eignet sich diese Methode für eine schnelle und grobe Erfassung im Feld.

Futterqualität

Ein Vergleich der chemischen Zusammensetzung der vielfältigen „Diagnosemischungen“ im Vergleich zu den Kontrollmischungen erfolgte mittels NIRS-Analysen. Die Abb. 4 zeigt, dass hinsichtlich des Rohproteingehaltes die „reduzierte“ und „diverse Diagnosemischung“ mit jeweils durchschnittlich 9,8 % signifikant höhere Rohproteingehalte aufwiesen, als die Variante „Standard“, welche neben den Gräsern nur Weißklee enthielt. Allerdings schnitten die „Diagnosemischungen“ nicht bei allen Futterqualitätsparametern, wie beispielsweise beim Zucker- und Rohfettgehalt, vorteilhafter ab als die Kontrollvarianten. Somit zeigten die Varianten „Standard“ und „Generalist“, wie in der Abb. 5 zu sehen, mit 8,8 MJ/kg und 8,9 MJ/kg eine signifikant höhere umsetzbare Energie und mit jeweils 5,3 MJ/kg eine signifikant höhere Netto-Energie-Laktation als die „reduzierte“ und „diverse Diagnosemischung“.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

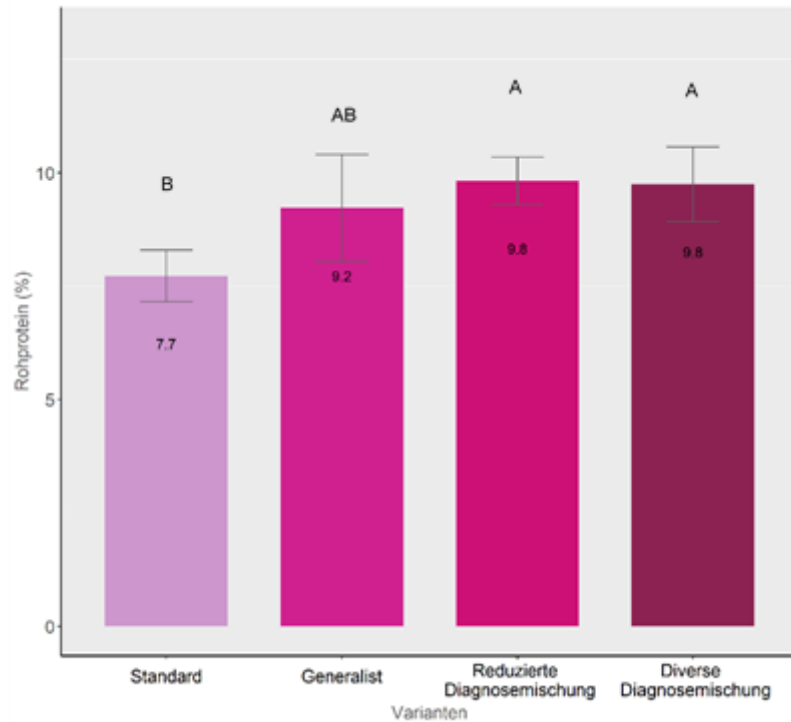


Abb. 4: Rohproteingehalt der unterschiedlichen Feinleguminosenmischungen im Vergleich für den Standort Hennef (Sieg) (n= 4, Tukey-Test $\alpha = 0.05$)

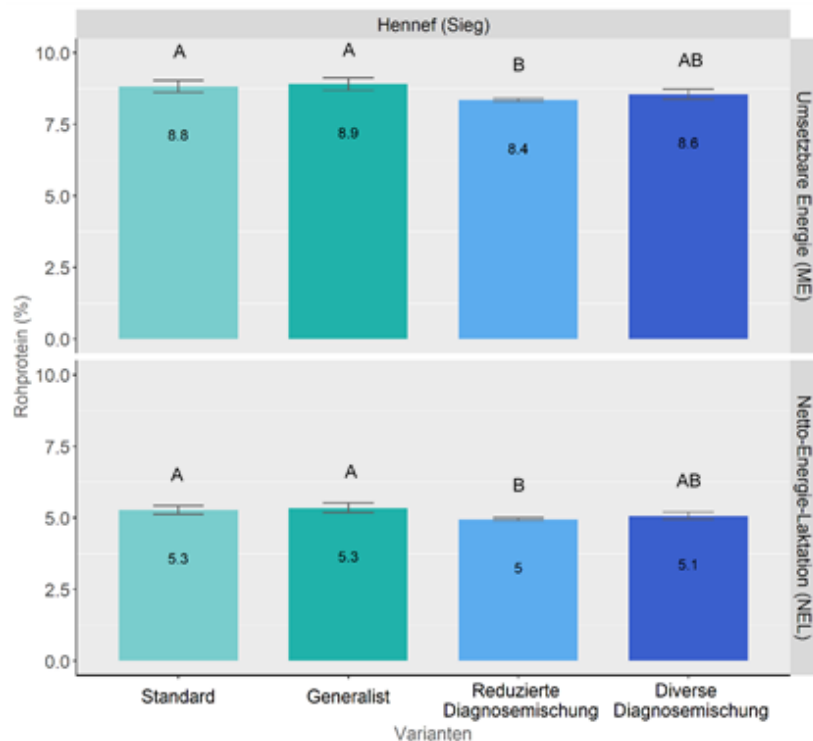


Abb. 5: Umsetzbare Energie und Netto-Energie-Laktation des ersten Ertragsschnittes im Mai 2022 für den Standort Hennef (Sieg). Unterschiedliche Skalierung der y-Achse zugunsten einer besseren Darstellungsweise. (n= 4, Tukey-Test $\alpha = 0.05$)

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Insgesamt lagen die Ergebnisse der Feinleguminosenmischungen im Parzellenversuch 2022 auf einem mittleren Niveau im Vergleich zu den Werten aus der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer für Silage aus Rotklee-Grasmischungen zum 1. Aufwuchs in der Knospe, mit Angaben von etwa 10,7 MJ/kg Umsetzbare Energie und 6,5 MJ/kg Netto-Energie Laktation (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1991) S.54-55). Erneute Futteranalysen folgen im Versuchsjahr 2023 und sollen den Datenumfang für eine bessere Aussagekraft erweitern.

Blühphänologie

Die Abb. 6 zeigt beispielhaft, zu welchen Zeitpunkten welche Feinleguminosenarten in Vollblüte standen. Die Skalierung der y-Achse ist dimensionslos. Nimmt ein einzelner farbiger Balken einen Zehner-Abschnitt ein, bedeutet dies, dass die jeweilige Art in der gesamten Parzelle zur Vollblüte kam. Die y-Skalierung reicht nicht bis 100, da manche Feinleguminosenarten zeitweise in der Parzelle nur punktuell zur Vollblüte kamen, wie beispielsweise der Gelbklee in der „diversen Diagnosemischung“.

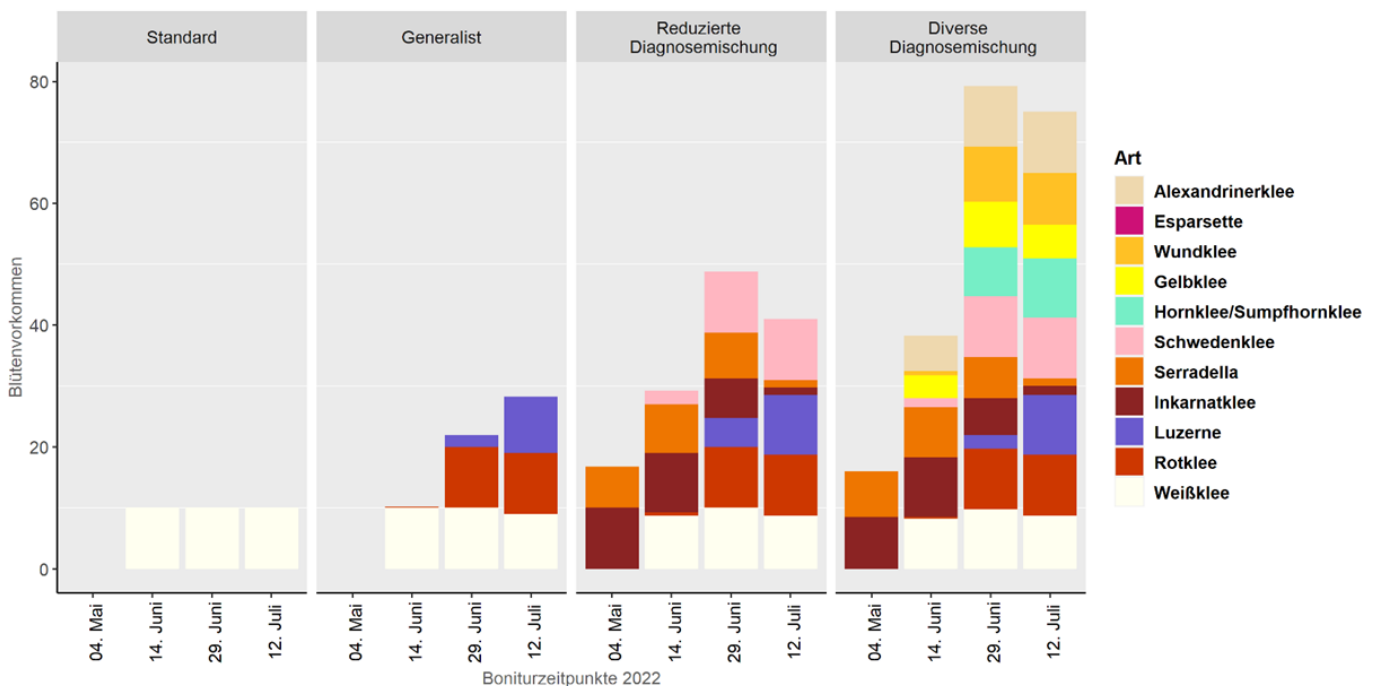


Abb. 6: Blütenvorkommen 2022 am Standort in Hennef (Sieg) für die vier unterschiedlich diversen Feinleguminosenmischungen. Y-Achsenbeschriftung ist dimensionslos.

Die beiden in den „Diagnosemischungen“ enthaltenen Feinleguminosen Inkarnatklee und Serradella standen bereits vor dem ersten Schnitt am 12. Mai in Vollblüte. Somit boten die beiden „Diagnosemischungen“ den blütenbesuchenden Insekten ein früheres Nahrungsangebot als die Varianten „Standard“ und „Generalist“. Darüber

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

hinaus wiesen die „Diagnosemischungen“ nach dem ersten Schnitt bis zum zweiten Schnitt am 18. Juli ein deutlich vielfältigeres Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten auf, als die Variante „Standard“ und „Generalist“. Nach dem zweiten Schnitt bildeten die Feinleguminosen aufgrund anhaltender Trockenheit bis zum dritten Schnitt im Oktober keine oder nur vereinzelt Blüten aus, weshalb die Abb. 6 nur die Boniturzeitpunkte bis zum 12. Juli umfasst.

Fazit und Ausblick

Aufgrund der Vielzahl der in den „Diagnosemischungen“ enthaltenen Feinleguminosenarten und deren unterschiedlichen Eigenschaften war zu erwarten, dass sich nicht alle gleichermaßen stark in der Mischung etablieren (Justes et al. 2021). Dies konnte in den Parzellenversuchen im Versuchsjahr 2022 bereits bestätigt werden. Der Inkarnatklee zeigte sich im ersten Schnitt als Massebildner und trug zu signifikant höheren Erträgen gegenüber der Kontrollvarianten bei. Allerdings war dieser im zweiten und dritten Schnitt aufgrund des geringen Nachwachsens ertragsmäßig nicht mehr von Bedeutung. Im Gegensatz dazu zeigte der Rotklee ein starkes Nachwuchsvermögen in den Varianten „Generalist“ und beiden „Diagnosemischungen“ und dominierte in diesen Mischungen insbesondere im zweiten Schnitt überwiegend. Der Weißklee bewies in der Variante „Standard“ ebenfalls ein starkes Nachwuchsvermögen. Jedoch war dieser bedingt durch seinen kriechenden Wuchs unter Konkurrenz mit hochwachsenden Feinleguminosen wie Inkarnatklee und Rotklee in den Mischungen gering vertreten. Die Differenzierung der Mischungen unterschied sich an den Standorten Hennef (Sieg) und Weeze kaum. Dennoch fiel auf, dass die Feinleguminosenarten Gelbklee und Luzerne am Standort Weeze tendenziell häufiger vorkamen als in Hennef (Sieg). Dies deutet auf die Tatsache hin, dass diese beiden Arten am sandigen Standort Weeze konkurrenzfähiger waren als andere Arten. Der Prozess der Selektion innerhalb eines Gemenges in Anhängigkeit vom Standort wird somit beispielhaft verdeutlicht. Die beiden „Diagnosemischungen“ haben im Versuchsjahr 2022 bewiesen, dass ein hohes Ertragsniveau im ersten Schnitt, eine starke unkrautunterdrückende Wirkung und ein frühes und vielfältiges Blühangebot erreicht werden kann.

Auf Basis der im Feld erhobenen Daten sowie Informationen aus der Literatur, beispielsweise hinsichtlich der Ansprüche der unterschiedlichen Feinleguminosenarten, wurden aus den „Diagnosemischungen“ neue, besser an die jeweiligen Standorte angepasste Feinleguminosenmischungen, sogenannte „Testmischungen“ für Untersuchungen im Jahr 2023 entwickelt. Ziel ist es durch Anpassung der „Diagnosemischungen“ leistungsfähigere Mischungen zu entwickeln, welche beispielsweise auch im zweiten und dritten Schnitt ebenso hohe oder höhere Erträge

wie die Kontrollvarianten erzielen und eine gute Futterqualität liefern. Außerdem wird betrachtet, ob diese „Testmischungen“ Zusatznutzen bieten, beispielsweise hinsichtlich eines geeigneten C/N-Verhältnisses und der Attraktivität für bestimmte blütenbesuchende Insekten. Im Allgemeinen soll mit weiteren Feldversuchen die Datengrundlage erweitert und die Aussagekraft für die Auswahl und Anpassung von Feinleguminosenmischungen mittels des Diagnoseinstrumentes verbessert werden.

Literatur

Chapagain T, Lee EA, Raizada MN (2020) The potential of multi-species mixtures to diversify cover crop benefits. *Sustainability* 12:2058.

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1991) DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6th edn. DLG-Verl., Frankfurt am Main. S.54ff.

Justes E, Bedoussac L, Dordas C, Frak E, Louarn G, Boudsocq S, Journet EP, Lithourgidis A, Pankou C, Zhang CC, Carlsson G, Jensen ES, Watson C, Li L (2021) The 4 C approach as a way to understand species interactions determining intercropping productivity. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering* 8:387–399.

Storkey J, Döring T, Baddeley J, Collins R, Roderick S, Jones H, Watson C (2015) Engineering a plant community to deliver multiple ecosystem services. *Ecological Applications*: 25:1034–1043.