

ADAM

ARTENVIELFALT IM INTENSIV GENUTZTEN DAUERGRÜNLAND: AUFWERTUNGSMÄßNAHMEN IM MITEINANDER VON LANDWIRTSCHAFT UND NATURSCHUTZ

DBU AZ 33875

ABSCHLUSSBERICHT 2023

AutorInnen: Johannes Isselstein, Christoph Leuschner, Anja Schmitz, Sally Lott und Luis Schmidt



Überblick Kooperationspartner in ADAM



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abt. Graslandwissenschaft ¹

Projektleitung
Prof. Dr. Johannes Isselstein,
Von-Siebold-Str. 8
D-37075 Göttingen
Tel. +49 551 39 24375
e-mail: jissels@gwdg.de

Projektkoordination
Dr. Anja Schmitz
Von-Siebold-Str. 8
D-37075 Göttingen
Tel. +49 551 39 22251
e-mail: Anja.Schmitz@agr.uni-goettingen.de

Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften Abt. Pflanzenökologie und Ökosystemforschung ²

Prof. Dr. Christoph Leuschner
Untere Karspüle 2
D-37073 Göttingen

Sally Lott – *Doktorandin*
Untere Karspüle 2
D-37073 Göttingen

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung ³

Prof. Dr. Meike Wollni
Platz der Göttinger Sieben
5
37073 Göttingen,
Germany

Dr. Holger Bergmann
Platz der Göttinger Sieben
5
37073 Göttingen,
Germany

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Gerd Lange
Berater Grünland u.
Naturschutzprogramme
Geschäftsbereich Landwirtschaft
Galtener Str. 20
27232 Sulingen

Christian Böhmké
Berater Wasserschutz
Bezirksstelle Bremervörde
Albrecht-Thaer-Str. 6 a
27432 Bremervörde



Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

Tammo Peters
Grüner Kamp 15-17
24768 Rendsburg

Michael-Otto-Institut im NABU ⁴



Dr. Jutta Leyrer
Goosstroot 1
24861 Bergenhusen

Ornithologisches Monitoring
Dr. Luis Schmidt
Goosstroot 1
24861 Bergenhusen

Laufkäfer
Monitoring
Dr. Phillip Gienapp
Goosstroot 1
24861 Bergenhusen

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	Referat	Fördersumme	
Antragstitel	ADAM Artenvielfalt im intensiv genutzten Dauergrünland: Aufwertungsmaßnahmen im Miteinander von Landwirtschaft und Naturschutz		
Stichworte	Biodiversität; Grünland; Aufwertungsmaßnahmen		
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
42 Monate	2018	2023	3
Zwischenberichte			
Bewilligungsempfänger	Georg-August-Universität Göttingen Department für Nutzpflanzenwissenschaften Abteilung Graslandwissenschaft Von-Siebold-Str. 8 37075 Göttingen		Tel +49 551 39 24375
			Fax
			Projektleitung Prof. Dr. Johannes Isselstein
			Bearbeiterin Dr. Anja Schmitz
Kooperationspartner	<p>Prof. Dr. Christoph Leuschner Abt. Pflanzenökologie und Ökosystemforschung, Albrecht-von-Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften Georg-August-Universität Göttingen Untere Karspüle 2 D-37073 Göttingen</p> <p>Dr. Holger Bergmann Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung Universität Göttingen Platz der Göttinger Sieben 5 37073 Göttingen, Germany</p> <p>Landwirtschaftskammer Niedersachsen Gerd Lange Berater Grünland u. Naturschutzprogramme Geschäftsbereich Landwirtschaft Galtener Str. 20 27232 Sulingen</p> <p>Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Tammo Peters Grüner Kamp 15-17 24768 Rendsburg</p> <p>Michael-Otto-Institut im NABU Dr. Jutta Leyrer Goosstroot 1 24861 Bergenhusen</p>		

Zusammenfassung

Die Artenvielfalt des Grünlands in Deutschland ist seit Jahrzehnten rückläufig. Agrarumweltmaßnahmen erreichen weite Teile des intensiv genutzten Grünlandes vor allem im Tiefland nicht. Ziel des transdisziplinären Projektes ADAM ist es daher, gemeinsam mit intensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben in Norddeutschland Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität zu erproben, zu analysieren und (weiter-) zu entwickeln. In einem ersten Schritt wurde auf zwölf norddeutschen Grünlandbetrieben eine Potentialanalyse zu den Chancen einer botanischen Aufwertung von Feldrändern durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, dass auch auf den Rändern praxisüblich intensiv wirtschaftender Grünlandflächen die Vegetation artenarm ist; das gilt auch für die Diasporenbank im Boden. Daraus ergab sich die Notwendigkeit der gezielten botanischen Anreicherung mit eingebrachtem Saatgut. In einem zweiten Schritt wurden in Zusammenarbeit mit vier milcherzeugenden Grünlandbetrieben Aufwertungsmaßnahmen ergriffen, es handelte sich dabei um jeweils zwei Betriebe, deren Flächen entweder überwiegend auf Moor- oder auf Marschböden liegen. Je Betrieb wurden auf vier Flächen Feldränder etabliert, bei denen 15 verschiedene Methoden der Aufwertung und nachfolgenden Bewirtschaftung erprobt wurden. Die botanische Anreicherung erfolgte durch Ansaat und durch Mahdgutübertragung, jeweils mit und ohne vorherigen Oberbodenabtrag. Die nachfolgende biodiversitätsorientierte Bewirtschaftung war entweder 1-, oder 2- Schnitte je Jahr. Im Ansaatjahr und über zwei Hauptnutzungsjahre hinweg wurden detaillierte Erhebungen zum Etablierungs- und Durchsetzungserfolg der eingebrachten Arten und zu den Konsequenzen für ausgewählte faunistische Artengruppen (Vögel, Heuschrecken, Laufkäfer) durchgeführt. Gleichzeitig wurden die agronomischen und ökonomischen Auswirkungen erfasst. Sämtliche Aufwertungsmaßnahmen erwiesen sich auf den Betrieben und bei beiden Bodentypen als erfolgreich. Die Anzahl an Pflanzenarten konnte vervielfacht werden, der Ertragsanteil der eingebrachten Arten erreichte relevante Ertragsanteile, z.T. über 50%. Es konnte auch eine größere Anzahl an HNV (high nature value) Arten etabliert werden. Bei den faunistischen Artengruppen wurden grundsätzlich auch größere Artenzahlen und Abundanzen festgestellt, insbesondere in Kombination mit nachfolgend extensiver Bewirtschaftung der Feldränder, allerdings sind die Befunde wegen des eher kleinräumigen Versuchsdesigns und der begrenzten Zeit weniger stark belastbar als die floristischen Ergebnisse. Die Ertragsleistung der Grasnarben auf den Feldrändern sowie die Futterqualität der Aufwüchse war deutlich reduziert gegenüber den praxisüblich bewirtschafteten Zentralflächen. Dies war jedoch nicht auf die durch die geänderte botanische Zusammensetzung der Grasnarbe verursacht sondern durch die Extensivierung der Nutzung in Bezug auf die Düngung und die Nutzungsfrequenz (keine Düngung auf den Randstreifen und geringe Schnitthäufigkeit). Die Kostenanalyse ergab, dass durch die Anlage angereicherter Randstreifen je nach Standort, methodischer Vorgehensweise und Anpassungsstrategie zur Kompensation von Ertragseinbußen Kosten von 8 bis 17 ct/m² Randfläche je Jahr entstehen. Hochgerechnet auf den ha entspricht das bei 6% Feldrandfläche etwa € 50 bis € 100 € je ha, bei 12% Feldrandfläche etwa € 100 bis € 200 je ha.

Inhalt

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	5
Zusammenfassung.....	10
1. Einführung/Motivation	11
2. Methodik/Vorgehensweise/Projektlauf	15
3. Projektergebnisse	21
4. Öffentlichkeitsarbeit/Veröffentlichungen/Vorträge	68
5. Fazit/Ausblick	70
Literaturangaben.....	72

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Maßnahmenkatalog zur experimentellen Erprobung in ADAM

Tabelle 2. Durchschnittliche Artenzahl der Aufwertungsvarianten der vier Kooperationbetriebe in den Jahren 2020 und 2021. Rot gekennzeichnete Zahlen zeigen einen deutlichen Rückgang des Artenreichtums im Vergleich zum Vorjahr, grüne eine Steigerung. Für diese Berechnung wurden die Artenzahlen aller Kartierungen kumuliert.

Tabelle 3. Anzahl der Brutreviere ausgewählter Arten auf den Flächen der Betriebe 02 bis 12 im Jahr 2021. Aufgeführt sind die Grünland-Brutvogelarten (GL), außerdem weitere typische Agrarvogelarten (AG, nach Hötter & Leuschner 2014 und solche Arten, die in der Roten Liste der Brutvögel für Schleswig-Holstein (Knief et al. 2010) oder Niedersachsen (Krüger & Nipkow 2015) mindestens in der Vorwarnliste geführt werden (RL).

Tabelle 4. Versuchsdesign des ADAM Feldexperiments in Bezug auf die agronomische Auswertung

Tabelle 5. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf den Futterertrag je Jahr (TS-Ertrag g/m²)

Tabelle 6. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Rohproteinkonzentration (g/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

Tabelle 7: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Rohproteinkonzentration im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 8. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die ADF-Konzentration (g/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

Tabelle 9: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die ADF-Konzentration (g/kg TS) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 10. ANOVA Ergebnisse (Freiheitsgrade, F- und p-Werte) zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

Tabelle 11: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 12. ANOVA Ergebnisse (Freiheitsgrade, F- und p-Werte) zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Konzentration an metabolischer Energie (MJ ME/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die

Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

Tabelle 13: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Konzentration an metabolisierbarer Energie (ME MJ/kg TS) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 14. Kosten der Anlage botanisch aufgewerteter Randstreifen (Heinz & Rupp, 2018); min/max-Werte geben die Variationsbreiten der jeweiligen Posten in der landwirtschaftlichen Praxis an.

Tabelle 15. Kosten der Anlage botanisch aufgewerteter Randstreifen je ha Grünland bezogen auf einen Flächenanteil aufgewerteter Ränder von 6 bzw. 12%.

Tabelle 16. Kalkulationsgrundlagen für die Ermittlung der Ertragseinbuße infolge der Bewirtschaftung aufgewerteter Randstreifen. Z=Zentralfläche, Aw=aufgewertete Randstreifen, im Mittel aller geprüften Aufwertungsmaßnahmen, XP=Rohprotein, ME=Metabolisierbare Energie.

Tabelle 17. Physische Ertragseinbußen infolge der Aufwertung von Randstreifen, bezogen auf einen ha Grünland mit unterschiedlichen Flächenanteilen aufgewerteter Ränder. Z=Zentralfläche, Aw=aufgewertete Randstreifen, im Mittel aller Aufwertungsmaßnahmen, XP=Rohprotein, ME=Metabolisierbare Energie.

Tabelle 18. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen, die durch Grassilagezukauf gleicher Qualität wie auf der Zentralfläche ausgeglichen werden. Die Kosten für Ertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz auf Energiebasis durch den Zukauf gleichwertiger Silage ermittelt (Variante I). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Tabelle 19. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen. Die Kosten für Proteinertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz durch den Zukauf von Proteinergänzungsfutter (Rapsextraktionsschrot, RES) ermittelt (Variante II). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Tabelle 20. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen. Die Kosten für Ertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz durch den Zukauf von Milchleistungsfutter III (MLF III) ermittelt (Variante III). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Abbildung 1. Räumliche Lage der ADAM- Experimentalbetriebe

Abbildung 2. Schematische Darstellung der Maßnahmenumsetzung auf 16 Experimentalflächen (nicht maßstabsgetreu)

Abbildung 3. Anlage der Dauerquadrate innerhalb eines experimentellen Schlagrandes, sowie vorgelagert in der unverändert bewirtschafteten Hauptfläche. Insgesamt sind auf jeder der 16 Experimentalflächen 18 Dauerquadrate zur regelmäßigen Beprobung angelegt worden.

Abbildung 4. Durchschnittlicher Artenreichtum der Grünlandvegetation aller Betriebe nach Aufwertungsvariante (Mahdgutübertrag, Ansaat, Altnarbe) und Bewirtschaftungsvariante

(Einschnitt- (V2), Zweischnitt- (V1) und Betriebsvariante (V3)), kategorisiert in angesäte Gräser, Kräuter und Leguminosen) und nicht gesäte Arten (Gräser, Kräuter, und Leguminosen). Für diese Auswertung wurden die Daten von jeweils zwei Kartierungen (Mai und Juli) kumuliert

Abbildung 5. Artenreichtum der Grünlandvegetation aller Betriebe nach Aufwertungsvariante (Mahdgutübertrag, Ansaat, Altnarbe) und Bewirtschaftungsvariante (Einschnitt-, Zweischnitt- und Betriebsvariante), kategorisiert in HNV- und FFH- Arten. Für diese Auswertung wurden die Daten von jeweils zwei Kartierungen (Mai und Juli) kumuliert.

Abbildung 6. Artenanzahl, Anzahl der HNV-Arten und Anzahl der vorkommenden Arten aus dem Saatgut. Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Aufwertungsmaßnahmen). A = Ansaat, A_oB = Ansaat auf Oberbodenabtrag, M = Mahdgutübertragung, M_oB = Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K = Keine Aufwertung/Altnarbe, Z = Zentrale Hauptfläche. Daten der ADAM Experimentalbetriebe 6, 10, 7, 12 im Mittel von vier Flächen je Betrieb), Fortsetzung Abbildung 6 nächste Seite

Abbildung 7. Ertragsanteile der Gräser an der stehenden Biomasse je qm² und Ertraganteile aller Arten aus dem Saatgut an der stehenden Biomasse je qm². Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Aufwertungsmaßnahmen). A = Ansaat, A_oB = Ansaat auf Oberbodenabtrag, M = Mahdgutübertragung, M_oB = Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K = Keine Aufwertung/Altnarbe, Z = Zentrale Hauptfläche auf allen vier Flächen der ADAM Experimentalbetriebe 6, 10, 7, 12)

Abbildung 8.: Artenanzahl, Anzahl der HNV-Arten und Anzahl der vorkommenden Arten aus dem Saatgut. Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Bewirtschaftungsvarianten V1 = Zweiter und Vierter Schnitt, V2= Zweiter Schnitt, V3= Betriebsvariante

Abbildung 9. Ertragsanteile der Gräser an der stehenden Biomasse je qm² und Ertraganteile aller Arten aus dem Saatgut an der stehenden Biomasse je qm². Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Bewirtschaftungsvarianten V1 = Zweiter und Vierter Schnitt, V2= Zweiter Schnitt, V3= Betriebsvariante

Abbildung 10. Artenreichtum der Heuschrecken in den drei Varianten (V1= Zweischnittnutzung ; V2=Einschnittnutzung ; SR_comb=V3= Betriebsvariante) getrennt nach Aufwertungsvariante (A=Ansaat ; Aob=Ansaat auf Oberbodenabtrag ; M=Mahdgutübertragung mit Übersaat; Mob=Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K=alte Grasnarbe Rand, Z=Zentralfläche)

Abbildung 11. Individuendichten aller aufgefundenen Heuschreckenarten in den Aufwertungsbereichen nach Aufwertungs- und Bewirtschaftungsvariante.

Abbildung 12. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Brutreviere von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Revierdichte [Reviere/10 ha] aller Brutvogelarten. B: Veränderung (Δ) der Revierdichte [Reviere/10 ha] von Grünland-Brutvogelarten. Kreuze markieren Mittelwerte.

Abbildung 13. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Brutvogel-Artenzahlen von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Artenzahlen sämtlicher Brutvögel. B: Veränderung (Δ) der Artenzahlen der Grünland-Brutvögel. C: Veränderung (Δ) der Artenzahlen der Randstruktur-Brutvögel.

Abbildung 14. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Nahrungsgäste von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach

Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Nahrungsgast-Dichte [Fälle/(10 ha*Begehung)]. B: Veränderung (Δ) der Nahrungsgast-Artenzahl. Kreuze markieren Mittelwerte.

Abbildung 15. Aktivitätsdichte auf Mähflächen (Wiese), Mähflächen mit Nachbeweidung (Mähweide) und Dauerweiden auf den drei untersuchten Betrieben.

Abbildung 16. Aktivitätsdichte auf konventionell bewirtschafteten Mähflächen (Kontrolle) und den ADAM-Maßnahmen-flächen (links); Diversität auf konventionell bewirtschafteten Mähflächen (Kontrolle) und den ADAM-Maßnahmen-flächen (rechts).

Abbildung 17. Einfluss der Aufwertungsmaßnahmen auf den mittleren Jahresertrag (TS, Ansaatjahr, zwei Hauptnutzungsjahre) in den Randstreifen in Abhängigkeit vom Standort (Moor, Marsch). Werte im Mittel aller Nutzungen, Versuchsbetriebe und Experimentalflächen. St x Aw: Wechselwirkung Standort x Aufwertung. Aufwertung: Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung n. Oberbodenabtrag (MoB)

Abbildung 18. Einfluss von Standort und Jahr auf den Jahres-TS-Ertrag aufgewerteter Randstreifen in Abhängigkeit vom Standort (Moor, Marsch). Werte im Mittel aller Aufwertungsmaßnahmen, Nutzungen, Versuchsbetriebe und Experimentalflächen. St x Yr: Wechselwirkung Standort x Jahr.

Abbildung 19. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Rohproteinkonzentration im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Abbildung 20. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die ADF-Konzentration im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Abbildung 21. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Abbildung 22. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Konzentration an metabolisierbarer Energie (MJ ME/kg TS) im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Abbildung 23. Zusätzliches Ansaatexperiment auf Betrieb 12. Je Fläche wurden 12 Parzellen von 1x6m an zwei Terminen (A= August; S= September) angesät. Die Parzellen liegen in Pärchen in direkter Nachbarschaft: Je einer trockeneren Höhe (grün) und einer feuchteren Senke.

Abbildung 24: Beprobungsdesign des zusätzlichen Ansaatexperiments auf Betrieb 12. Die 6m langen Parzellen wurden in je 2 Transekte (grabennahes und flächenmittennahes Transekt) sowie in je 6 Quadratmeter zur Schätzung des Offenbodenanteils unterteilt.

Abbildung 25. Artenreichtum im November 2020 (zwei bzw. drei Monate nach der Anlage) sowie im April 2021 (sechs bzw. acht Monate nach der Anlage) nach Ansaatzeitpunkt (August oder September 2020) und Feuchteregime (trocken/dry und nass/wet).

Abbildung 26. Artenreichtum im April 2021 (sieben bzw. acht Monate nach der Anlage). Dargestellt ist die Gesamtartenzahl, die Zahl der HNV- und der FFH-Arten nach Ansaatzeitpunkt (August oder September 2020) und Feuchteregime (trocken/dry und nass/wet).

Abbildung 27. Vergleich der Anzahl der Pflanzenarten der Hauptfläche und der aufgewerteten Randstreifen (links) und Vergleich der Anzahl der blühenden Arten zum Aufnahmezeitpunkt im Mai 2021 im Vergleich der Hauptfläche zu den aufgewerteten Randstreifen.

Abbildung 28. Vergleich der Rohproteingehalte der Hauptfläche und der Randstreifen.

Zusammenfassung

Die Artenvielfalt des Grünlands in Deutschland ist seit Jahrzehnten rückläufig. Agrarumweltmaßnahmen erreichen weite Teile des intensiv genutzten Grünlandes vor allem im Tiefland nicht. Ziel des transdisziplinären Projektes ADAM ist es daher, gemeinsam mit intensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben in Norddeutschland Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität zu erproben, zu analysieren und (weiter-) zu entwickeln. Zunächst wurde auf zwölf norddeutschen Grünlandbetrieben eine Potentialanalyse zu den Chancen einer botanischen Aufwertung von Feldrändern durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, dass auch auf den Rändern praxisüblich intensiv wirtschaftender Grünlandflächen die Vegetation artenarm ist; das gilt auch für die Diasporenbank im Boden. Daraus ergab sich die Notwendigkeit der gezielten botanischen Anreicherung mit eingebrachtem Saatgut. In einem zweiten Schritt wurden in Zusammenarbeit mit vier milcherzeugenden Grünlandbetrieben Aufwertungsmaßnahmen ergriffen, es handelte sich dabei um jeweils zwei Betriebe, deren Flächen entweder überwiegend auf Moor- oder auf Marschböden liegen. Je Betrieb wurden auf vier Flächen Feldränder etabliert, bei denen 15 verschiedene Methoden der Aufwertung und nachfolgenden Bewirtschaftung erprobt wurden. Die botanische Anreicherung erfolgte durch Ansaat und durch Mahdgutübertragung, jeweils mit und ohne vorherigen Oberbodenabtrag. Die nachfolgende biodiversitätsorientierte Bewirtschaftung war entweder 1-, oder 2- Schnitte je Jahr. Im Ansaatjahr und über zwei Hauptnutzungsjahre hinweg wurden detaillierte Erhebungen zum Etablierungs- und Durchsetzungserfolg der eingebrachten Arten und zu den Konsequenzen für ausgewählte faunistische Artengruppen (Vögel, Heuschrecken, Laufkäfer) durchgeführt. Gleichzeitig wurden die agronomischen und ökonomischen Auswirkungen erfasst. Sämtliche Aufwertungsmaßnahmen erwiesen sich auf den Betrieben und bei beiden Bodentypen als erfolgreich. Die Anzahl an Pflanzenarten konnte vervielfacht werden, der Ertragsanteil der eingebrachten Arten erreichte relevante Ertragsanteile, z.T. über 50%. Es konnte auch eine größere Anzahl an HNV (high nature value) Arten etabliert werden. Bei den faunistischen Artengruppen wurden grundsätzlich auch größere Artenzahlen und Abundanzen festgestellt, insbesondere in Kombination mit nachfolgend extensiver Bewirtschaftung der Feldränder, allerdings sind die Befunde wegen des eher kleinräumigen Versuchsdesigns und der begrenzten Zeit weniger stark belastbar als die floristischen Ergebnisse. Die Ertragsleistung der Grasnarben auf den Feldrändern sowie die Futterqualität der Aufwüchse war deutlich reduziert gegenüber den praxisüblich bewirtschafteten Zentralflächen. Dies war jedoch nicht auf die durch die geänderte botanische Zusammensetzung der Grasnarbe verursacht sondern durch die Extensivierung der Nutzung in Bezug auf die Düngung und die Nutzungsfrequenz (keine Düngung auf den Randstreifen und geringe Schnitthäufigkeit). Die Kostenanalyse ergab, dass durch die Anlage angereicherter Randstreifen je nach Standort, methodischer Vorgehensweise und Anpassungsstrategie zur Kompensation von Ertragseinbußen Kosten von 8 bis 17 ct/m² Randfläche je Jahr entstehen. Hochgerechnet auf den ha entspricht das bei 6% Feldrandfläche etwa € 50 bis € 100 € je ha, bei 12% Feldrandfläche etwa € 100 bis € 200 je ha.

1. Einführung/Motivation

Spezifische Agrarumweltmaßnahmen (AUM) für das Grünland erreichen weite Teile des intensiv genutzten Grünlandes, vor allem im nordwestdeutschen Tiefland, nicht. Der sich zuspitzende landwirtschaftliche Strukturwandel, Änderungen im Rahmen ihres Wirtschaftens sowie zunehmend spürbare Auswirkungen des Klimawandels senken die Akzeptanz der Landwirtschaft hinsichtlich weiterer Restriktionen der Landnutzung, die in der Regel mit der Umsetzung von AUM verbunden sind. Umso entscheidender ist daher ein Angebot von Maßnahmen, die die Biodiversität fördern, die landwirtschaftlichen Betriebe jedoch nicht in ihrer Wirtschaftlichkeit einschränken.

Ziel des transdisziplinären Projektes ADAM war es, in einem „bottom-up“ Prozess, also gemeinsam mit intensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben in Norddeutschland Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität zu erproben, zu analysieren und (weiter-) zu entwickeln. In dem vergleichbaren Forschungs- und Entwicklungsprojekt ‚F.R.A.N.Z.‘, konnte für die biologische Vielfalt auf dem Acker gezeigt werden, dass gemeinschaftliches Handeln der Akteur*innen von praktischer Landwirtschaft, Umwelt-NGOs sowie der Wissenschaft gute Voraussetzungen dafür schafft, die Akzeptanz in der Praxis zu erhöhen und die Wirksamkeit diversitätsfördernder Maßnahmen nachhaltig zu verbessern (<https://www.franz-projekt.de/>).

Ausgangspunkt für ADAM war es, dass Maßnahmen in der intensiven grünlandwirtschaftlichen Praxis Norddeutschlands dann akzeptiert werden, wenn sie die Bewirtschaftungsmöglichkeiten der Landwirtschaft nicht auf breiter Fläche und generell einschränken, sondern auf Teilflächen des Betriebes begrenzt bleiben und damit die Rentabilität des Wirtschaftens nicht gefährdet wird. Das bedeutet, dass die Betriebe weiterhin so wirtschaften, dass die Grasaufwüchse in der Milcherzeugung genutzt werden können und dass es lediglich auf kleinen, diversifizierten Teilflächen zu Einschränkungen der Futtererzeugung und -verwertung kommt. Damit folgt ADAM einem Ansatz, der den landwirtschaftlichen Betrieb und das Nutztierhaltungssystem einbezieht, um die biologische Vielfalt in der von intensiver Grünlandwirtschaft geprägten Landschaft zu fördern. In einer Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates wurde bereits 2015 darauf hingewiesen, dass für den Erhalt und die Förderung von Artenvielfalt im Grünland das ökonomisch attraktive Produktionssystem der Milcherzeugung eine wichtige Rolle spielt (Wätzold et al. 2015). In jüngeren Forschungsarbeiten könnte bestätigt werden, dass die Grünlandnutzung mit Milchvieh ein Potential hat, zum einen landwirtschaftliche Wertschöpfung im Grünlandbetrieb zu erhalten und andererseits Diversitätsziele nicht aus den Augen zu verlieren (Jürgens et al. 2023, Bettin et al. 2023).

Grundprinzip von ADAM ist es, auf Randstreifen von intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen, die zur Erzeugung von Milchviehfutter (überwiegend als hochwertige Grassilage) genutzt werden, die Grasnarben durch An- und Übersaaten mit artenreichem, regional angepasstem Saatgut floristisch aufzuwerten und die nachfolgende Bewirtschaftung so zu gestalten, dass die Grasnarben die erhöhte Vielfalt erhalten und die Verwertung der Aufwüchse im Betrieb, vorzugsweise als

Futter, möglich ist. Hierfür wurden auf Grünlandflächen der landwirtschaftlichen Praxis und in enger Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft praxisnahe Ansaat-, Etablierungs- und Bewirtschaftungsversuche durchgeführt. Bei den Versuchen handelte es sich nicht um sogenannte Demonstrationsversuche, wie sie in der angewandten Forschung auf Flächen der landwirtschaftlichen Praxis oftmals üblich sind. Vielmehr wurde ein strenges Versuchsdesign angelegt, die Versuchsfaktoren orthogonal kombiniert und die verschiedenen Behandlungen repliziert. Das ist die Voraussetzung dafür, dass statistische Analysen durchgeführt und wissenschaftlich fundierte Ergebnisse erzielt werden können. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen genutzt werden, um abzuschätzen, unter welchen Voraussetzungen Maßnahmen erfolgreich sind. Das schließt neben dem Ansaat- und Etablierungserfolg insbesondere auch die Analyse der agronomischen Konsequenzen unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis ein.

Das Projekt ADAM zielt somit auf die Entwicklung und Erprobung praxistauglicher und wirtschaftlich tragfähiger Maßnahmen zur Erhöhung der pflanzlichen Artenvielfalt typischer Grünlandgesellschaften, der Heuschrecken und der Avifauna im intensiv genutzten Dauergrünland ab. Dabei soll nicht eine flächige Renaturierung, sondern eine Aufwertung und oder Neuanlage artenreicher Grünlandbestände auf Feldrändern erreicht werden. Die botanische Zusammensetzung orientiert sich an der Arten-Ausstattung artenreicher Flachlandmähwiesen.

Es werden im Projekt ADAM die wissenschaftlichen Hypothesen geprüft, dass durch zielgerichtete Maßnahmen auf Teilflächen des Grünlands intensiv wirtschaftender Betriebe die Biodiversität dieser Teilflächen und damit des Betriebes insgesamt signifikant und nachhaltig erhöht werden kann (1), ohne dass die Leistungsfähigkeit des Grünland-abhängigen Produktionssystems (Milcherzeugung) gefährdet ist und die wirtschaftlichen Einbußen bei der Futtergewinnung infolge der botanischen Aufwertung gering bleiben (2).

ADAM lotet somit für das intensiv genutzte Dauergrünland unter realistischen Bedingungen zunächst aus, inwiefern das Konzept der sog. Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) nicht nur im Ackerland, sondern auch im Grünland ein sinnvolles Element zur Förderung der Artenvielfalt sein kann. Es soll eine Grundlage zur Beurteilung einzelner Maßnahmen hinsichtlich ihres Effektes für verschiedene Taxa, sowie der agronomischen Auswirkungen einschließlich der Umsetzbarkeit im landwirtschaftlichen Betrieb in einer Grünlandregion mit vorrangig intensiver Grünlandwirtschaft geschaffen werden.

Hierfür bedarf es (1) der Beschreibung des Status-Quo der Biodiversität der Zieltaxa im intensiv bewirtschafteten Grünland (2) der Analyse des Wirkungsgrades verschiedener Maßnahmen unter Praxisbedingungen, (3) der Analyse der agronomischen Konsequenzen für die Futtererzeugung, d.h. der Futtererträge und der -qualität, und darauf aufbauend (4) der Bewertung der Nutzung artenreicher Grasnarben im Betriebsablauf.

Es wird erwartet, dass die Bereitschaft zur Umsetzung von Aufwertungsmaßnahmen auf Randstreifen in der grünlandwirtschaftlichen Praxis vergleichsweise zu vielen existierenden Agrarumweltmaßnahmen hoch sein wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die ökologische Aufwertung auf Teilflächen und vor allem auf vergleichsweise weniger produktiven Flächen der Betriebe stattfindet, weil die Betriebe die entsprechenden Teilflächen selber aussuchen und die Aufwertungsmaßnahmen aus einem Katalog verschiedener Angebote auswählen können. Zudem soll die produktionstechnische Expertise der Landwirt*innen so eingebunden werden, dass die Verwertung der Aufwüchse dieser Flächen im Betriebsablauf optimiert wird. Aufgrund des geringen Flächenanteils der einzurichtenden Aufwertungsflächen zielen diese in erster Linie auf die Erhaltung von Restpopulationen bzw. die Neuetablierung von Beständen schützenswerter, für das Grünland charakteristischer Pflanzen- und Tierarten, also auf eine Funktion als Refugium und potentielle Spenderpopulation im intensiv genutzten Grünland ab. Eine nennenswerte Biodiversitätserhöhung in der Fläche ist aufgrund der weiterhin intensiven Nutzung des Großteils der Betriebsfläche aber nicht zu erwarten. Die Diversifizierung von Rand- und Teilflächen hat gleichwohl über die betroffenen Flächen hinausgehend positive ökologische Effekte. So konnte in den zurückliegenden Jahren vielfach gezeigt werden, dass eine Erhöhung von Grenzflächen in einer strukturarmen Agrarlandschaft, hervorgerufen durch einen kleinräumigeren Wechsel in der Vegetationsstruktur und der Flächenbewirtschaftung, die Diversität von Taxa und Funktionalität ökologischer Prozesse fördert (Tschardt et al. 2002, Tschardt et al. 2012, Batary et al. 2020).

Im Rahmen des hier vorgestellten Projektes wurden 2019 Maßnahmen einem stringenten Design folgend als Experimente angelegt und die Wirksamkeit der Maßnahmen über einen Zeitraum von drei Jahren geprüft. Die mehrortigen Experimente wurden in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Betrieben in Nordwestdeutschland unter praxisnahen Bedingungen angelegt. Hierbei wurden Standorte mit organischen und mineralischen Böden einbezogen. Die Anlage der Experimente und die wissenschaftliche Betreuung oblag den Berichterstattern, die Bewirtschaftung der Flächen wurde von den beteiligten Landwirt*innen praxisüblich vorgenommen. Die wissenschaftliche Bewertung der Experimente erfolgte auf der Grundlage mehrjähriger ökologischer und agronomischer Erhebungen. Hierbei stand der kurz- und mittelfristige Etablierungserfolg eingebrachter Arten in Abhängigkeit von Aufwertungsverfahren und nachfolgender Bewirtschaftung im Vordergrund. Gleichzeitig wurden umfangreiche Untersuchungen zu den agronomischen Konsequenzen durchgeführt.

Um die Herausforderungen, die sich den Aufwertungsmaßnahmen angesichts der Szenarien des Klimawandels stellen, wurden zusätzliche kleinflächige Experimente unterschiedlicher Bodenfeuchtebedingungen angelegt und untersucht.

In einem weiteren Schritt wurden in Einzelmaßnahmen (nicht repliziert) artenreiche Ansaaten in der landwirtschaftlichen Praxis erprobt. ADAM will die Expertise der Landwirtschaft für die Erreichung der Ziele einbeziehen und nutzbar machen. Daher bringen die Landwirte im Optimalfall eigene Ideen für sinnvolle

Aufwertungsmaßnahmen ein, die sie gerne ausprobieren und wissenschaftlich begleiten lassen möchten. So wurden in Kooperation mit der Breider Mühle in Schleswig-Holstein in 2020 und 2021 mit 15 weiteren Betrieben futterbaulich interessanter gestaltete Ansaaten zur Aufwertung von Randstreifen nach dem ADAM Prinzip umgesetzt und nach den betriebsindividuellen Gegebenheiten bewirtschaftet.

2. Methodik/Vorgehensweise/Projekttablauf

Experimentelles Design

In einem ersten Schritt wurden in 2019 der Status-Quo der Vielfalt der Zieltaxa im ADAM Projekt im Rahmen einer Potentialanalyse auf 12 intensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben erhoben. Diese Daten wurden zusammen mit Betriebsstrukturdaten, detaillierten Flächenmanagementdaten und Daten zur Einstellung der Betriebsleiter*innen gegenüber biodiversitätsfördernden Maßnahmen analysiert (Wellinghoff 2019, Schmitz et al. 2019, Schmitz et al. 2020, Leuschner et al.).

Aus den 12 untersuchten Betrieben wurden 4 Betriebe (je 2 an Marsch- und Moorstandorten) zur experimentellen Umsetzung von Aufwertungsmaßnahmen ausgewählt. Gemeinsam mit diesen 4 Betrieben wurden im Sommer 2019 auf insgesamt 16 Flächen experimentelle Randbereiche angelegt. Je Fläche wird das gleiche Set von 15 Maßnahmen je Fläche erprobt. Diese experimentellen Randbereiche wurden bis 2022 wissenschaftlich begleitet, um ihre Wirksamkeit unter variierenden Nutzungsbedingungen quantifizieren zu können.

Die Lage der vier Experimentalbetriebe (mit je vier Versuchsflächen) ist in der Karte (Abbildung 1) gekennzeichnet.

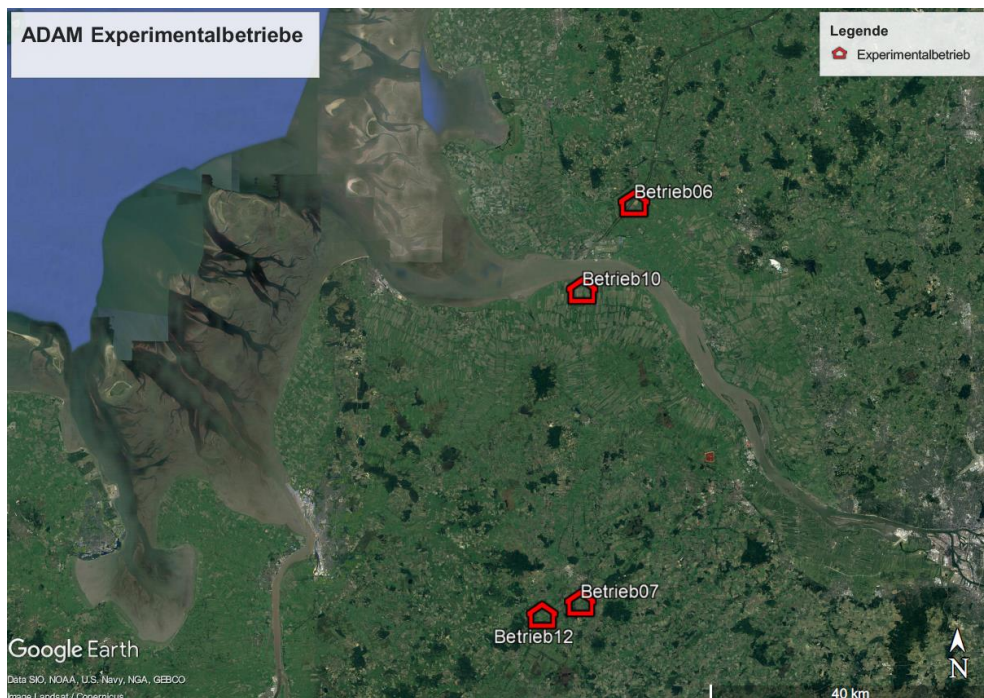


Abbildung 1. Räumliche Lage der ADAM- Experimentalbetriebe

Der Maßnahmenkatalog ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Insgesamt ergeben sich aus einer Kombination von Varianten verschiedener Nutzungsintensitäten

(V1=2xSchnittnutzung, V2=1xSchnittnutzung und V3=Betriebsvariante) und Aufwertungsvarianten. Unter Aufwertung wird verstanden, dass bisher nicht auf den Flächen vorhandene Pflanzenarten über Ansaaten und Mahdgutübertragung auf Teilflächen eingebracht werden. Das geschieht auf unbehandeltem Boden bzw. nach Oberbodenabtrag. Auf jedem Feldschlag (Experimentalfläche) werden 15 Maßnahmen etabliert, die jeweils auf jeder der 16 Experimentalflächen entlang eines Randstreifens umgesetzt werden. Die Anlage der Experimente ist schematisch in Abbildung 2, die Lage der angelegten Monitoring Dauerquadrate in Abbildung 3 gezeigt. Insgesamt wurden somit auf jeder Fläche mindestens 800m² aktiv aufgewertet (je 400 m² Mahdgutübertragung und Ansaat), auf Betriebsebene insgesamt 3200 m². Alle Randstreifen zusammen nehmen je Betrieb eine Fläche von 4800 m² ein.

Unabhängig von den zu prüfenden Maßnahmen gilt für diese Randstreifen generell, dass sie während der Projektlaufzeit nicht gedüngt wurden (weder Grund- noch N-Düngung, weder mineralisch noch organisch) und keine Herbizide, Fungizide und andere Pflanzenschutzmittel eingesetzt wurden.

Tabelle 1. Maßnahmenkatalog zur experimentellen Erprobung in ADAM

Nutzung	Aufwertung	Bodenbearbeitung
Variante 1): Heumahd zwischen 1.-15. Juni, 2. Nutzung am Ende der Vegetationsperiode		
1	Keine (Altnarbe)	Keine (K)
2	Mahdgutübertrag	Saatbett (M)
3	Mahdgutübertrag	Oberbodenabtrag (MoB)
4	Ansaat	Saatbett (A)
5	Ansaat	Oberbodenabtrag (AoB)
Variante 2): Eine Nutzung Mitte Juli, Wiederaufwuchs bleibt über Winter stehen		
6	Keine	Keine
7	Mahdgutübertrag	Saatbett
8	Mahdgutübertrag	Oberbodenabtrag
9	Ansaat	Saatbett
10	Ansaat	Oberbodenabtrag
Variante 3): Betriebsvariante: Nutzung wie Gesamtfläche ohne Düngung und Pflanzenschutzmittel		
11	Keine	Keine
12	Mahdgutübertrag	Saatbett
13	Mahdgutübertrag	Oberbodenabtrag
14	Ansaat	Saatbett
15	Ansaat	Oberbodenabtrag

Um den Bewirtschafter*innen eine effiziente Folgenutzung zu ermöglichen wurden in der Anlage immer größtmögliche Einheiten der Nutzungsvarianten am Stück zusammengefasst. Die räumliche Abfolge der Nutzungsvarianten (Variante 1-3) oblag dabei der Präferenz des jeweiligen Landwirts, um eine optimale Einfügung der Maßnahme in seine individuelle Flächenbewirtschaftung zu ermöglichen.

Variante 1
Zweischürige Nutzung

Heuschnitt Mitte Juni
Späte Nutzung letzter Schnitt

Keine Düngung, keine
Pflanzenschutzmaßnahmen

Variante 2
Einschürige Nutzung

Ein Schnitt im Juli
Aufwuchs bleibt über Winter stehen

Keine Düngung, keine
Pflanzenschutzmaßnahmen

Variante 3
Betriebsvariante

Schnittnutzung wie Hauptfläche

Keine Düngung, keine
Pflanzenschutzmaßnahmen

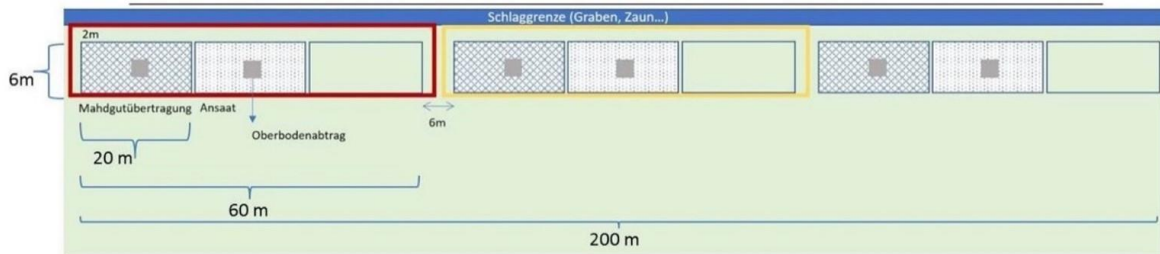


Abbildung 2. Schematische Darstellung der Maßnahmenumsetzung auf 16 Experimentalflächen (nicht maßstabsgetreu)

Anlage der Dauerquadrate



Abbildung 3. Anlage der Dauerquadrate innerhalb eines experimentellen Schlagrandes, sowie vorgelagert in der unverändert bewirtschafteten Hauptfläche. Insgesamt sind auf jeder der 16 Experimentalflächen 18 Dauerquadrate zur regelmäßigen Beprobung angelegt worden.

„Nullaufnahme“: Oberirdische Vegetation und Samenbank (Status quo)

Vor der Maßnahmenumsetzung 2019 wurden insgesamt 110 Schläge von 12 Betrieben (55 auf Moor-, 55 auf Marschböden) untersucht. Hierfür wurde die oberirdische Vegetation, die Samenbank („unterirdische Vegetation“) und die Nährstoffverfügbarkeit im Boden (Konzentration an Grundnährstoffen, pH-Wert) festgestellt. Die Zusammensetzung der Samenbank ist eine wichtige Information bei der Beurteilung des Etablierungserfolges der Maßnahmen, da die Ansaaten und Mahdgutübertragungen auch in Konkurrenz zu dem im Boden befindlichen vitalen Samenvorrat stehen. Zur Beprobung wurde ein Becherstecher (1,5cm Durchmesser) verwendet, die Beprobungstiefe lag bei 10cm. Die Samenbank Proben wurden gekühlt nach Göttingen transportiert und in einem Kühlschrank bei 3°C gelagert. Mitte Dezember wurden sie nach der Methode von Ter Heerd (1996) aufbereitet und bis Mitte März 2020 unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus zur Keimung gebracht. Weitere Details zur Vorgehensweise sind im Publikationsmanuskript (Leuschner et al., Anlage) zu entnehmen.

Etablierungserfolg Vegetation

Der Etablierungserfolg der Vegetation wurde auf allen Experimentalflächen und Maßnahmenvarianten durch mehrfache Vegetationsaufnahmen (in den drei Versuchsjahren) dokumentiert. Zur Beschreibung des Etablierungserfolges kamen zwei verschiedene, sich ergänzende Methoden zur Anwendung. Es wurden zunächst Präsenz-Absenz Daten aus jeder Parzelle entlang von Transekten (N=144) erfasst. Die Präsenz-Absenz Daten wurden vor jedem planmäßigen Schnitttermin auf der zu schneidenden Variante erhoben. Auf den Dauerquadraten (N=288) wurden dann quantitativ die Ertragsanteile (Anteil an der stehenden Biomasse in Trockenmasse) aller Arten je m² geschätzt. Die Ertragsanteilschätzung erfolgte für alle Dauerquadrate einmal Ende Mai und einmal Mitte September.

Fauna: Heuschrecken

Zum Monitoring der Heuschrecken fanden zwei Begehungen aller experimentellen Schlagränder Ende Juli und Ende August statt.

Der Artenreichtum der Heuschrecken innerhalb der Aufwertungsvarianten wurde durch Kescherfang innerhalb der Dauerquadrate ermittelt. Zusätzlich wurden lauterzeugende Individuen im jeweiligen Aufwertungsbereich durch eine akustische Kartierung (Taxierung) erfasst, die jedoch die Bodenabtragsfenster aufgrund ihrer Kleinräumigkeit nicht differenzierte. Während die Lauterzeugung vorrangig bei optimaler Witterung stattfindet, können Individuen auch bei mäßiger Witterung gut gekeschert werden. Umgekehrt werden lauterzeugende Einzelindividuen per Kescherschlag auf den kleinräumigen Dauerquadraten häufig nicht erfasst, sodass für ein repräsentatives Bild der Artenzahl eine Kombination der Daten beider Methoden sinnvoll ist. Die Artenzahlen der zwei Begehungen Ende Juli und Ende August wurden für die Auswertung des Artenreichtums kumuliert.

Fauna: Avifauna

Im Jahr 2020 sollte auf den vier Betrieben, auf denen die experimentelle Umsetzung von Aufwertungsmaßnahmen erfolgt war, eine Erfassung der Avifauna während der Brutzeit erfolgen. Betrieb 12 fiel jedoch aus diesem Monitoring, da hier infolge umfangreicher Schädigung der Vegetation durch Mäuse u. a. sämtliche Maßnahmenflächen im Frühjahr 2020 vegetationsarm bis vegetationslos waren und Effekte dieses Umstands nicht von etwaigen Maßnahmeneffekten zu trennen gewesen wären. Folglich wurde die avifaunistische Ausstattung nach Einrichtung der Maßnahmenstreifen lediglich auf den Betrieben 06, 07 und 10 festgestellt. Dazu wurden dieselben sechs Flächen jedes Betriebs wie im Vorjahr kartiert, und zwar jeweils die Flächen 1 bis 6. Die kartierte Gesamtfläche je Betrieb lag zwischen 15,5 und 39,1 ha. Im Detail wurden die Kartierungen in Anlehnung an Südbeck *et al.* (2005) durchgeführt, allerdings mit jeweils nur drei Durchgängen. Die Zeitfenster dafür wurden im Hinblick auf die Phänologie der zu erwartenden Brutvogelarten, insbesondere der

typischen Grünlandarten gewählt und in folgende Dekaden gelegt: Durchgang 1 - Mitte bis Ende April, Durchgang 2 - Anfang bis Mitte Mai, Durchgang 3 - Ende Mai bis Mitte Juni. Der Mindestabstand zwischen zwei Kartierungsgängen auf demselben Hof betrug eine Woche. Sie erfolgten in niederschlagsfreien Perioden und soweit logistisch möglich zu günstigen Tageszeiten: Jeder Hof wurde mindestens einmal frühmorgens und höchstens einmal in den Mittagsstunden kartiert.

Grundsätzlich wurden sämtliche Vögel mit Bezug zur betrachteten Fläche erfasst, sowohl Brutvögel als auch Nahrungsgäste (einschließlich über der Fläche jagender Individuen). Dazu wurde eine kombinierte Außen- und Innenkartierung durchgeführt: Zunächst wurde die Fläche von außen aus dem Auto heraus abgesucht, um insbesondere Arten mit großer Fluchtdistanz zu erfassen. Danach wurde die gesamte Fläche begangen. Die Avifauna der unmittelbar an das Grünland angrenzenden Randstrukturen (z. B. Gräben, Schilfsäume, Knicks, Baumreihen, Waldsäume) wurde bis zu einem Abstand von 5 m zur Fläche erfasst und in der weiteren Analyse berücksichtigt. Die Aufnahme und Verortung der beobachteten Vögel erfolgte digital mittels der App MapIt GIS (Version 7.2.5Core) mit der Erweiterung Mapit Pro (Mapit GIS Ltd., Wishaw, UK).

Als Brutreviere wurden sämtliche Brutverdachtsfälle und Brutnachweise nach Südbeck *et al.* (2005) gewertet, wobei die Methode an die geringere Zahl der Kartierungsgänge und die nicht für jede Art optimalen Kartierungs-Zeitfenster angepasst wurde. Alle erfassten Individuen, die in dieser Auswertung nicht als Brutvögel eingestuft wurden bzw. keinem Brutrevier zugeordnet werden konnten, wurden als Nahrungsgäste eingeordnet. Besonderes Augenmerk bei der Auswertung galt, dem Projektfokus entsprechend, der Gruppe der „Grünland-Brutvögel“ im engeren Sinne. Darunter wurden hier solche Arten verstanden, die offen im intensiv genutzten Dauergrünland brüten und nicht in erster Linie von Randstrukturen der Grünlandflächen als Habitat abhängig sind (vgl. Flade 1994, Südbeck *et al.* 2005). U. a. Entenvögel (Anatidae) sowie Blau-, Braun- und Schwarzkehlchen (*Luscinia svecica*, *Saxicola rubetra*, *Saxicola rusticola*) fielen demnach nicht in diese Gruppe.

Fauna: Laufkäfer

Im Rahmen einer BSc-Arbeit (an der Universität Bremen) wurden Laufkäfer (Carabidae) auf einigen ADAM-Probeflächen erfasst. Ziel dieser Arbeit war sowohl ein Vergleich der Laufkäfer-Fauna zwischen verschiedene Bewirtschaftungsformen (Mäh- vs. (Dauer-)Weideflächen) als auch zwischen konventionell bewirtschafteten Mähflächen und den ADAM-Maßnahmenflächen. Da im Rahmen des ADAM-Projektes auf nicht allen Betrieben Mäh- und Weideflächen kartiert wurden und Maßnahmen nur auf dem Betrieb in Ecklak (Elbmarsch) umgesetzt werden, wurde diese Untersuchung wegen der Vergleichbarkeit der Böden nur auf den Betrieben in der schleswig-holsteinischen Elbmarsch durchgeführt. Auf diesen drei Betrieben in Ecklak (Betrieb 6), St. Margarethen (Betrieb 4) und Siethwende (Betrieb 5) wurden sieben Fläche beprobt. Auf jedem Betrieb wurde je eine Mahd- und eine Weidefläche (bzw. Mähweide) ausgewählt. Pro Fläche wurden je drei Bodenfallen entlang der Kartier-

Transekte ausgebracht. Der Abstand ungefähr 10 Meter. Auf der Maßnahmenfläche in Ecklak wurden je drei Bodenfallen pro „Plot“ (2-schurig-Mahdgutübertragung, 2-schurig-Ansaat, 2-schurig-kein Artentransfer, 1-schurig-Mahdgutübertragung, 1-schurig-Ansaat, 1-schurig-kein Artentransfer) ausgebracht. Die Oberbodenabtragsfenster und Parzellen mit betriebsüblicher Nutzung wurden nicht erfasst.

Bei den Fallen handelt es sich um Plastikbecher mit einem Durchmesser in der Öffnung von 9cm, die mit einem Drahtgitter (Maschenweite 1cm) belegt wurde, um den Fang von Kleinsäugetern, Amphibien o.Ä. zu vermeiden. Fangflüssigkeit war 50%iges Propylenglykol. Die Fallen wurden am 28.5. 2020 ausgebracht, auf den Maßnahmenflächen erst am 4.6.2020. Die ausgebrachten Fallen wurden wöchentlich geleert und nach sechs Wochen wieder abgebaut. Für den Fang der Laufkäfer lag eine artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes S.-H. vor.

Futterertrag und Futterqualität

Analog zu den Vegetationserhebungen mit den Präsenz-Absenz Daten wurde vor jedem planmäßigen Schnitttermin auf den Dauerquadraten der zu schneidenden Variante auf $\frac{1}{4}$ m² die gesamte Vegetation bis etwa 3 cm über Boden geschnitten, unmittelbar darauf gekühlt und in auf den Betrieben platzierten Kühltruhen eingefroren. Zur Ertragsbestimmung wurden sie aufgetaut gewogen, bei 60°C über 48h getrocknet und erneut trocken gewogen. Anschließend wurden sie auf 1mm vermahlen und mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) auf ihre Inhaltstoffe analysiert.

3. Projektergebnisse

„Nullaufnahme“: Oberirdische Vegetation und Samenbank (status quo)

Die Ergebnisse der sog. Nullaufnahme sind detailliert im Publikationsmanuskript (Leuschner et al.). Die Ergebnisse zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass die Artenvielfalt in der Ausgangssituation gering war und dass auch im Samenvorrat des Bodens kein Potential vorhanden war, ohne die Zuführung von Arten die Diversität der Vegetation zu erhöhen. Der Gesamtartenpool war an den 110 Standorten klein (<150 Arten in der oberirdischen Vegetation, 107 Arten in der Samenbank), was eine deutliche Verarmung zeigt. Die α -Diversität sank von 23 Arten pro 200 m² am Rand (Median) auf 15 Arten pro 200 m² im Inneren der Fläche, wobei 27 % aller Arten (38) nur an Feldrändern vorkamen. Die Anzahl der Arten mit Erhaltungswert war sowohl in der Vegetation als auch in der Samenbank gering und lag am Rande nur geringfügig höher als im Inneren. Die P-, K- und Mg-Verfügbarkeit des Bodens war an den ungedüngten Rändern etwa 20-30 % niedriger als im Flächeninneren. Offensichtlich hat Jahrzehnte lange intensive Bewirtschaftung dazu geführt, dass die Flächen und Feldränder ihre Funktion als Refugium für Pflanzenartenvielfalt verloren haben. Um die Artenvielfalt an den Feldrändern zu fördern, sind Wiederherstellungsmaßnahmen mit Saatgut- oder Mahdgutübertragung erforderlich

Etablierungserfolg Vegetation

Qualitative Erhebung in Transekten

In der Auswertung der Vegetationsdaten werden die aufgefundenen Arten im Folgenden bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu den angesäten Zielarten und dem Status als FFH- (Flora Fauna Habitat) und HNV- („high nature value“) Art differenziert.

Auf den 16 Experimentalflächen wurden innerhalb der Aufwertungsbereiche sämtliche Grünlandarten bestimmt und über die bis zu vier Begehungen zwischen Mai und Oktober kumuliert. Es wurden im zweiten Hauptnutzungsjahr (HNJ, 2021) insgesamt 156 Arten identifiziert, 15 mehr als im ersten HNJ (2020), in denen alle 33 Arten der Saatmischung, 20 FFH- und 26 HNV-Arten enthalten waren. Die angesäten Arten teilen sich auf 12 Gräser, 17 Kräuter und 4 Leguminosen auf, während die nicht angesäten Arten 22 Gräser, 97 Kräuter und 4 Leguminosen umfassen.

Sowohl der Artenreichtum als auch die Artzusammensetzung unterschied sich zwischen den Bewirtschaftungs- und Aufwertungsvarianten deutlich: Die Ansaatvarianten beherbergten im Mittel die meisten Arten, von denen meist mehr als die Hälfte aus der Saatmischung stammte (Abbildung 4). Die maximale Anzahl angesäter Arten trat mit 29 der 33 Arten in Betrieb 07 im Ansaatbereich mit betrieblicher Vierschnittnutzung auf. Bereiche, die per Mahdgutübertrag aufgewertet wurden, waren auf allen Betrieben im Schnitt etwas weniger artenreich als die Ansaatbereiche, das Verhältnis angesäter zu nicht-angesäter Arten war jedoch ähnlich. Die Altnarbe als nicht aufgewerteter Bereich wies in allen Betrieben und

Bewirtschaftungsvarianten die geringsten Artenzahlen auf, enthielt jedoch bis zu 13 Arten, die auch in der Ansaatmischung enthalten waren. Insgesamt hat sich der Anteil der Zielarten in der Altnarbe im Vergleich zum ersten Hauptnutzungsjahr maßgeblich erhöht: Wahrscheinlich ist, dass hier im zweiten Untersuchungsjahr bereits ein Spill-Over-Effekt der Ansaatbereiche auf die Altnarbe beobachtet werden konnte, in welcher sich die Arten etablieren konnten.

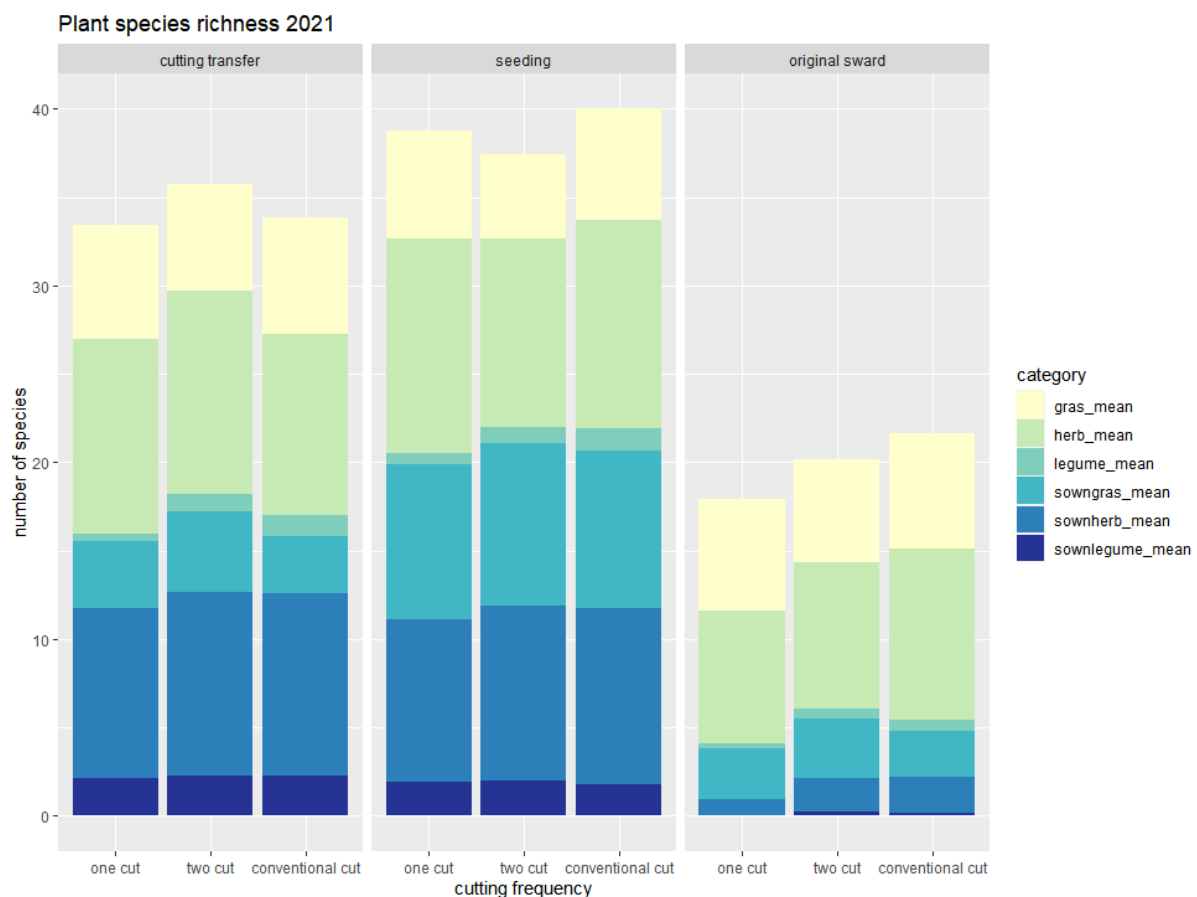


Abbildung 4. Durchschnittlicher Artenreichtum der Grünlandvegetation aller Betriebe nach Aufwertungsvariante (Mahdgutübertrag, Ansaat, Altnarbe) und Bewirtschaftungsvariante (Einschnitt- (V2), Zweischnitt- (V1) und Betriebsvariante (V3)), kategorisiert in angesäte Gräser, Kräuter und Leguminosen) und nicht gesäte Arten (Gräser, Kräuter, und Leguminosen). Für diese Auswertung wurden die Daten von jeweils zwei Kartierungen (Mai und Juli) kumuliert

Während in den Mahdgutübertragungs- und Ansaatbereichen angesäte Arten sehr konsistent in bis zu 100% der Transekte (wie *Daucus carota*, *Festuca rubra rubra*, *Lychnis flos-cuculi* und *Plantago lanceolata*) aufgefunden wurden, setzt sich der Artenreichtum der Altnarbe vorrangig aus Arten zusammen, die nicht im Saatgut enthalten waren. Die höchste Konsistenz erreichten hier *Holcus lanatus* (als typisches Gras auf Feuchtwiesen) und *Lolium perenne* (als häufig angesätes Gras mit hohem Futterwert) mit einer Stetigkeit von 94% und 90% in der Altnarbe-Transekten.

Auf Betrieb 12 wurde mit 95 Arten innerhalb der Ansaat der Betriebsvariante (V3A) die höchste Artenzahl ermittelt. Der Moorbetrieb hatte im letzten Jahr mit enormen Ausfällen durch Trockenheit und Schädlinge zu kämpfen und wies den geringsten Artenreichtum in den durch Mahdgutübertragung oder Ansaat behandelten Bereichen verglichen mit den übrigen Betrieben auf. In 2021 konnte dagegen in allen drei Aufwertungsvarianten (Mahdgutübertrag, Ansaat und Altnarbe) die höchste mittlere Artenzahl ermittelt werden, was zeigt, dass sich viele der eingebrachten Arten trotz der schlechten Bedingungen im Vorjahr doch noch etablieren konnten (Tab. 1). Eine Zunahme der Artenzahl im Vergleich zu 2020 ist neben Betrieb 12 in sämtlichen untersuchten Altnarben unabhängig vom Betrieb zu verzeichnen.

Tabelle 2. Durchschnittliche Artenzahl der Aufwertungsvarianten der vier Kooperationsbetriebe in den Jahren 2020 und 2021. Rot gekennzeichnete Zahlen zeigen einen deutlichen Rückgang des Artenreichtums im Vergleich zum Vorjahr, grüne eine Steigerung. Für diese Berechnung wurden die Artenzahlen aller Kartierungen kumuliert.

Betrieb	Ansaat		Mahdgutübertrag		Altnarbe	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
B06	47,4	36,7	40,9	30,8	18,5	20,3
B07	48,4	48,1	46,1	42,5	18	21,4
B10	37,4	36,0	36,1	33,8	10,3	17,3
B12	29,7	55,0	27,5	48,5	18,1	31,9

Im Vergleich zur Altnarbe der jeweiligen Bewirtschaftungsvariante ist es über alle Betriebe hinweg gelungen, die Artenvielfalt der Grünlandflächen durch Ansaat und Mahdgutübertrag aufzuwerten. Gleichzeitig spielen die bereits vorhandenen Ursprungsarten weiterhin eine nicht unerhebliche Rolle in der Artzusammensetzung der Flächen, sodass eine artenreiche Kombination aus ursprünglich vorhandenen und angesäten Grünlandarten geschaffen wurde.

Abbildung 5 stellt den Artenreichtum der Vegetation betriebsübergreifend entsprechend der Aufwertungs- und Bewirtschaftungsvarianten dar. Sowohl in den Bereichen der Ansaat als auch der Mahdgutübertragung zeigt sich kaum ein Einfluss der Schnittfrequenz auf die Etablierung der eingebrachten Arten: Der etwas geringere Artenreichtum in der Einschnittnutzung V2 könnte durch die schlechteren Keimbedingungen und Lichtverhältnisse unter der hoch stehenden Vegetation verursacht worden sein, die im Hochsommer aus sehr viel Biomasse bestand und zum Großteil als dicke Schicht „im Lager“ lag.

Von den 156 nachgewiesenen Arten gehören 26 zu den HNV und 20 zu den FFH-Arten (Typ 6510). Entsprechend der Nutzungs- und Aufwertungsvarianten zeigen die Arten dasselbe Muster (Abbildung 5): Die Anzahl der HNV und FFH-Arten war höher in Bereichen, in denen Arten aktiv eingebracht wurden (Ansaat und Mahdgutübertrag), in der Altnarbe nahmen wertvolle Arten mit der Extensivierung nur geringfügig zu, sie

lag vor der Aufwertung zwischen 2 und 4 Arten. Die Schnitthäufigkeit hatte keinen Einfluss auf die Etablierung.

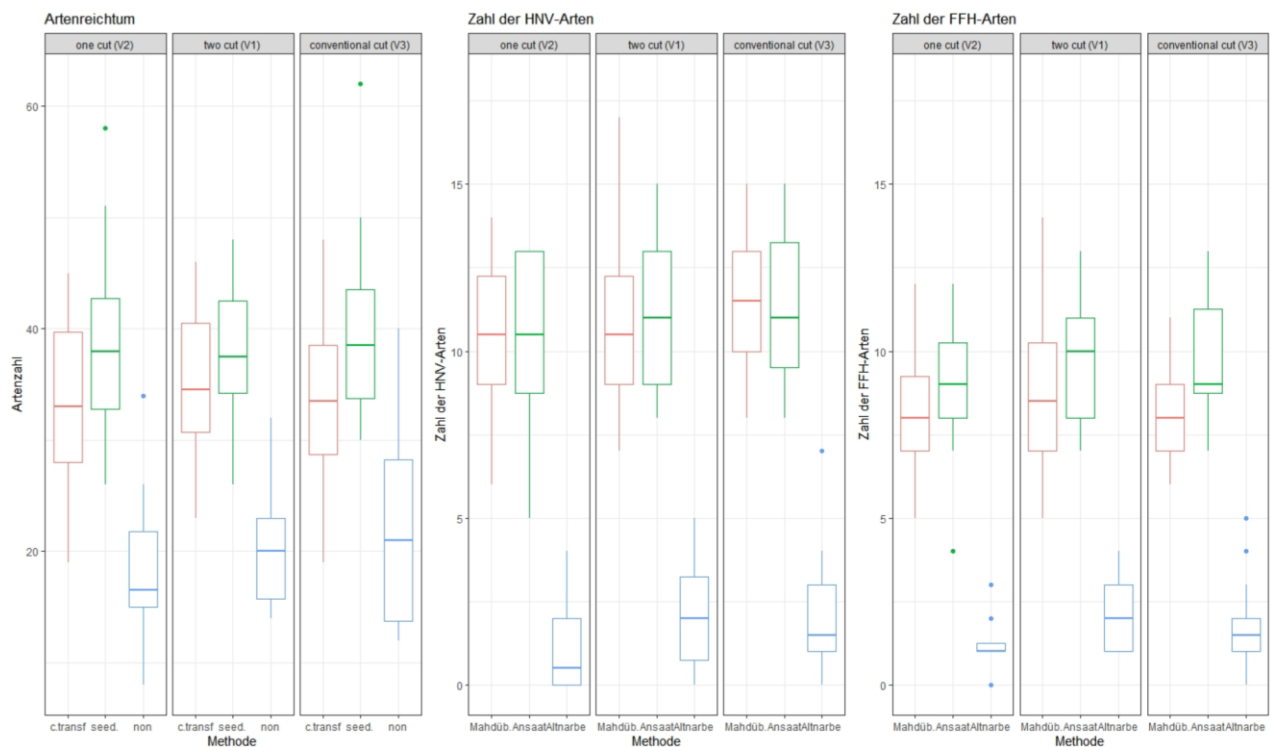


Abbildung 5. Artenreichtum der Grünlandvegetation aller Betriebe nach Aufwertungsvariante (Mahdgutübertrag, Ansaat, Altnarbe) und Bewirtschaftungsvariante (Einschnitt-, Zweischnitt- und Betriebsvariante), kategorisiert in HNV- und FFH- Arten. Für diese Auswertung wurden die Daten von jeweils zwei Kartierungen (Mai und Juli) kumuliert.

Vegetationskomposition in Dauerquadraten

Auf den Dauerquadraten erfolgt das quantitative Monitoring der Flora, ihrer Deckung und der Ertragsanteile der einzelnen Arten an der stehenden Biomasse.

Auf allen Dauerquadraten wurden alle vorkommenden Arten identifiziert und deren Masseanteile mittels Ertragsanteilschätzungen nach KLAPP und STÄHLIN (in Voigtländer und Voss, 1979) geschätzt.

Insgesamt wurden im Ausgangsbestand aller Dauerquadrate im Juli 2019 40 Pflanzenarten identifiziert, bei der Vegetationsaufnahme derselben Dauerquadrate im September 2020 waren es 109 Pflanzenarten, im September 2021 waren es 121 Pflanzenarten. Im Vergleich zu der vollständigen Vegetationsaufnahme der Dauerquadrate vor der Maßnahmenumsetzung in 2019 konnte bereits bei der Vegetationsaufnahme aus 2020 eine deutlich höhere auf Betriebsebene kumulierte Artenanzahl beobachtet werden. Diese rekrutiert sich nicht vollständig aus der Saatmischung, jedoch konnten sowohl in den Ansaatparzellen als auch den Parzellen

der Mahdgutübertragung fast alle Arten der Mischung auf Betriebsebene etabliert werden.

Auch auf der kleineren räumlichen Ebene der Dauerquadrate konnte eine beeindruckende Steigerung der Artenvielfalt durch die Aufwertungsmaßnahmen festgestellt werden. Neu hinzu kamen dabei Arten aus der Saatmischung und von Indikatorarten artenreichen Grünlands (HNV-Indikatorarten) (Abbildung 6). Zwischen den Betrieben und den Maßnahmen Ansaat und Mahdgutübertragung lassen sich leichte Unterschiede feststellen, die aber im Vergleich zur Wirkung der Aufwertungsmaßnahmen gering ausfallen. Dieser Effekt wird sowohl im Jahresvergleich 2019 und Folgejahre als auch beim Vergleich mit der belassenen Altgrasnarbe deutlich (Abbildung 6). In Hinblick auf die Anzahl der vorkommenden Arten kann die botanische Aufwertung der Grünlandbestände als erfolgreich erachtet werden.

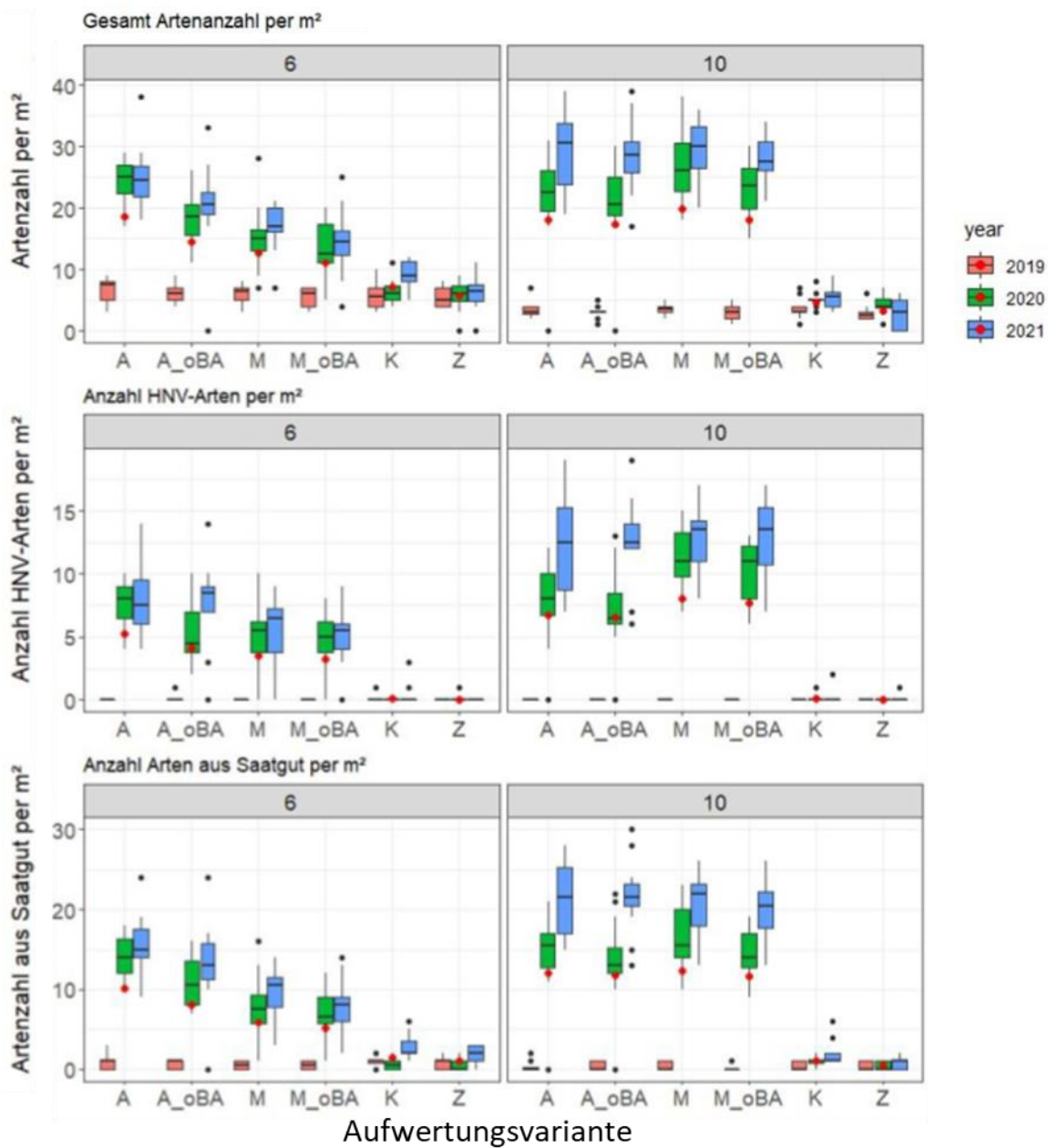


Abbildung 6. Artenzahl, Anzahl der HNV-Arten und Anzahl der vorkommenden Arten aus dem Saatgut. Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Aufwertungsmaßnahmen). A = Ansaat, A_oB = Ansaat auf Oberbodenabtrag, M = Mahdgutübertragung, M_oB = Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K = Keine Aufwertung/Altnarbe, Z = Zentrale Hauptfläche. Daten der ADAM Experimentalbetriebe 6, 10, 7, 12 im Mittel von vier Flächen je Betrieb), Fortsetzung Abbildung 6 nächste Seite

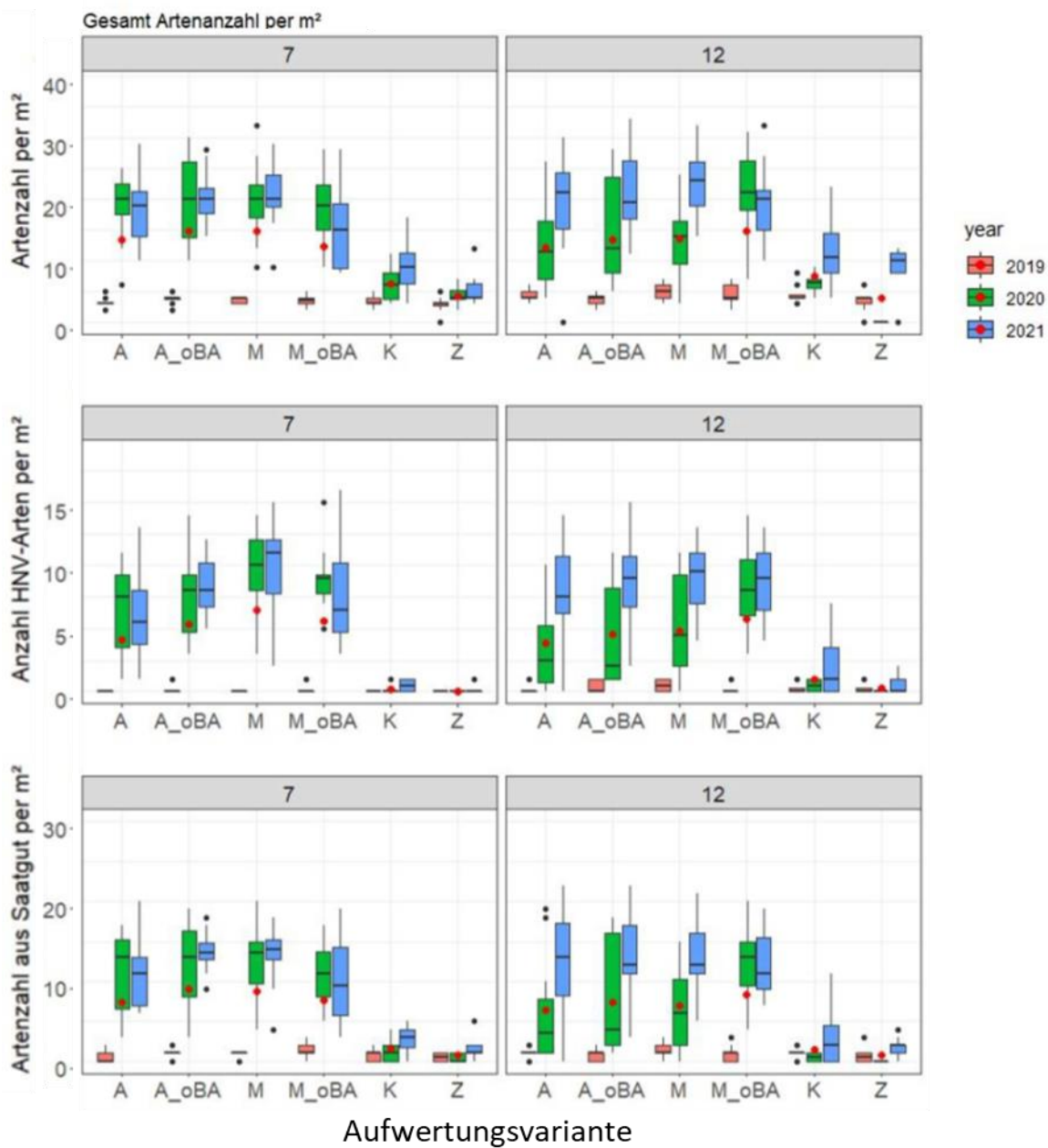


Abbildung 6. (Fortsetzung)

Durch die Aufwertungsmaßnahmen konnte nicht bloß die Artenvielfalt gesteigert werden. Sowohl in den Ansaaten als auch den Mahdgutübertragungen stellten die eingebrachten Arten relevante Anteile an der stehenden Biomasse (Abbildung 7). Dabei sind die Arten nicht gleichverteilt. In 2021 gewinnen einzelne Arten, insbesondere *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Lychnis flos-cuculi*, *Agrostis capillaris*, *Daucus carota*, *Galium album*, aus der Saatmischung zunehmend dominante Ertragsanteile. Auf Betrieb 6 wurde in den Mahdgutübertragungen *Holcus lanatus* sehr dominant, was eine in diesen Parzellen im Vergleich zu allen anderen

Betrieben geringere Etablierung erklären kann und auch auf die Spenderfläche zurückzuführen sein wird.

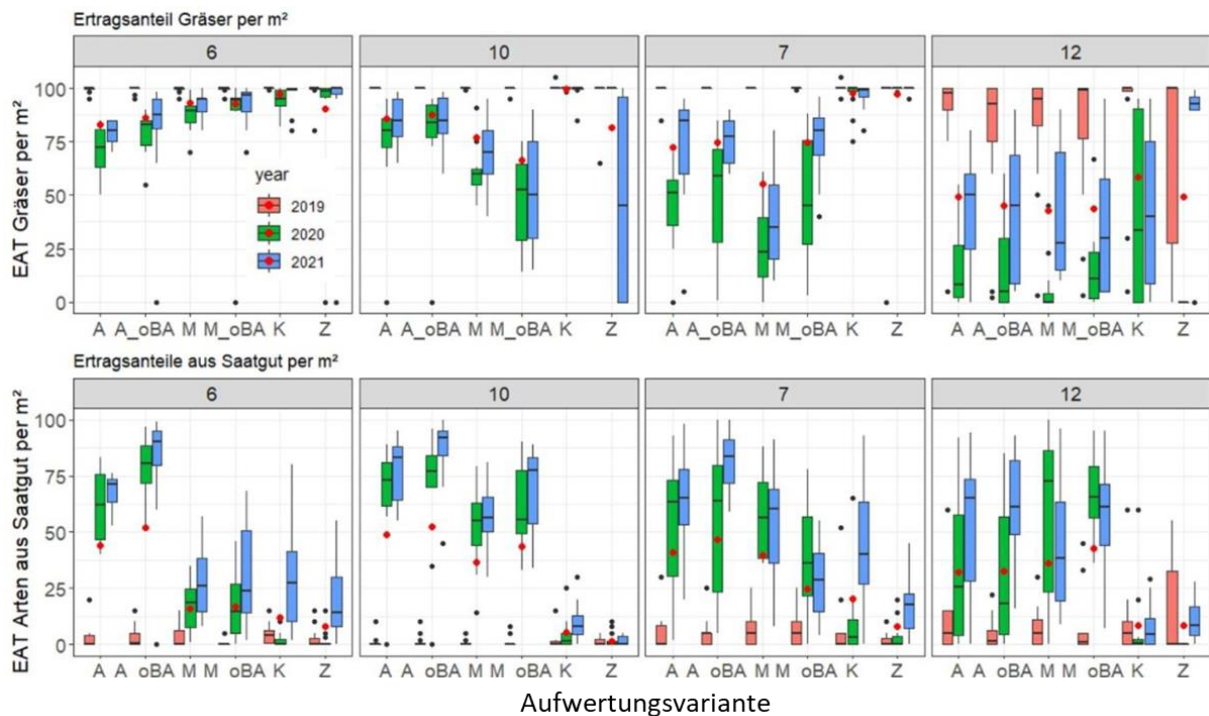


Abbildung 7. Ertragsanteile der Gräser an der stehenden Biomasse je qm² und Ertraganteile aller Arten aus dem Saatgut an der stehenden Biomasse je qm². Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Aufwertungsmaßnahmen. A = Ansaat, A_oB = Ansaat auf Oberbodenabtrag, M = Mahdgutübertragung, M_oB = Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K = Keine Aufwertung/Altnarbe, Z = Zentrale Hauptfläche auf allen vier Flächen der ADAM Experimentalbetriebe 6, 10, 7, 12)

Für die zukünftige Bewirtschaftung der Maßnahmen ist es von Bedeutung, dass sich die Artenzahl im Vergleich zu 2019 deutlich steigern ließ, sich die Bewirtschaftungsvarianten in Hinblick auf das jeweilige Niveau der Artenvielfalt auch im zweiten Jahr nach der Anlage aber kaum unterschieden (Abbildung 8). Unterschiede gibt es hingegen zwischen den Betrieben, anscheinend spielen also Standort, Art und Weise der Maßnahmenumsetzung sowie die Witterung während der Etablierungsphase eine wichtige Rolle. So sind an den Marschstandorten 6 und 10 höhere Anteile Gräser zu verzeichnen, während sich die Anteile der Gräser an den 2020 so von der Dürre geschädigten Moorstandorten erst in 2021 deutlich erhöhen (Abbildung 9).

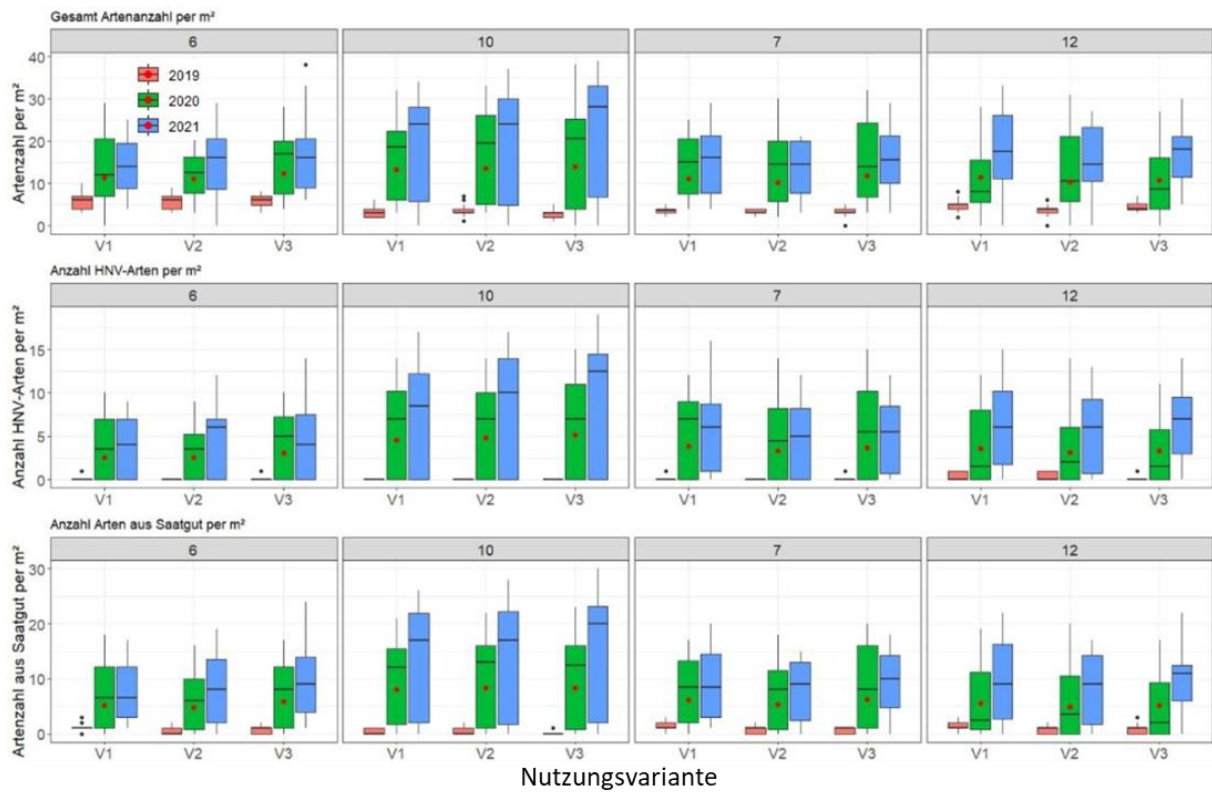


Abbildung 8.: Artenanzahl, Anzahl der HNV-Arten und Anzahl der vorkommenden Arten aus dem Saatgut. Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Bewirtschaftungsvarianten V1 = Zweiter und Vierter Schnitt, V2= Zweiter Schnitt, V3= Betriebsvariante

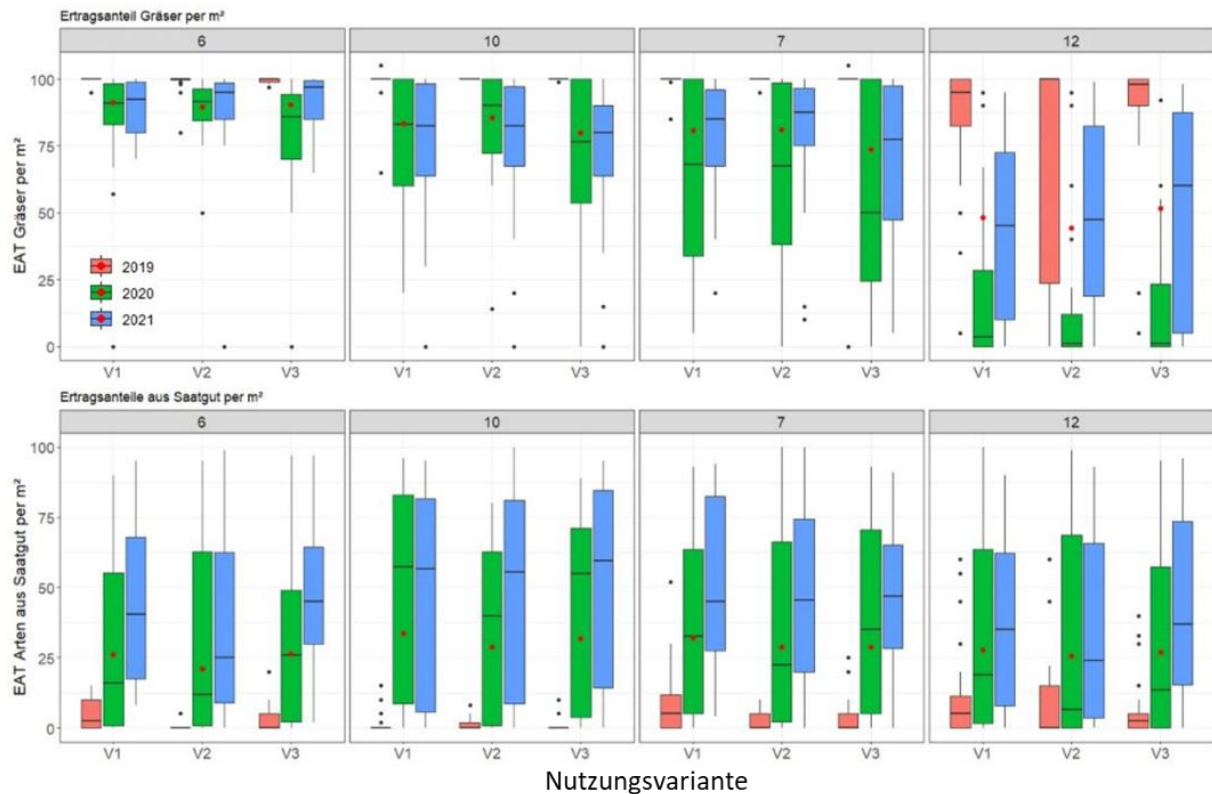


Abbildung 9. Ertragsanteile der Gräser an der stehenden Biomasse je qm² und Ertraganteile aller Arten aus dem Saatgut an der stehenden Biomasse je qm². Dargestellt sind Median, oberstes und unterstes Quantil der Rohdaten der Aufnahmen aus 2019 (rot), 2020 (grün) und 2021 (blau), kategorisiert nach den geprüften Bewirtschaftungsvarianten V1 = Zweiter und Vierter Schnitt, V2= Zweiter Schnitt, V3= Betriebsvariante

Fauna: Heuschrecken

Abundanzen und Individuendichten

Um die Abundanzen der Heuschrecken in den drei Nutzungsvarianten zu ermitteln, wurden innerhalb der festgelegten Dauerquadrate sämtliche Individuen gekeschert, bestimmt und gezählt. Aus den zwei Begehungen im Juli und August wurde für die Nutzungs- und Aufwertungsvarianten der Mittelwert der Individuendichten (Individuen pro m²) ermittelt.

Abbildung 10 zeigt die Artenzahl der Heuschrecken in den drei Bewirtschaftungsvarianten getrennt nach Aufwertungsvariante. Die höchsten Artenzahlen mit bis zu sechs Arten wurden in der Einschnittvariante V2 ermittelt, während in der Zweischnittvariante V1 bis zu fünf Arten aufgefunden wurden. Die im Mittel geringsten Artenzahlen wiesen die zentralen Bereiche der Untersuchungsflächen (Z) außerhalb des aufgewerteten Flächenrands auf. Insgesamt zeigen die untersuchten Flächen einen geringen Artenreichtum, der sich aus verbreiteten, nutzungstoleranten Arten zusammensetzt.

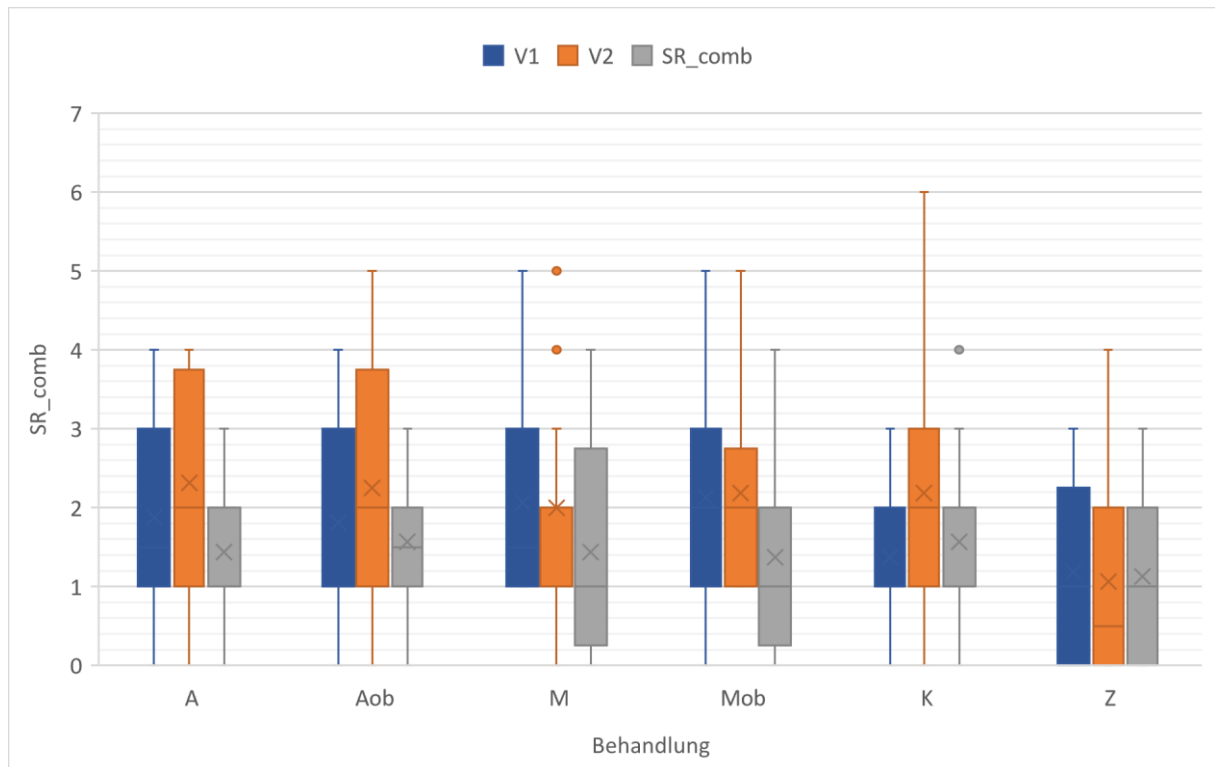


Abbildung 10. Artenreichtum der Heuschrecken in den drei Varianten (V1= Zweischnittnutzung ; V2=Einschnittnutzung ; SR_comb=V3= Betriebsvariante) getrennt nach Aufwertungsvariante (A=Ansaat ; Aob=Ansaat auf Oberbodenabtrag ; M=Mahdgutübertragung mit Übersaat; Mob=Mahdgutübertragung auf Oberbodenabtrag, K=alte Grasnarbe Rand, Z=Zentralfläche)

Die höchste durchschnittliche Individuendichte wies *Chorthippus albomarginatus* mit 0,63 Ind./m² in der Zweischnittvariante der Mahdgutübertragung auf (Abbildung 11). *Chorthippus biguttulus* als zweithäufigste Art erreichte Dichten bis 0,22 Ind./m² und in Abwesenheit von *C. albomarginatus* in der Betriebsvariante der Ansaat seine höchste Dichte mit 0,47 Ind./m². Die übrigen Arten wurden nur lokal per Kescherfang nachgewiesen und zeigten geringe Individuendichten. *Tetrix spec.* etwa wurde variantenunabhängig vereinzelt an Stellen mit offenem Boden vorgefunden. Von *C. apricarius* wurde ein einzelnes Individuum auf Betrieb 12 in der Zweischnittnutzung der Ansaat gefangen.

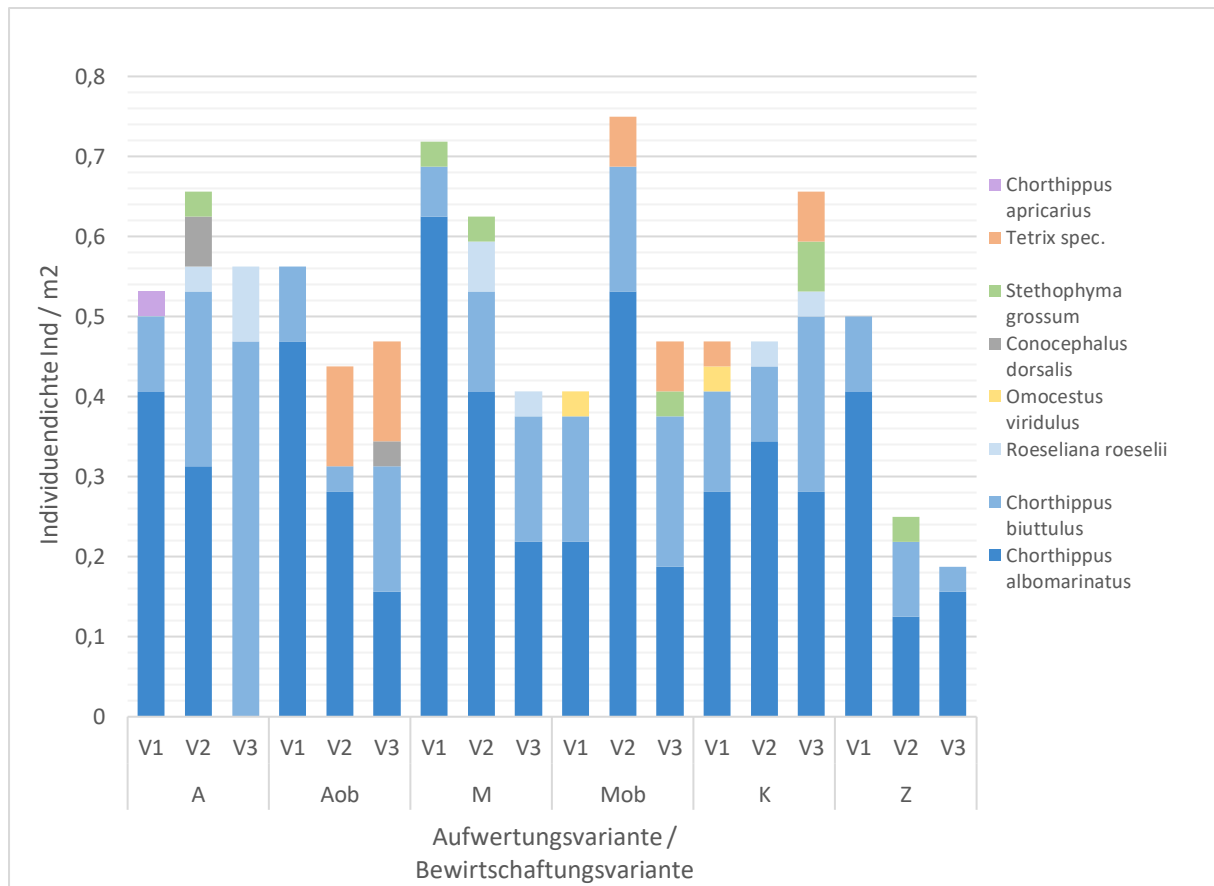


Abbildung 11. Individuendichten aller aufgefundenen Heuschreckenarten in den Aufwertungsbereichen nach Aufwertungs- und Bewirtschaftungsvariante.

Interessant ist die Verteilung der Individuendichten in der zentralen Hauptfläche: Die Abundanzen von *Chorthippus albomarginatus* scheinen gemittelt über die Betriebe und Experimentalflächen angrenzend an die Zweischnittvariante mehr als doppelt so hoch wie nahe der Einschnitt- und der Betriebvariante zu sein. Ob die verminderte Schnittfrequenz und die höher stehende Vegetation der Varianten V1 und V2 eine Sogwirkung auf die Heuschrecken der Hauptfläche ausübten oder ihre positiven Effekte bis in die Hauptfläche hineinreichen, kann nicht endgültig beurteilt werden.

Tendenziell sind sowohl die Individuenzahlen als auch der Artenreichtum in der zentralen Fläche geringer als innerhalb der aufgewerteten Bereiche. Eine Aussage darüber, ob Vielfalt und Abundanz der Heuschrecken durch die aufgewerteten Bereiche tatsächlich signifikant erhöht werden konnte, lassen die Erhebungen jedoch nicht zu.

Fauna: Avifauna

Im vorliegenden Schlussbericht wird mit Hilfe der abschließenden Erhebungen eine Bewertung der avifaunistischen Konsequenzen der botanischen Aufwertung vorgenommen. Detaillierte Daten aus den Vorjahren sind in den vorangegangenen Zwischenberichten mitgeteilt worden.

Im Jahr 2021 wurde wie schon 2019 auf allen zwölf Höfen eine Erfassung der Avifauna während der Brutzeit durchgeführt. Dazu wurden sechs Flächen jedes Betriebs kartiert, und zwar jeweils die Flächen 1 bis 6, bzw. bei Betrieb 11 die Flächen 1, 3, 4, 6, 7 und 8. Die Vegetation auf den Flächen von Betrieb 12 hatte sich von den Schäden des Vorjahres erholt, so dass hier 2021 wieder normal kartiert wurde. Die Fläche 2 des Betriebs 05 musste wegen einer gegenüber 2019 stark geänderten Nutzung aus der Erfassung fallen, die entsprechenden Daten wurden folglich auch aus dem Datensatz von 2019 entfernt. Ebenfalls aus sämtlichen Datensätzen wurden die Flächen auf den vier Maßnahmenhöfen entfernt, auf denen oder in deren unmittelbarer Umgebung letztlich keine Aufwertungsmaßnahmen durchgeführt worden waren; dies waren die Flächen 07_1, 07_2 und 10_6. Diese Flächen waren als Kontrollflächen innerhalb des Hofes nicht groß genug, hätten aber, wären sie im Datensatz für den Hof verblieben, eventuelle Maßnahmeneffekte verschleiern können. Bei den Begehungen 2021 fielen viele ornithologisch relevante Habitatveränderungen gegenüber 2019 auf den kartierten Flächen, am ihren Rändern bzw. im unmittelbaren Umfeld auf, z. B. entfernte Waldsäume (Betrieb 07) und Baumreihen (Betrieb 07), Neueinsaat (Betrieb 09), Grabenaushub (Betriebe 06, 09) sowie stark ausgedünnte Gehölzreihen (Betriebe 01, s. u.).

Im Detail wurden die Kartierungen in Anlehnung an Südbeck et al. (2005) durchgeführt, allerdings mit jeweils nur drei Durchgängen. Die Zeitfenster dafür wurden im Hinblick auf die Phänologie der zu erwartender Brutvogelarten, insbesondere der typischen Grünlandarten gewählt und wie 2019 und 2020 für folgende Dekaden geplant: Durchgang 1 - Mitte bis Ende April, Durchgang 2 - Anfang bis Mitte Mai, Durchgang 3 - Ende Mai bis Mitte Juni. Wegen des in Norddeutschland außergewöhnlich kalten Frühjahres und des dadurch merklich verzögerten Brutgeschäfts wurde 2021 im Sinne einer besseren Vergleichbarkeit zwischen den Jahren das Zeitfenster für Durchgang 2 bis zum 1. Juni verlängert, das für Durchgang 3 bis Ende Juni. Der Mindestabstand zwischen zwei Kartierungsgängen auf demselben Hof betrug eine Woche. Sie erfolgten in niederschlagsfreien Perioden und soweit logistisch möglich zu günstigen Tageszeiten.

Grundsätzlich wurden sämtliche Vögel mit Bezug zur betrachteten Fläche erfasst, sowohl Brutvögel als auch Nahrungsgäste (einschließlich über der Fläche jagender Individuen). Dazu wurde eine kombinierte Außen- und Innenkartierung durchgeführt: Zunächst wurde die Fläche von außen aus dem Auto heraus abgesehen, um insbesondere Arten mit großer Fluchtdistanz zu erfassen. Danach wurde die gesamte Fläche begangen. Die Avifauna der unmittelbar an das Grünland angrenzenden Randstrukturen (z. B. Gräben, Schilfsäume, Knicks, Baumreihen, Waldsäume) wurde bis zu einem Abstand von 5 m zur Fläche erfasst und in der weiteren Analyse berücksichtigt. Die Aufnahme und Verortung der beobachteten Vögel erfolgte digital mittels der App MapIt GIS (Version 7.2.5Core) mit der Erweiterung Mapit Pro (Mapit GIS Ltd., Wishaw, UK), spätere GIS-Analysen mithilfe von ArcGIS 10.6.1 (ESRI Inc., Redlands, USA).

Als Brutreviere wurden sämtliche Brutverdachtsfälle und Brutnachweise nach Südbeck et al. (2005) gewertet, wobei die Methode an die geringere Zahl der Kartierungsgänge und die nicht für jede Art optimalen Zeitfenster angepasst wurde. Alle erfassten Individuen, die in dieser Auswertung nicht als Brutvögel eingestuft wurden bzw. keinem Brutrevier zugeordnet werden konnten, wurden als Nahrungsgäste eingeordnet. Besonderes Augenmerk bei der Auswertung galt den wesentlichen Zielarten von Grünland-Aufwertungsmaßnahmen, der Gruppe der „Grünland-Brutvögel“ im engeren Sinne. Darunter wurden solche Arten verstanden, die offen im intensiv genutzten Dauergrünland brüten und nicht in erster Linie von Randstrukturen der Grünlandflächen als Habitat abhängig sind (vgl. Flade 1994, Südbeck et al. 2005). U. a. Entenarten sowie Blau-, Braun- und Schwarzkehlchen (*Luscinia svecica*, *Saxicola rubetra*, *Saxicola rusticola*) fielen demnach nicht in diese Gruppe.

Die Eignung der Flächen von Betrieb 01 als Kontrolle war bereits zu Beginn der Untersuchungen insofern eingeschränkt, als deren Gesamtgröße mit 7,2 ha die mit Abstand kleinste aller Betriebe war und die Einzelflächen, anders als die anderer Betriebe, wegen ihrer geringen Größe und durch ihre allseitig fast lückenlose Säumung mit Gehölzen und folglich geringer Offenheit der Landschaft kaum geeignet war für Grünland-Brutvögel (vgl. z. B. Melman et al. 2008). Dies spiegelte sich in den Kartierungsergebnissen: Weder 2019 noch 2021 konnte hier ein Revier eines Grünland-Brutvogels verzeichnet werden. Zwischen 2019 und 2021 erfolgte zudem eine massive Ausdünnung der Saumgehölzreihen um die Flächen. Diese Habitatveränderung ging einher mit einem extrem starken Rückgang der Gesamtrevierdichte aller Brutvogelarten um 25,2 Reviere/10 ha; die nächststärkste Abnahme betrug 1,1 Reviere/10 ha auf den Flächen der Betriebe 03 und 05. Diese Entwicklung führte zu einer weiter verringerten Eignung des Betriebs 01 als Kontrollhof. Er wurde aus diesen Gründen aus allen weiteren Analysen für diesen Bericht ausgeschlossen.

Die Ausdehnung der Abschnitte verschiedener Maßnahmen innerhalb der angelegten Aufwertungsstreifen waren im ornithologischen Kontext zu klein, um ihre Wirkung auf Biodiversitätsaspekte der Avifauna separat zu untersuchen. Es wurde daher der Effekt der Streifen als Ganzes analysiert. Weil weder die potentielle Wirkung der (flächenrandnah angelegten) Maßnahmenstreifen auf die Habitatnutzung der Vögel noch die Brutreviere selbst an Flächengrenzen enden, wurden nicht Einzelflächen, sondern die jeweilige Gesamtheit der kartierten Flächen eines Betriebes betrachtet. Bei der Analyse von Brutrevieren und Nahrungsgästen wurden die unterschiedlichen Gesamtflächengrößen der einzelnen Betriebe durch die Berechnung von Dichten (pro 10 ha) berücksichtigt. Bezüglich der Artenzahlen geschah dies aufgrund der nichtlinearen Muster von Arten-Areal-Beziehungen (Begon et al. 2006) nicht und auch, weil der kleine Datensatz komplexere Modellierungen nicht zuließ. Weil die kartierten Gesamtflächen der einzelnen Betriebe innerhalb einer ähnlichen Größenordnung lagen (Spanne 13,4 ha – 36,1 ha) und sich zwischen Maßnahme- und Kontrollbetrieben nicht wesentlich unterscheiden ($U(4;7) = 13$; $z = -0,19$; $p = 0,850$; Mann-Whitney-U-Test), dürfte eine konservative Analyse absoluter Artenzahl-Veränderungen dennoch eine gewisse Aussagekraft haben. Für die Betrachtung der

Nahrungsgäste wurden nicht Individuendichten, sondern Falldichten genutzt, um die Unabhängigkeit von Einheiten zu gewährleisten. Durch diesen Schritt entfiel auch das Problem des starken Einflusses einzelner großer Schwärme auf das Gesamtbild bei den Nahrungsgästen (vgl. ADAM-Projektberichte 2019, 2020). Kern der Analyse war der Vergleich der festgestellten Veränderungen der Avifauna nach Einrichtung der Maßnahmenstreifen zwischen Maßnahmenhöfen (Betriebe 06, 07, 10, 12) und Kontrollhöfen. Weil der kleine Datensatz umfangreichere Modellierungen, z. B. unter Einbeziehung von Habitatstrukturen, nicht zuließ, erfolgte dieser durch einfache Tests ($\alpha = 0,05$), je nach Datenstruktur parametrisch (t-Test) oder nicht-parametrisch (Mann-Whitney-U-Test). Wegen des Fehlens von Kontrolldaten im 2020 erhobenen Avifauna-Datensatz wurde dieses Jahr in der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt.

2021 wurden während der Kartierungen insgesamt 390 Brutreviere (2019: 286) von 45 Brutvogelarten (2019: 49) erfasst. Die häufigsten Brutvögel waren wie 2019 Feldlerche *Alauda arvensis* (54 Reviere (2019: 42)) und Wiesenpieper *Anthus pratensis* (38 Reviere (2019: 28)). Im 2021 erhobenen Datensatz umfasst die Gruppe der Grünland-Brutvögel neun Arten (2019: 10). Es waren dies fünf Wiesenlimikolen (Bekassine *Gallinago gallinago*, Brachvogel *Numenius arquata*, Kiebitz *Vanellus vanellus*, Rotschenkel *Tringa totanus*, Uferschnepfe *Limosa limosa*), drei Singvögel (Feldlerche, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze *Motacilla flava*) und die Wachtel *Coturnix coturnix* (Tabelle 3); im Vergleich zu 2019 fehlte der Austernfische *Haematopus ostralegus*. Von diesen Arten wurden wie 2019 für Feldlerche und Wiesenpieper und 2021 zusätzlich für den Kiebitz Brutvorkommen auf den Flächen mindestens der Hälfte aller elf Betriebe nachgewiesen (vgl. Tabelle 3). Unter den anderen, stärker an Randstrukturen gebundenen Arten zeigten 2021 Blaukehlchen, Buchfink *Fringilla coelebs*, Dorngrasmücke *Sylvia communis*, Schwarzkehlchen, Stockente *Anas platyrhynchos* und Zilpzalp *Phylloscopus collybita* eine so hohe Stetigkeit.

Tabelle 3. Anzahl der Brutreviere ausgewählter Arten auf den Flächen der Betriebe 02 bis 12 im Jahr 2021. Aufgeführt sind die Grünland-Brutvogelarten (GL), außerdem weitere typische Agrarvogelarten (AG, nach Hötker & Leuschner 2014 und solche Arten, die in der Roten Liste der Brutvögel für Schleswig-Holstein (Knief et al. 2010) oder Niedersachsen (Krüger & Nipkow 2015) mindestens in der Vorwarnliste geführt werden (RL).

Art	GL	AG	RL	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Summe
Bekassine	x		x										1		1
Brachvogel	x		x	1	3										4
Feldlerche	x	x	x	9	6	4		5	11	2	3	7	5	2	54
Kiebitz	x	x	x	2	1			1		1		3	3		11
Rotschenkel	x		x										1		1
Uferschnepfe	x	x	x	1	4								4		9
Wachtel	x	x	x						3	1	2	1		2	9
Wiesenpieper	x	x	x	7	4	3		6	8	1	4	1	1	3	38
Wiesenschafstelze	x	x			2	2		1				4		1	10
Baumpieper			x						3	1				1	5
Bluthänfling		x	x							3			1	1	5
Braunkehlchen		x	x	1											1
Feldsperling			x							1				1	2
Gartengrasmücke			x					1	1			1			3
Gartenrotschwanz			x			1			1	2					4
Gelbspötter			x							1		3			4
Goldammer		x	x						4	2				4	10
Grünspecht			x									1			1
Hausperling			x			1									1
Stieglitz			x		1	1				1		1			4

Die Entwicklung der Brutrevierdichten von 2019 (vor der Anlage der Maßnahmenstreifen) bis 2021 (zwei Brutsaisons nach der Anlage) unterschied sich nicht signifikant zwischen Betrieben mit Maßnahmen (Mittelwert $\bar{x} = +10,3$; SD = 10,7) und Kontrollbetrieben ohne Maßnahmen ($\bar{x} = +2,8$; SD = 4,9) ($t(9) = 1,6$; $p = 0,138$; Abbildung 12 A). Gleiches galt bei ausschließlicher Betrachtung von Revierdichten der Grünland-Brutvögel ($t(9) < 0,1$; $p = 0,937$; Abbildung 12 B).

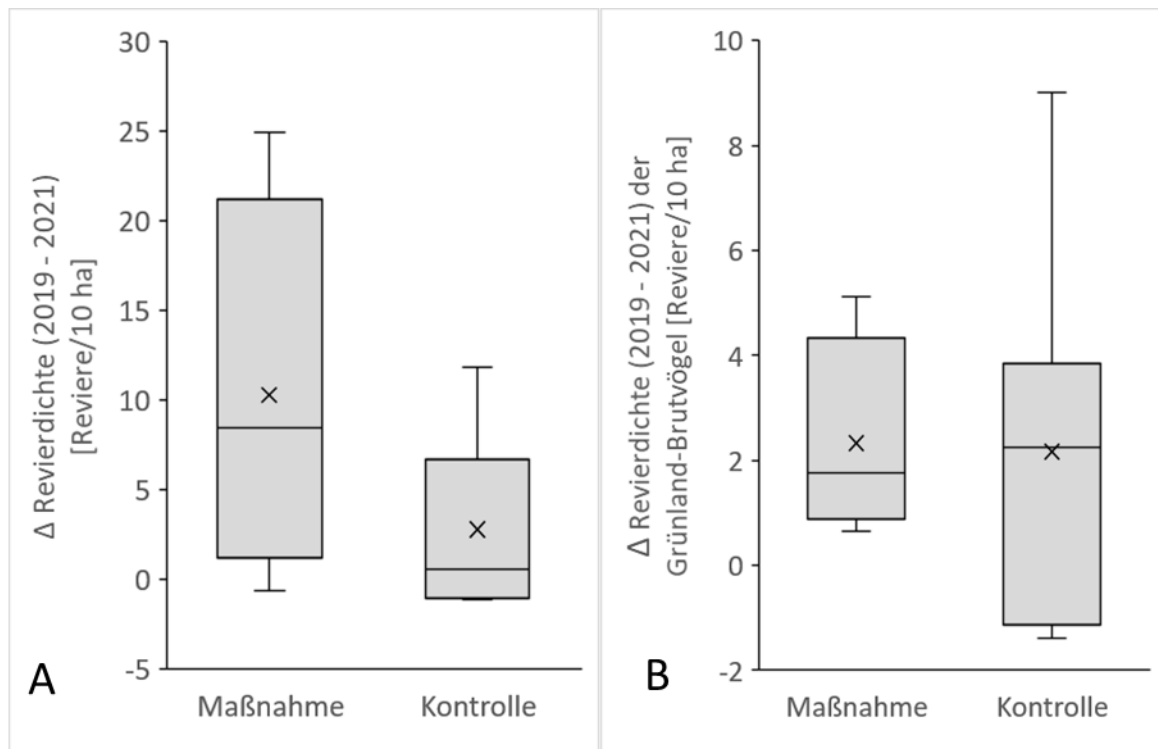


Abbildung 12. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Brutreviere von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Revierdichte [Reviere/10 ha] aller Brutvogelarten. B: Veränderung (Δ) der Revierdichte [Reviere/10 ha] von Grünland-Brutvogelarten. Kreuze markieren Mittelwerte.

Dagegen stieg die Artenzahl auf den Flächen der Maßnahmenbetriebe von 2019 bis 2021 stärker (Median med = +4) als auf denen der Kontrollhöfe (med = +1). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($U(4;7) = 1$; $z = -2,46$; $p = 0,014$; Abbildung 13 A), ging allerdings kaum auf eine Zunahme der Zahl von Grünland-Brutvogelarten zurück ($U(4;7) = 10$; $z = -0,76$; $p = 0,450$; Abbildung 13 B), sondern vielmehr auf überwiegend an Randstrukturen gebundene Brutvogelarten ($U(4;7) = 7$; $z = -1,32$; $p = 0,186$; Abbildung 13 C). Treiber dieses Musters waren die Maßnahmenbetriebe 07 und 12, auf welchen eine Zunahme um 7 bzw. 4 Randstruktur-Brutvogelarten verzeichnet wurde (alle anderen Höfe: ≤ 1). Konkret handelte es sich bei den hier neu verzeichneten Arten um Amsel *Turdus merula*, Baumpieper *Anthus trivialis*, Bluthänfling *Carduelis cannabina*, Buchfink, Feldsperling *Passer montanus*, Fitis *Phylloscopus trochilus*, Gartengrasmücke *Sylvia borin*, Gartenrotschwanz *Phoenicurus phoenicurus*, Gimpel *Pyrrhula pyrrhula*, Heckenbraunelle *Prunella modularis*, Jagdfasan *Phasianus colchicus*, Ringeltaube *Columba palumbus* und Zaunkönig *Troglodytes troglodytes*.

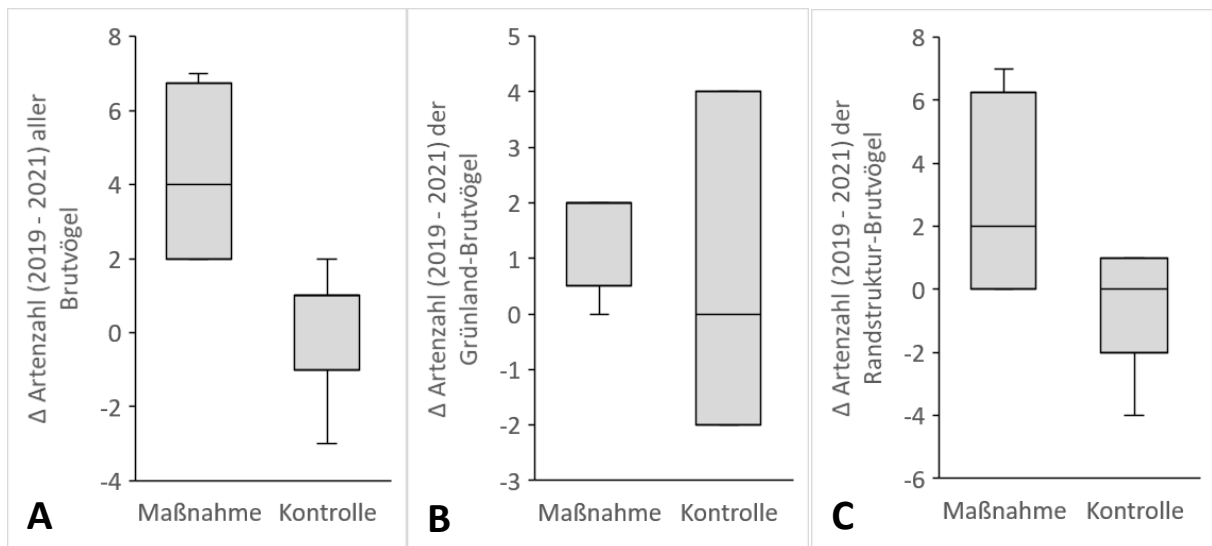


Abbildung 13. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Brutvogel-Artenzahlen von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Artenzahlen sämtlicher Brutvögel. B: Veränderung (Δ) der Artenzahlen der Grünland-Brutvögel. C: Veränderung (Δ) der Artenzahlen der Randstruktur-Brutvögel.

Hinsichtlich der Nahrungsgäste war auf den Maßnahmenhöfen von 2019 auf 2021 eine Abnahme der Fälle/10 ha pro Begehung ($\bar{x} = -2,3$; $SD = 2,3$) zu verzeichnen, auf den Kontrollhöfen dagegen kaum eine Veränderung ($\bar{x} = +0,5$; $SD = 3,4$). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ($t(9) = 1,4$; $p = 0,190$; Abbildung 14 A). Auch die entsprechenden Veränderungen der Artenzahlen der Nahrungsgäste unterschieden sich zwischen Maßnahmen- und Kontrollbetrieben nur unerheblich ($U(4;7) = 6,5$; $z = -1,42$; $p = 0,156$; Abbildung 14 B).

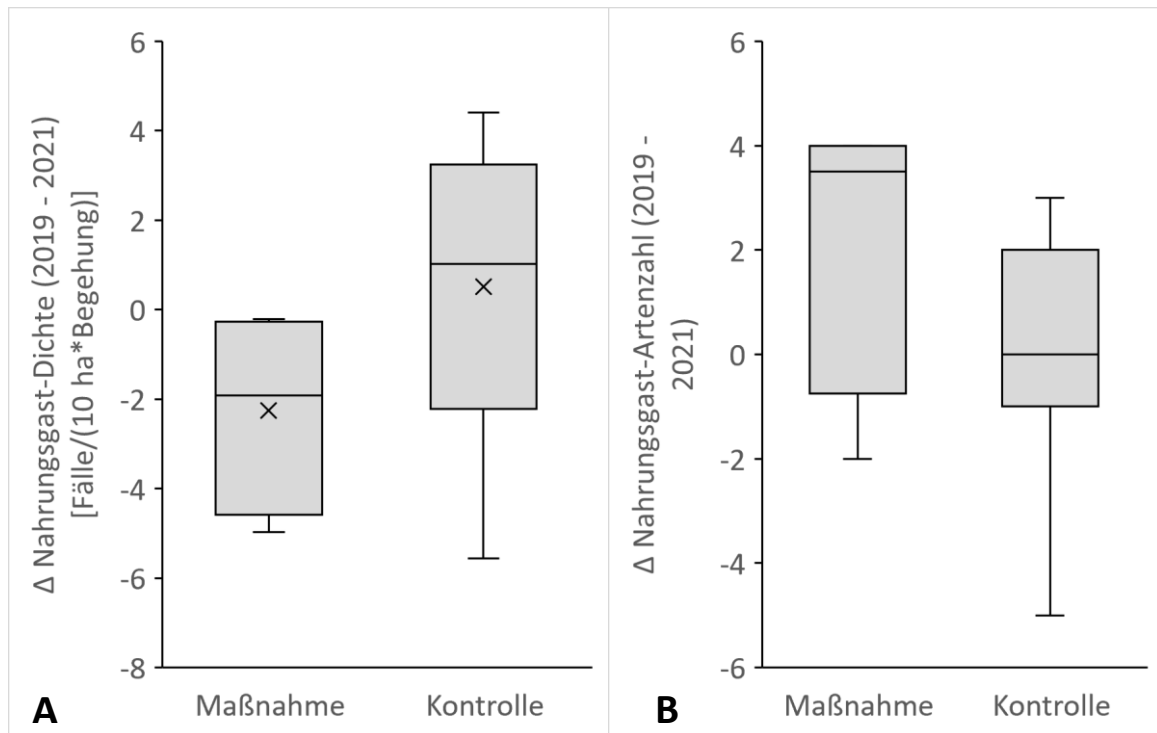


Abbildung 14. Veränderung (Δ) bezüglich der auf Maßnahmen- und Kontrollbetrieben registrierten Nahrungsgäste von 2019 (vor Maßnahmenanlage) auf 2021 (zwei Jahre nach Maßnahmenanlage). A: Veränderung (Δ) der Nahrungsgast-Dichte [Fälle/(10 ha*Begehung)]. B: Veränderung (Δ) der Nahrungsgast-Artenzahl. Kreuze markieren Mittelwerte.

Als Grundlage für die Einschätzung der Ergebnisse bezüglich der Avifauna muss zunächst darauf hingewiesen werden, dass die experimentelle Umsetzung der Maßnahmenstreifen sich insbesondere hinsichtlich ihrer Skala primär an den Notwendigkeiten einer botanischen Studie orientierte und nicht an denen einer ornithologischen. Weil die Flächen der Streifensegmente der unterschiedlichen Einzelmaßnahmen zu klein waren, um im ornithologischen Kontext separat untersucht werden zu können, können die einzelnen Maßnahmen hier nicht bewertet werden, sondern nur die aus verschiedenen Maßnahmentypen bestehenden und folglich weniger spezifisch wirksamen Gesamtstreifen. Da auch die einzelnen Flächen eines Betriebes nicht unabhängig, sondern nur als Gesamtheit betrachtet werden konnten (s. o.), ergab sich eine kleine Stichprobe, die Modellierungen unter Berücksichtigung von z. B. Unterschieden und Veränderungen der Randhabitatstruktur nicht erlaubte. Dies ist besonders deshalb relevant, weil das ornithologische Untersuchungsdesign Kontrollen innerhalb der Betriebe nicht vorsah.

Der besondere Fokus der ornithologischen Analyse lag auf den Grünland-Brutvögeln. Grund war einerseits, dass diese aufgrund ihrer Habitatansprüche die natürliche Zielgruppe von Aufwertungsmaßnahmen im Grünland sind, besonders abhängig von dessen Qualität und schließlich auch überdurchschnittlich stark bedroht (vgl. Tabelle 3). Andererseits führt zu dieser Fokussierung, dass aufgrund der Dauer einer Brut für Brutvögel ein stabileres, längerfristiges räumliches Verteilungsmuster anzunehmen ist als für Nahrungsgäste, und daher die während dreier Begehungen pro Brutsaison

aufgenommenen Daten die Habitatnutzung von Brutvögeln zuverlässiger widerspiegeln dürften als von Nahrungsgästen. Es konnte jedoch für die Grünland-Brutvögel ein Effekt der Aufwertungsstreifen weder auf Ebene der Revierdichte noch auf Ebene der Artenzahl festgestellt werden. Dies dürfte insbesondere auf die überschaubare Größe der einzelnen Maßnahmen und auf die – betrachtet man die Maßnahmenstreifen als Ganzes – unspezifische Aufwertung zurückzuführen sein.

Auch bezüglich der Revierdichte sämtlicher Brutvogelarten wirkten sich die Aufwertungen nicht aus, anders als bezüglich der Gesamtartenzahl: Diese stieg nach Anlage der Streifen signifikant stärker als auf den Kontrollbetrieben ohne Maßnahmen. Nach Datenlage ging dies offenbar in erster Linie eben nicht auf Grünland-Brutvogelarten zurück, sondern auf eine Zunahme von überwiegend an Randstrukturen wie Gräben, Büsche oder Waldsäume gebundenen Arten. Das ist nicht unplausibel: Zum einen boten die Maßnahmenstreifen mit ihrer kleinräumigen Abfolge unterschiedlicher Strukturen (z.B. bzgl. Vegetationshöhe, Offenbodenangebot) im Vergleich zwischen den Streifensegmenten, aber auch mit der Hauptfläche, einen erhöhten Strukturreichtum, wie er gerade für Randbereiche typisch ist und folglich von Randstruktur-Brutvögeln präferiert werden sollte. Die erhöhte Habitatheterogenität könnte es mehr Arten mit leicht unterschiedlichen Präferenzen erlaubt haben, sich hier anzusiedeln (z. B. Tews et al. 2004). Zum anderen wurden sämtliche Aufwertungsstreifen am Rand der Flächen angelegt. Dies dürfte es Randstruktur-Brutvögeln erleichtert haben, von etwaigen Vorteilen der Streifen, denkbar wäre z. B. ein diverses Nahrungsangebot aufgrund der kleinräumigen Strukturdiversität (vgl. Untersuchung Heuschrecken), zu profitieren und entsprechend Reviere zu besetzen. Das Gegenteil könnte für einige Grünland-Brutvögel gelten: Viele dieser Arten präferieren landschaftliche Offenheit und meiden höhere Randstrukturen u.a. deshalb, weil sie Prädatoren Deckung bieten können (z. B. Bruns et al. 2001, Düttmann et al. 2006, Hötter et al. 2012). Für Nahrungsgäste konnte keine erhöhte Attraktivität von Flächen mit oder nahe bei Maßnahmenstreifen festgestellt werden. Um zu beurteilen, ob dies an der größeren Flüchtigkeit von Verteilungsmustern von Nahrungsgästen gegenüber Brutvögeln liegt, wären ausführlichere Aufnahmen ersterer erforderlich.

Es ist auf Grundlage dieser Untersuchung nicht abschätzbar, wie sich die Umsetzung der betrachteten Aufwertungsmaßnahmen auf größerer Fläche, d. h. auf ornithologischer Skalenebene, auf die Diversität der Avifauna auswirken würde. Nicht nur waren in der vorliegenden Untersuchung die Einzelmaßnahmen nicht bewertbar (s. o.), sondern es fiel bei einer großflächigen Umsetzung einer einzelnen Maßnahme auch der Aspekt der Aufwertungsstreifen weg, die hier am ehesten, wenn auch nur auf die Artenzahl der Randstruktur-Brutvögel, gewirkt haben dürften: die flächenrandnahe, kleinräumige Strukturdiversität.

Fauna: Laufkäfer

Insgesamt wurden 3740 Laufkäfer gefangen. Die mit Abstand häufigsten Arten waren *Pterostichus melanarius* (1300 Individuen), *Poecilus versicolor* (676 Individuen) und *Pseudophonus rufipes* (521 Individuen). Diese sind alle typische Offenland-Arten und auch auf landwirtschaftlichen Flächen häufig. Bemerkenswert ist der Fang einer Art auf der Vorwarnliste zur Roten Liste (*Acupalpus dubius*) auf den Maßnahmenflächen in Ecklak. Es wurden Aktivitätsdichten und Diversität analysiert.

Die Individuenzahlen in den Fallen lassen keine direkten Rückschlüsse über Abundanzen zu, da die Wahrscheinlichkeit in einer Bodenfalle gefangen zu werden, auch von der Aktivität abhängt und laufaktivere Arten deshalb in Bodenfallen relativ zu ihrer Abundanz überrepräsentiert sind. Deshalb wird hier häufig von „Aktivitätsdichte“ gesprochen. Im Vergleich der Bewirtschaftungsformen war die

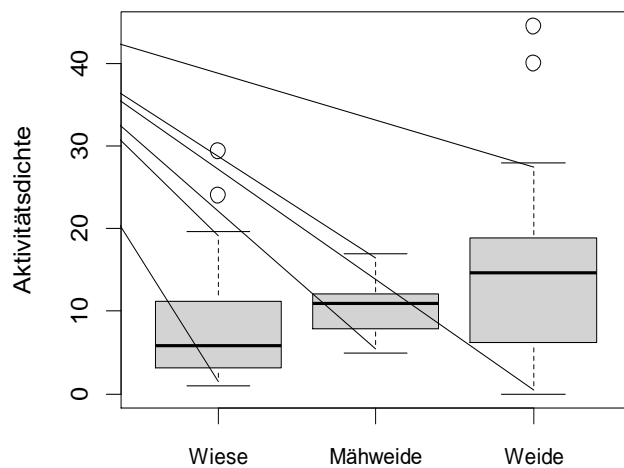


Abbildung 15. Aktivitätsdichte auf Mähflächen (Wiese), Mähflächen mit Nachbeweidung (Mähweide) und Dauerweiden auf den drei untersuchten Betrieben.

Aktivitätsdichte auf Weiden höher als auf Mähflächen (Abbildung 15). Unter Umständen lässt sich dieser Unterschied durch einen geringeren „Raumwiderstand“ der kürzeren Vegetation der Weideflächen erklären. Die Aktivitätsdichte unterschied sich auch zwischen Rand- und Zentralflächen-Transekten, wobei mehr Individuen in der Mitte der Fläche gefangen wurden. Dieser Randeffekte lässt sich wahrscheinlich durch einen kleineren „Einzugsbereich“ der Fallen am Rand erklären. Weder die Artenzahl noch der Shannon-Index unterschieden sich zwischen den Bewirtschaftungsformen.

Auf der Maßnahmenfläche in Ecklak wurden mehr Laufkäfer-Individuen gefangen als auf konventionell bewirtschafteten Mähflächen der Betriebe Ecklak, St. Margarethen und Siethwende (Abbildung 16). Auf den ersten Blick lässt sich dieser Unterschied nicht durch einen unterschiedlichen „Raumwiderstand“ erklären, da die Vegetation auf beiden Flächentypen ähnlich dicht erschien. Eher wäre er noch auf den häufiger gemähten Kontrollflächen geringer als auf den Maßnahmenflächen, was zu einem

umgekehrten Ergebnis führen sollte. Auch die Anzahl der gefangenen Arten sowie der Shannon-Index waren auf den Maßnahmenflächen höher als auf konventionell bewirtschafteten Flächen. Eine endgültige Aussage, welche Arten mit welchen ökologischen Ansprüchen nur auf der Maßnahmenfläche gefunden werden können, ist nicht möglich. Innerhalb der Maßnahmenfläche unterschieden sich weder Aktivitätsdichte, Artenzahl noch Shannon-Index zwischen den „Plots“. Die Maßnahmen-Effekte auf Aktivitätsdichte und Diversität lassen sich daher am wahrscheinlichsten durch direkte und/oder indirekte Effekte von fehlender Düngung, fehlendem Pestizideinsatz sowie geringerer Mahdhäufigkeit erklären.

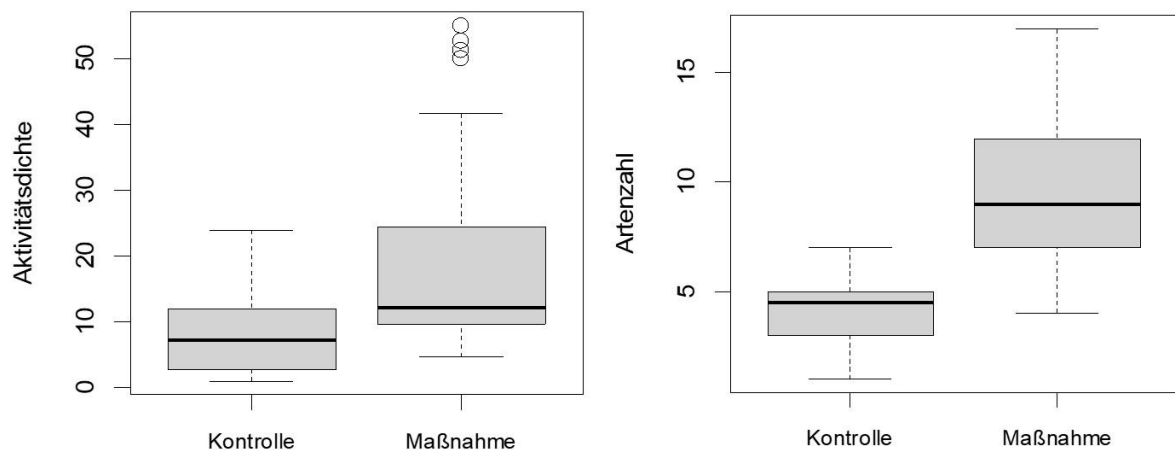


Abbildung 16. Aktivitätsdichte auf konventionell bewirtschafteten Mähflächen (Kontrolle) und den ADAM-Maßnahmen-flächen (links); Diversität auf konventionell bewirtschafteten Mähflächen (Kontrolle) und den ADAM-Maßnahmen-flächen (rechts).

Futterertrag und Futterqualität

Das Ziel der Untersuchungen zum Umfang der Futtererzeugung einschließlich der Qualität des Futters war es, einerseits die möglichen Einbußen durch die botanische Aufwertung und die reduzierte Bewirtschaftungsintensität auf den Randstreifen zu quantifizieren und andererseits die Grundlagen dafür zu entwickeln, wie das auf den Randstreifen erzeugte Futter in Abhängigkeit von der Futterqualität auf dem Milchviehbetrieb verwertet werden kann. Hierfür wurden über die drei Versuchsjahre (Ansaatjahr, erstes und zweites Hauptnutzungsjahr) auf Teilflächen in den Versuchsvarianten Ernteerhebungen durchgeführt und das gewonnene Futter auf seine Frischfutterqualität hin im Labor untersucht. Im Ansaatjahr wurde nur in der Zeit nach der Ansaat auf den Randstreifen beprobt, also nach August, der Jahresertrag des Ansaatjahres repräsentiert daher nur einen Teil des gesamten Jahresertrages. In den beiden Hauptnutzungsjahren wurden alle Aufwüchse in diesen Jahren beprobt. Auf den Randstreifen wurden die Proben entsprechend der drei Nutzungsvarianten gewonnen, d.h. zu den vorgegebenen Schnittterminen. In der Variante betriebsüblich wurden die Randstreifen stets so beerntet, wie es der jeweilige landwirtschaftliche

Betrieb auf der gesamten Fläche handhabte, üblicherweise waren es vier Schnitte. Parallel dazu wurden auf der Zentralfläche auch Futterproben gewonnen, allerdings nicht zur Ertragsfeststellung sondern lediglich zur Futterqualitätsbestimmung. Probeschnitte auf den Zentralflächen wurden immer dann vorgenommen, wenn auf den Randstreifen auch beprobt wurde. Die Werte für die Zentralflächen sollten als Vergleich dienen für die durchschnittliche Futterqualität, die die Betriebe auf ihren üblich bewirtschafteten Flächen erzielen.

In der Zusammenstellung der Ergebnisse wurden die Erträge eines Versuchsgliedes innerhalb eines Jahres aufaddiert, gezeigt werden also die Jahreserträge. Die Futterqualität wurde bei allen einzelnen Aufwüchsen bestimmt, es wurde mit diesen Werten, gewichtet jeweils mit den Erträgen der einzelnen Aufwüchse, mittlere Werte der Futterqualität eines Jahres berechnet.

In Tabelle 4 ist der Faktor-Stufen-Plan des Experiments gezeigt. Entsprechend dieses Designs wurden die Daten mithilfe multifaktorieller Statistik (Gemischte lineare Modelle) ausgewertet.

Tabelle 4. Versuchsdesign des ADAM Feldexperiments in Bezug auf die agronomische Auswertung

	Faktor		Stufe
1	Aufwertung (Aw)	1.1	Kontrolle (ohne Aufwertung, K)
		1.2	Ansaat (A)
		1.3	Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB)
		1.4	Mahdgutübertragung (M)
		1.5	Mahdgutübertragung n. Oberbodenabtrag (MoB)
		1.6	zentrale Fläche (praxisüblich, Z) ⁴⁾
2	Standort (St)	2.1	Marsch
		2.2	Moor
3	Nutzung (Nu)	3.1	2-Schnittnutzung ¹⁾
		3.2	1-Schnittnutzung ²⁾
		3.3	Betriebsvariante ³⁾
4	Jahr (Yr)	4.1	Ansaatjahr (2019)
		4.2	Hauptnutzungsjahr 1 (2020)
		4.3	Hauptnutzungsjahr 2 (2021)

Vier Versuchsbetriebe mit jeweils vier Experimentalflächen je Versuchsglied

- 1) Heuschnitt Mitte Juni, späte Nutzung 2. Schnitt (fördert Arten extensiver Heunutzungssysteme)
- 2) Schnitt im Juli, weiterer Aufwuchs bleibt über Winter stehen (fördert Nahrungsangebot für herbivore Vögel über Winter)
- 3) Nutzung betriebsüblich, wie auf der gesamten Fläche
- 4) Die Variante Z (praxisüblich, Zentralfläche) ist nicht orthogonal mit den anderen Versuchsgliedern kombiniert; sie wurde als zusätzliche grundsätzliche Vergleichsvariante für die Beurteilung der Futterqualität in die Beprobung aufgenommen. Eine Ertragsfeststellung erfolgte in dieser Variante nicht.

Die Ergebnisse der statistischen Analyse des Futterertrages sind in der Tabelle 5 gezeigt. Es bestehen Interaktionen zwischen den Faktoren. So ist die Wirkung der

Aufwertungsmaßnahmen auf den Ertrag der Randstreifen vom Jahr und vom Standort abhängig. Als Hauptfaktor ist die Wirkung der Aufwertung nicht signifikant. Abbildung 17 ist zu entnehmen, dass auf dem Moorgrünland die Aufwertung gegenüber der Altgrasnarbe (Kontrolle) geringfügig geringere Erträge produzierte wohingegen auf dem Marschstandort die Aufwertungsmaßnahmen zum Teil sogar zu höheren Erträgen führte. Insgesamt waren die Randstreifen auf dem Marschstandort höher als auf dem Moor; deutlich war auch ein Unterschied der Erträge zwischen den Jahren zu erkennen mit höheren Erträgen im zweiten im Vergleich zum ersten Hauptnutzungsjahr. Dies kann auf die unterschiedliche Wasserverfügbarkeit in den beiden Jahren zurückgeführt werden. Mit Ertragsleistungen von bis zu 750 g TS/m² (das sind 7,5 t/ha) auf der Marsch im zweiten Hauptnutzungsjahr wurden deutlich geringere Erträge produziert als auf der praxisüblich intensiv bewirtschafteten gesamten Fläche. Diese Erträge wurden jedoch ohne eine Düngung erzielt und weisen damit auf ein nennenswertes Nachlieferungspotential des Bodens für Pflanzennährstoffe hin.

Tabelle 5. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf den Futterertrag je Jahr (TS-Ertrag g/m²)

	FG	F-Wert	p-Wert
Standort (St)	1/655	6,9	0,0088**
Jahr (Yr)	2/655	205,4	<,0001***
Nutzung (Nu)	2/655	0,0	0,998ns
Aufwertung (Aw)	4/655	0,7	0,6174ns
St x Yr	2/655	25,6	<,0001***
St x Aw	4/655	3,3	0,0106*
Yr x Nu	4/655	6,1	0,0001***
Yr x Aw	8/655	4,0	0,0001***

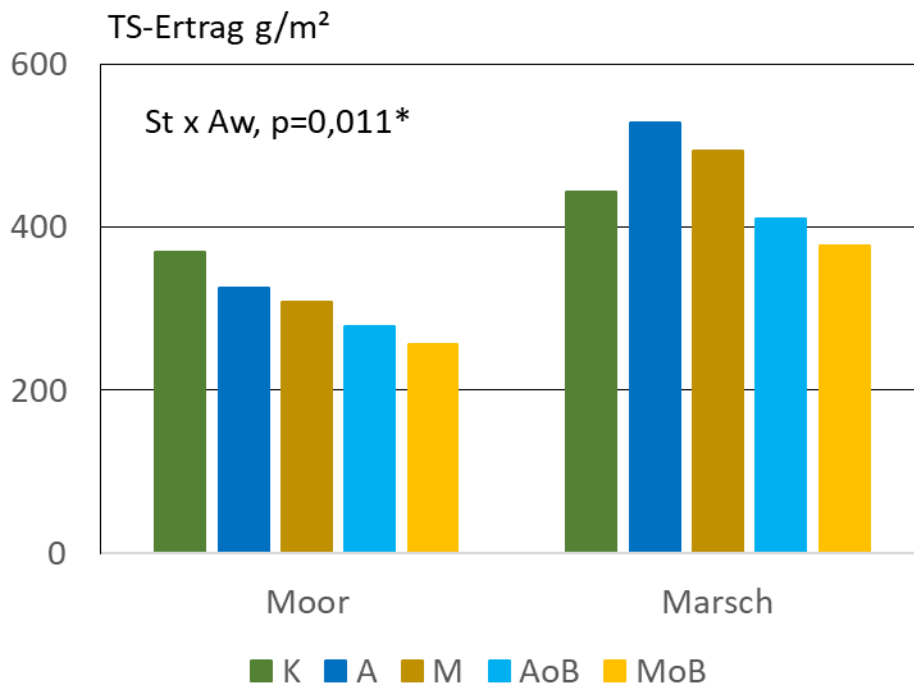


Abbildung 17. Einfluss der Aufwertungsmaßnahmen auf den mittleren Jahresertrag (TS, Ansaatjahr, zwei Hauptnutzungsjahre) in den Randstreifen in Abhängigkeit vom Standort (Moor, Marsch). Werte im Mittel aller Nutzungen, Versuchsbetriebe und Experimentalflächen. St x Aw: Wechselwirkung Standort x Aufwertung. Aufwertung: Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung n. Oberbodenabtrag (MoB)

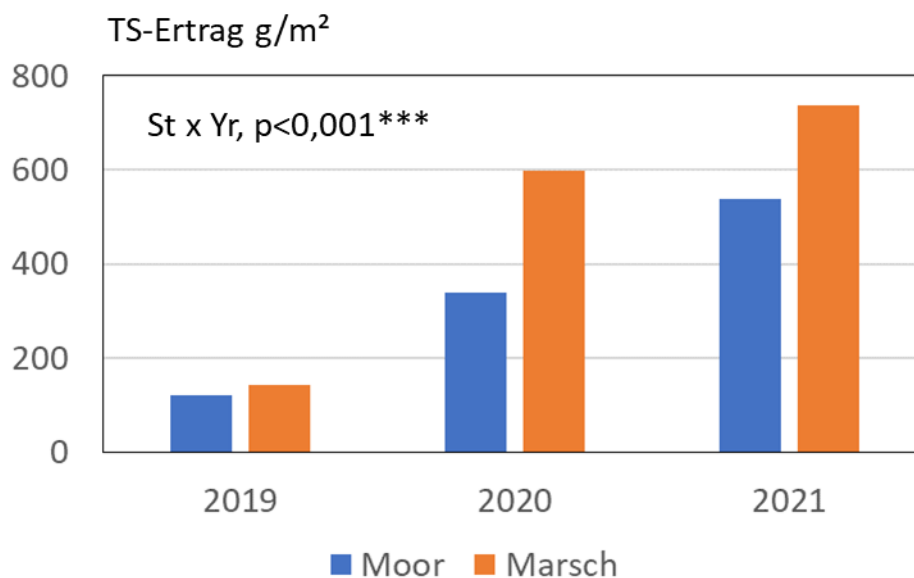


Abbildung 18. Einfluss von Standort und Jahr auf den Jahres-TS-Ertrag aufgewerteter Randstreifen in Abhängigkeit vom Standort (Moor, Marsch). Werte im Mittel aller Aufwertungsmaßnahmen, Nutzungen, Versuchsbetriebe und Experimentalflächen. St x Yr: Wechselwirkung Standort x Jahr.

Die **Futterqualität** des Erntegutes der Randstreifen wurde anhand der Kriterien Rohprotein, Faser (ADF, Lignozellulose) sowie Verdaulichkeit der organischen Substanz und metabolisierbare Energie (ME) beurteilt. Die Ergebnisse der statistischen Analyse für die einzelnen Merkmale sind in den Tabellen 6, 8, 10, 12 gezeigt. Aufgrund des unbalancierten Designs in Bezug auf die Variante ‚zentrale Fläche‘ (Z) wurde diese Größe nicht in die statistische Analyse einbezogen. Die in den Varianztabelle gezeigten Haupt- und Wechselwirkungseffekte beziehen sich somit auf der Vergleich der Aufwertungsvarianten, ohne Berücksichtigung der Daten aus der Zentralfläche. In den nachfolgenden Ergebnistabelle und Abbildungen sind die Werte für (Z) dennoch gezeigt, zur Orientierung im Hinblick auf die Qualität der üblich produzierten Aufwüchse auf den Betrieben.

Die Hauptwirkungen Standort und Jahr waren bei allen Merkmalen signifikant; die Hauptwirkung des Faktors Aufwertung war bei drei von vier Eigenschaften signifikant (Tabelle 6, 8, 10, 12). Überwiegend signifikante Effekte wurden bei den Interaktionen Jahr x Nutzung, Standort x Jahr und Standort x Jahr x Nutzung festgestellt. Diese Wirkungen sind weitgehend erwartbar. So ist es unabhängig von aufwertungsmaßnahmen gut dokumentiert, dass die Futterqualität von Jahres- und Standorteffekten üblicherweise deutlich beeinflusst wird, und dass es entsprechend auch Wechselwirkungen dieser Faktoren mit der Nutzung gibt. Im folgenden wird der Schwerpunkt der Analyse auf die Wirkung der Aufwertungsmaßnahmen gelegt. Entsprechend stehen diese Effekte im Vordergrund der in den Abbildungen (19, 20, 21, 22) gezeigten Ergebnisse; hierbei werden jeweils nur signifikante Faktoren gezeigt. Umfassend werden die Ergebnisse in den Tabellen 7, 9, 11, 13 mitgeteilt.

Beim Rohproteingehalt wurden auf dem Marschstandort generell höhere Proteinkonzentrationen im Futter festgestellt (Abbildung 19). Das Ausmaß der Differenz zwischen den verschiedenen Aufwertungsmaßnahmen war variabel, das erklärt die Signifikanz der Wechselwirkung. Im Vergleich zur Kontrollvariante (K, nicht aufgewertet Grasnarbe) haben die Aufwertungsmaßnahmen nicht generell zu einer Verringerung der Proteinkonzentrationen geführt. Auf den Randstreifen waren die Proteinwerte im Vergleich zur Zentralfläche geringfügig niedriger. Dennoch sind auch bei allen Aufwertungsmaßnahmen auf den Randstreifen die Proteinwerte mit im Mittel knapp unter 190 g/kg TS in einem Bereich, der für die Ernährung von Milchkühen als Maximalwert empfohlen wird (LUFÄ Nordwest 2023). Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass in den Randstreifen die unterlassene (Stickstoff-) Düngung kein erheblich limitierender Faktor für die Stickstoffversorgung der Bestände war.

Tabelle 6. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Rohproteinkonzentration (g/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

	FG	F-Wert	p-Wert
Standort (St)	1/641	5,3	0,0214*
Jahr (Yr)	2/641	225,3	<,0001***
Nutzung (Nu)	2/641	0,3	0,7245
Aufwertung (Aw)	4/641	6,3	0,0001***
St x Yr	2/641	63,1	<,0001***
St x Aw	4/641	2,7	0,0288*
Yr x Nu	4/641	32	<,0001***

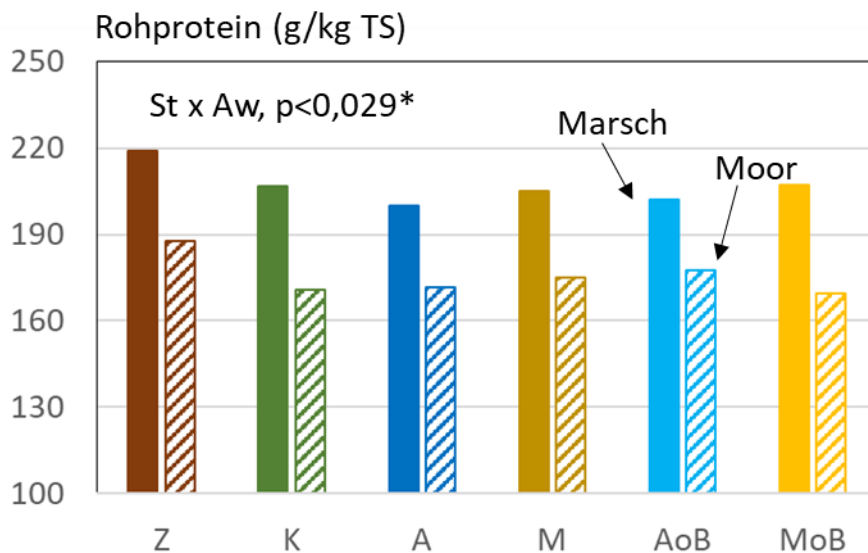


Abbildung 19. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Rohproteinkonzentration im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 7: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Rohproteinkonzentration im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Nutzung	Aufwertung						Mittel
	Z	K	A	M	AoB	MoB	
2019							
2-Schnitt	203	189	186	190	190	188	191
1-Schnitt	210	185	186	196	194	193	194
betriebsüblich	194	189	188	195	192	192	192
Mittel	202	188	186	194	192	191	192
2020							
2-Schnitt	166	112	110	124	93	109	119
1-Schnitt	208	79	86	90	67	69	100
betriebsüblich	174	147	137	133	116	113	137
Mittel	183	113	111	115	92	97	119
2021							
2-Schnitt	181	110	101	105	88	91	113
1-Schnitt	168	92	86	98	76	88	101
betriebsüblich	190	148	145	152	134	134	150
Mittel	180	117	111	119	99	104	121

Der ADF-Wert ist ein Maß für den Umfang der Zellwandmasse und Abbaubarkeit im Pansen. Der Faktor Aufwertung war lediglich in der Hauptwirkung signifikant (Tabelle 8). In den Varianten A, AoB und MoB wurden etwas erhöhte Werte im Vergleich zu den Varianten K und M ermittelt. Auffallend ist es jedoch, dass die ADF-Konzentrationen im Futter der Randstreifen deutlich höher waren als in der Zentralfläche (Abbildung 20). Dieser Unterschied ist vor allem auf das in den Randstreifen andere Nutzungs- bzw. Schnittregime zurückzuführen, offensichtlich weniger auf die unterlassene Düngung, die, wie gezeigt wurde, nur geringfügig niedrigere Proteinwerte zur Folge hatte. Gegenüber der Zentralfläche wurden die Randstreifen mit einer erheblich geringeren Schnitffrequenz bewirtschaftet. Die ADF-Konzentrationen des auf den Rändern geernteten Futters lagen deutlich über den Empfehlungswerten für die Ernährung von Milchkühen. Nach LUFA Nordwest sollten sich die ADF-Werte in einem Bereich von 250-300 g/kg bewegen. Dieser Wert wurde nur in der Zentralfläche durchgehend erreicht.

Tabelle 8. ANOVA Ergebnisse zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die ADF-Konzentration (g/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

	FG	F-Wert	p-Wert
Standort (St)	1/639	17,3	<,0001***
Jahr (Yr)	2/639	95,2	<,0001***
Nutzung (Nu)	2/639	0,8	0,4399
Aufwertung (Aw)	4/639	4,3	0,002**
St x Yr	2/639	29,8	<,0001***
St x Nu	2/639	0	0,9909
Yr x Nu	4/639	47,5	<,0001***
St x Yr x Nu	4/639	6,9	<,0001***

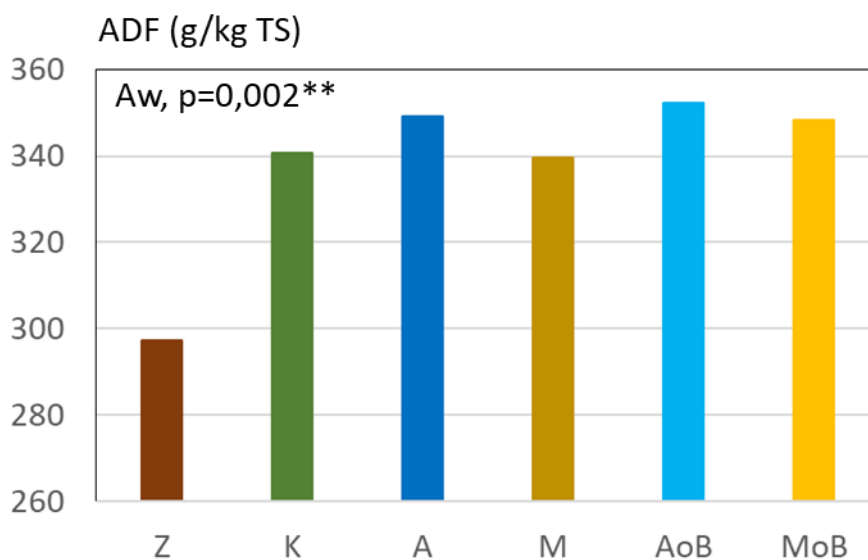


Abbildung 20. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die ADF-Konzentration im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 9: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die ADF-Konzentration (g/kg TS) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Nutzung	Aufwertung						Mittel
	Z	K	A	M	AoB	MoB	
2019							
2-Schnitt	289	302	318	314	312	315	308
1-Schnitt	301	308	310	295	302	305	303
betriebsüblich	307	308	317	311	309	304	309
Mittel	299	306	315	307	308	308	307
2020							
2-Schnitt	303	345	348	336	361	345	339
1-Schnitt	274	402	421	396	403	413	384
betriebsüblich	289	296	304	308	323	316	306
Mittel	288	347	358	346	362	358	343
2021							
2-Schnitt	309	367	378	363	390	374	363
1-Schnitt	319	428	435	427	440	432	413
betriebsüblich	288	312	313	308	332	334	314
Mittel	305	369	375	366	387	380	364

Im Hinblick auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (DOM) wurde eine signifikante Wechselwirkung Jahr x Aufwertung festgestellt (Tabelle 10). Dies ist darauf zurückzuführen, dass im Ansaatjahr die Aufwertungsmaßnahmen noch nicht entscheidend sichtbar waren. Gegenüber der Altnarbe (K) waren die ADF-Werte in den Varianten A und AoB etwas niedriger, in den Varianten M und MoB gleich hoch bzw. etwas erhöht. In den beiden Hauptnutzungsjahren unterscheiden sich die Werte weniger, das bedeutet, dass Aufwertungsmaßnahmen und Nutzung vergleichsweise konstant die Verdaulichkeit beeinflussen (Abbildung 21). Im Vergleich zur praxisüblich geernteten Zentralfläche lag die Verdaulichkeit der organischen Substanz in den Aufwertungsvarianten um etwa 10% niedriger. Futter dieser Qualität ist als alleiniges Grundfutter nicht für die Verwertung durch hochleistende Milchkühe geeignet.

Tabelle 10. ANOVA Ergebnisse (Freiheitsgrade, F- und p-Werte) zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

	FG	F-Wert	p-Wert
Standort (St)	1/631	22,4	<,0001***
Jahr (Yr)	2/631	44,2	<,0001***
Nutzung (Nu)	2/631	0,7	0,5135
Aufwertung (Aw)	4/631	0,3	0,8647
St x Yr	2/631	22,2	<,0001***
St x Nu	2/631	0,1	0,9446
Yr x Nu	4/631	66,1	<,0001***
Yr x Aw	8/631	3,7	0,0003***
St x Yr x Nu	4/631	15,1	<,0001***

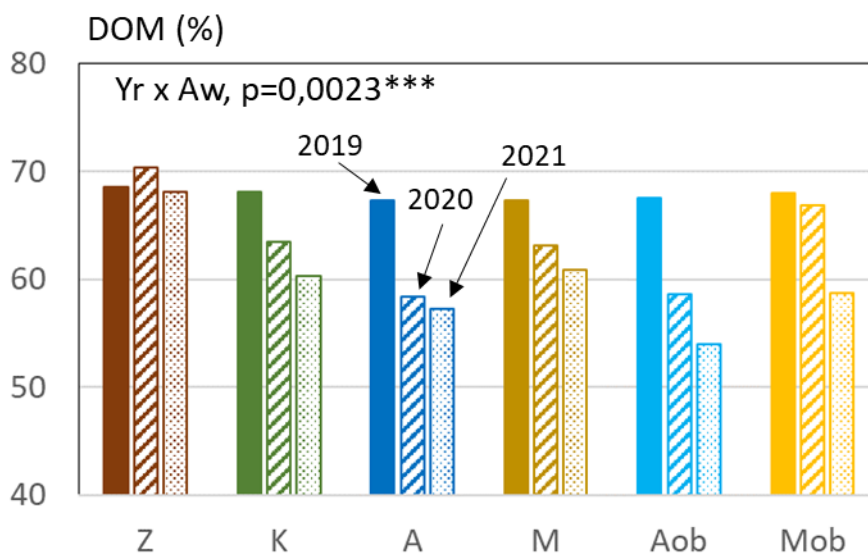


Abbildung 21. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 11: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz (%) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Nutzung	Aufwertung						Mittel
	Z	K	A	M	AoB	MoB	
2019							
2-Schnitt	69,8	67,4	67,0	66,6	66,4	67,0	67,3
1-Schnitt	68,0	68,2	67,7	68,0	68,0	68,0	68,0
betriebsüblich	67,9	68,7	67,1	67,4	68,2	68,9	68,0
Mittel	68,5	68,1	67,3	67,3	67,5	68,0	67,8
2020							
2-Schnitt	67,4	64,0	62,6	67,8	61,1	66,1	64,8
1-Schnitt	71,7	55,7	50,6	57,1	56,4	53,6	57,5
betriebsüblich	71,0	71,3	69,7	72,4	66,2	70,2	70,1
Mittel	70,0	63,6	60,9	65,8	61,2	63,3	64,1
2021							
2-Schnitt	69,0	60,5	58,1	61,8	56,3	59,3	60,8
1-Schnitt	69,2	50,8	50,0	52,9	48,0	51,8	53,8
betriebsüblich	71,5	68,3	68,3	69,2	64,9	66,4	68,1
Mittel	69,9	59,8	58,8	61,3	56,4	59,1	60,9

Ein ähnliches Bild wie bei der Verdaulichkeit ergibt sich in Bezug auf die ME-Konzentration. Die Kenngröße metabolisierbare Energie ist ein Maß für die im Futter enthaltene Energie, die vom tierischen Stoffwechsel genutzt bzw. umgesetzt werden kann. Eine hohe Energiekonzentration bedeutet, dass den Tieren je Einheit aufgenommenen Futters mehr Energie zur Verfügung steht. Gleichzeitig bedeutet eine höhere Energiekonzentration, dass die Passagerate im Pansen erhöht ist, so dass in der Zeiteinheit mehr Grobfutter aufgenommen werden kann und dass im Pansen mehr Energie für die mikrobielle Proteinsynthese zur Verfügung steht. In der Variante ‚Mahdgutübertragung‘ (M) lag die Energiekonzentration auf der Höhe des entsprechenden Wertes der Kontrollvariante, in den übrigen Aufwertungsvarianten waren die Konzentrationen geringfügig niedriger. Im Vergleich zum Futter der Zentralfläche lag die Energiekonzentration an den aufgewerteten Rändern deutlich, um bis zu 0,9 ME/kg TS, niedriger (Abbildung 22). Im Hinblick auf die Verwertbarkeit kann somit festgestellt werden, dass das Futter aus den aufgewerteten Randstreifen nicht als Alleinfutter bzw. alleiniges Grobfutter für die Fütterung hochleistender Milchkühe eingesetzt werden kann.

Tabelle 12. ANOVA Ergebnisse (Freiheitsgrade, F- und p-Werte) zum Einfluss von Aufwertung, Nutzung, Standort und Jahr (Haupt- und Wechselwirkungen) auf die Konzentration an metabolischer Energie (MJ ME/kg TS) im Futter jeweils eines Jahres. Die Werte für das Futter von der Zentralfläche (Z) sind in die statistische Analyse nicht eingegangen.

	FG	F-Wert	p-Wert
Standort (St)	1/639	14,129	0,0002***
Jahr (Yr)	2/639	77,603	<,0001***
Nutzung (Nu)	2/639	0,689	0,5024
Aufwertung (Aw)	4/639	7,251	<,0001***
St x Yr	2/639	25,909	<,0001***
St x Nu	2/639	0,038	0,9627
Yr x Nu	4/639	57,677	<,0001***
St x Yr x Nu	4/639	11,189	<,0001***

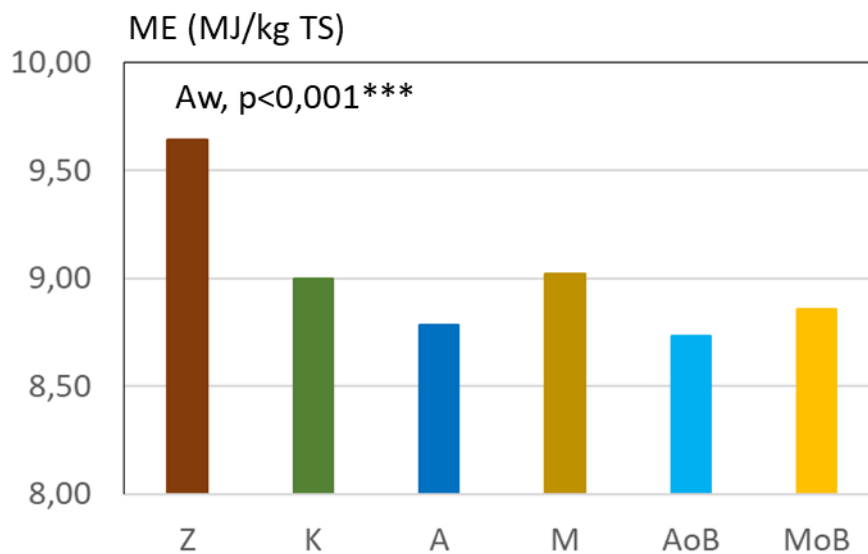


Abbildung 22. Einfluss von Nutzung und Aufwertungsmaßnahme auf die Konzentration an metabolisierbarer Energie (MJ ME/kg TS) im Futter von aufgewerteten Randstreifen, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, von drei Jahren und zwei Standorten. Wechselwirkung Nutzung x Aufwertung nicht signifikant. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Tabelle 13: Einfluss von Nutzung, Aufwertungsmaßnahme und Jahr auf die Konzentration an metabolisierbarer Energie (ME MJ/kg TS) im Futter, jeweils gewogenes Mittel aller Aufwüchse eines Jahres. Werte im Mittel aller Versuchsbetriebe und Experimentalflächen, und zwei Standorten. Aufwertung: zentrale Fläche (praxisüblich, Z), Kontrolle (ohne Aufwertung, K), Ansaat (A), Ansaat nach Oberbodenabtrag (AoB), Mahdgutübertragung (M), Mahdgutübertragung nach Oberbodenabtrag (MoB)

Nutzung	Aufwertung						Mittel
	Z	K	A	M	AoB	MoB	
2019							
2-Schnitt	9,79	9,53	9,38	9,36	9,32	9,40	9,46
1-Schnitt	9,55	9,59	9,51	9,62	9,59	9,57	9,57
betriebsüblich	9,52	9,59	9,37	9,45	9,52	9,64	9,51
Mittel	9,62	9,57	9,42	9,48	9,47	9,53	9,51
2020							
2-Schnitt	9,41	9,02	8,86	9,28	8,67	9,10	9,06
1-Schnitt	9,98	8,04	7,48	8,06	8,17	7,66	8,23
betriebsüblich	9,83	9,90	9,66	9,80	9,29	9,60	9,68
Mittel	9,74	8,99	8,66	9,05	8,71	8,79	8,99
2021							
2-Schnitt	9,47	8,54	8,24	8,72	7,97	8,43	8,56
1-Schnitt	9,43	7,25	7,14	7,36	7,06	7,23	7,58
betriebsüblich	9,81	9,53	9,46	9,56	9,06	9,11	9,42
Mittel	9,57	8,44	8,28	8,54	8,03	8,25	8,52

Ökonomische Einordnung und Konsequenzen für die Nutzung und Entwicklung von AUKM

Für die Einschätzung der Kosten wurde mehrstufig vorgegangen. In einem ersten Schritt wurden die Kosten für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen ermittelt. Daran anschließend wurde in einem zweiten Schritt der Ertragsausfall auf den aufgewerteten Randstreifen kalkuliert. Dabei wurde sowohl die Ertragsleistung als auch die Futterqualität berücksichtigt.

Anlagekosten

Für die Ermittlung der Anlagekosten wurden die Beschaffung des Saatgutes bzw. des Mähgutes für die Samenübertragung, die Bodenbearbeitung und die Ausbringung des Saatgutes bzw. des Mähgutes angesetzt. Diese Kosten wurden nicht spezifisch auf den ADAM-Experimentalbetrieben erhoben. Hintergrund dafür war, dass aufgrund des experimentellen Ansatzes mit den verschiedenen Aufwertungsvarianten eine für die Praxis relevante Kostenermittlung nicht möglich erschien. Stattdessen konnte auf eine vorangegangene Untersuchung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

(Lfl, Heinze & Rupp, 2018) zurückgegriffen werden, bei der die Arbeiten zur Etablierung artenreicher Bestände durch die Landwirte selber durchgeführt wurden. Die aus dieser Arbeit verwendeten Kalkulationsgrundlagen sind in der Tabelle 14 zusammengestellt. Es sind Spannbreiten von Anlagekosten gezeigt, die sich aus der Variabilität der konkret auf praktischen Betrieben erhobenen Daten ergaben. Diese Unterschiede entstehen im wesentlichen durch unterschiedliche Verfahrensweisen der Aufwertung bzw. der entsprechenden Arbeit und Maschinennutzung, weniger durch Schwankungen bei den Kosten für die Saatgutbeschaffung. Für die Berechnung im hier vorliegenden Projekt wurden durchschnittliche Kosten angesetzt. Dabei galt es zu berücksichtigen, dass die Kostenermittlung von Heinze & Rupp im Jahr 2018 vorgenommen worden war. Es war also mit Kostensteigerungen zu rechnen. Nach Zusammenstellung der BLE (2023) für die Landwirtschaftliche Gesamtrechnung muss für den Zeitraum von 2018 bis 2022 eine Preissteigerung von ca. 5,5% je Jahr für Saat- und Pflanzgut, für Treib- und Schmierstoffe sowie für Landwirtschaftliche Dienstleistungen angesetzt werden. Für den Zeitraum von 2018 bis 2022 wird folglich mit einer Preissteigerung von 22% gerechnet werden. Damit ergeben sich für die hier anzusetzenden Kosten die nachfolgend dargestellten Beträge: (i) Bodenvorbereitung/-bearbeitung 1,17 ct/m² (min/max 0,23/3,56), (ii) Mahdgutgewinnung/-übertragung 4,20 ct/m² (3,12/5,48), (iii) Saatgut 6,23 ct/m² (6,06/6,48), (iv) Ansaat 10,12 ct/m² (8,17/11,96), und (v) Summe gesamt 12,65 ct/m² (10,24/16,71).

Tabelle 14. Kosten der Anlage botanisch aufgewerteter Randstreifen (Heinz & Rupp, 2018); min/max-Werte geben die Variationsbreiten der jeweiligen Posten in der landwirtschaftlichen Praxis an.

Posten	Einzelposten/ Arbeitsgänge*)	Kosten €/ha			
		min	max	Ø	Kosten Ø ct/m ²
Bodenvorbereitung/ - bearbeitung	Fräsen Eggen	19	292	96	0,96
Mahdgutgewinnung/ -übertragung	Mähen Wenden Schwaden Laden Verteilen	256	449	344	3,44
Saatgut (Ansaat)	Beschaffungskosten	497	531	514	5,14
Ansaat	Ausbringung Rückverfestigung Schröpschnitt	67	98	83	0,83
Summe		839	1370	1037	10,37

*) in der Publikation Heinz & Rupp sind die Kosten für die Einzelposten bzw. Arbeitsgänge differenziert aufgeführt. Hier wurden die Einzelposten innerhalb der größeren Posten zusammengefasst. Bei der Summenbildung wurden entsprechend der Vorgehensweise im ADAM-Projekt die Kosten für die Mahdgutübertragung und die Ansaat addiert, da beides kombiniert wurde.

Überträgt man die Kosten der Anlage aufgewerteter Randstreifen auf einen ha Grünland, dessen Ränder diversifiziert werden sollen, dann erhält man die in Tabelle

15 dargestellten Werte. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einem Flächenanteil von 6% an einer Seite des Grünlandschlages ein Rand von 6m x 100m aufgewertet wird. Bei einem Flächenanteil von 12% könnten an zwei Seiten des Schlages je 6m x 100m aufgewertet werden. Geht man davon aus, dass in einem möglichen Förderprogramm Randstreifen für einen Zeitraum von fünf Jahren angelegt und angepasst bewirtschaftet werden, dann ergeben sich jährliche Kosten von durchschnittlich € 12,5 für 6% aufgewerteten Flächenanteil und € 25,- für 12% Flächenanteil.

Tabelle 15. Kosten der Anlage botanisch aufgewerteter Randstreifen je ha Grünland bezogen auf einen Flächenanteil aufgewerteter Ränder von 6 bzw. 12%.

Flächenanteil/ha m ²	%	Kosten €/ha		
		min	max	Ø
600	6%	50,34	82,20	62,22
1200	12%	100,68	164,40	124,44

Ertragsausfall einschließlich zusätzlicher Bewirtschaftungskosten

Das Ausmaß des entgangenen Gewinns kann an den durch die Aufwertungsmaßnahmen und die folgende angepasste Bewirtschaftung entstehenden Ertragsausfällen und der Qualitätsminderung des Erntegutes der Randstreifen abgeschätzt werden. Zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass die auf den aufgewerteten Rändern gegenüber der zentralen Fläche veränderte Bewirtschaftung Kosten verursachen kann. Zusätzliche Kosten entstehen bspw. aber auch dadurch, dass das Futter gesondert geerntet, konserviert und im Stall getrennt gelagert und verfüttert werden muss. Wie hoch die monetären Verluste im konkreten Fall sein können, hängt in hohem Maße von der Verwertung des Futters ab, ob also das Futter etwa als Heu an extensive Nutztierhaltungen (bspw. Pferde) verkauft werden kann oder ob es in der Milchviehherde des eigenen Betriebs verwendet wird, etwa als strukturreiches Grobfutter für trockenstehende Kühe oder für die Nachzuchtfärsen im zweiten Lebensjahr.

Zunächst sollen anhand der in den Experimenten erzielten Ergebnisse die Kosten für verminderte Erträge und geringere Futterqualität abgeschätzt werden. Zur Abschätzung der Ertragsverluste wurden für die Projektgebiete bzw. Standorte Annahmen zur Ertragsleistung des Grünlandes getroffen. Bei den Grünlandflächen, auf denen die ADAM-Experimente durchgeführt wurden, handelt es sich um intensiv bewirtschaftete Flächen, so wie es in der intensiven Milchwirtschaft in Nordwestdeutschland üblich ist. Das bedeutet, dass die Flächen in der Regel hohe Anteile von Deutschem Weidelgras aufweisen, dass das Wachstum der Bestände nicht Stickstoff-limitiert ist und dass das Gras mindestens viermal je Jahr für die Gewinnung von Grassilage geschnitten wird. Unter diesen Bedingungen kann auf den

Marschstandorten von regelmäßigen Jahreserträge von 12 t TS je ha und Jahr ausgegangen werden, auf dem Moor sind es mit 9 t etwas geringere Erträge (Tabelle 16, Variante Z). Für die Ertragsabschätzung der aufgewerteten Ränder (Variante Aw) wurden die Ergebnisse der eigenen Erhebungen im Mittel der im ADAM Projekt geprüften Aufwertungsvarianten zusammengefasst. Die in Tabelle 15 gezeigten Ergebnisse zur Futterqualität konnten vollständig aus den eigenen Erhebungen entnommen werden. Es wird deutlich, dass es insbesondere im Hinblick auf den Ertrag aber auch die Futterqualität deutliche Unterschiede zwischen den praxisüblich bewirtschafteten eher Weidelgras-reichen und intensiv bewirtschafteten Zentralflächen und den aufgewerteten, extensiv bewirtschafteten 6m breiten Rändern gibt. Aus diesen Vergleichsdaten wurden für die weitere ökonomische Analyse physische Ertragseinbußen zwischen der Z- und der Aw-Variante für den TS-Ertrag und die Rohprotein- (XP) und Energie-(ME)erträge als Differenz zur Z-Variante je ha berechnet (Tabelle 17). Dabei wurde der vorgesehene Flächenanteil aufgewerteter Ränder je ha Grünland variiert.

Tabelle 16. Kalkulationsgrundlagen für die Ermittlung der Ertragseinbuße infolge der Bewirtschaftung aufgewerteter Randstreifen. Z=Zentralfläche, Aw=aufgewertete Randstreifen, im Mittel aller geprüften Aufwertungsmaßnahmen, XP=Rohprotein, ME=Metabolisierbare Energie.

Aufwertung	TS-Ertrag g/m ²		XP g/kg TS		ME MJ/kg TS		XP-Ertrag g/m ²		ME-Ertrag MJ/m ²	
	Z	Aw	Z	Aw	Z	Aw	Z	Aw	Z	Aw
Marsch	1200	670	180	90	9,57	7,76	216,0	60,3	11,5	5,2
Moor	900	440	182	97	9,57	8,46	163,8	42,7	8,6	3,7
Mittel	1050	560	181	94	9,57	8,11	189,9	51,5	10,1	4,5

Tabelle 17. Physische Ertragseinbußen infolge der Aufwertung von Randstreifen, bezogen auf einen ha Grünland mit unterschiedlichen Flächenanteilen aufgewerteter Ränder. Z=Zentralfläche, Aw=aufgewertete Randstreifen, im Mittel aller Aufwertungsmaßnahmen, XP=Rohprotein, ME=Metabolisierbare Energie.

Flächenanteil	Ertragsdifferenz Z-Aw (dt/ha)		XP-Ertragsdifferenz Z-Aw (kg/ha)		ME-Ertragsdifferenz Z-Aw (GJ/ha)	
	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Marsch	3,2	6,4	93	187	3,8	7,5
Moor	2,8	5,5	73	145	2,9	5,9
Mittel	2,9	5,9	83	166	3,4	6,7

Der monetäre Ertragsverlust wird im folgenden über drei verschiedene Opportunitätskosten-Ansätze abgeschätzt.

(i) Der Ertragsausfall an hochwertiger Grassilage durch die aufgewerteten Ränder wird durch Zukauf von Grassilage kompensiert. Hierfür werden als Bezugsgröße durchschnittliche Silagekosten frei Silageplatte der Jahre 2019 bis 2022 herangezogen (DBV 2021). Diese belaufen sich auf € 95 je t TS.

(ii) Der Ertragsausfall wird am Minderertrag von Rohprotein beurteilt. Zur Kompensation wird Proteinergänzungsfutter zugekauft. Im Mittel der Jahre 2020 und 2021 mußten für den Kauf von Rapsextraktionsschrot € 265,- je t gezahlt werden (BLE 2022).

(iii) Es wird der Ertrag an metabolisierbarer Energie herangezogen, um den Ertragsausfall auf den Rändern zu bewerten. Die fehlende Energiemenge wird durch den Zukauf von Milchleistungsfutter der Stufe III kompensiert. Hierfür wird mit einem Preis von € 300 je t kalkuliert.

(i) Zukauf von Grassilage (Variante I)

Es wird angenommen, dass die zugekaufte Silage eine vergleichbar gute Qualität hat wie die auf der Zentralfläche selbst erzeugte Silage. Somit können die Kosten anhand des ME-Ertragsausfalls (Tabelle 16) auf den Rändern abgeschätzt werden. Kosten für den Zukauf von Grassilage wurden nach DBV (2021) für den Zeitraum 2019-2022 von € 95,- je t TS angesetzt. Damit ergeben sich die in der Tabelle 18 genannten Kosten. Je nach Standort und Flächenanteil entstehen nach diesem Ansatz Berechnungsansatz Kosten für die Anlage und den Ausgleich der Ertragsverluste von jährlich von bis zu € 100,- je ha.

Tabelle 18. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen, die durch Grassilagezukauf gleicher Qualität wie auf der Zentralfläche ausgeglichen werden. Die Kosten für Ertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz auf Energiebasis durch den Zukauf gleichwertiger Silage ermittelt (Variante I). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Flächenanteil	Grassilagezukauf (dt/ha)		Grassilagezukauf (€/ha)		Gesamtkosten Anlage + Zukauf (€/ha)	
	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Marsch	3,94	7,87	37,40	74,81	49,90	99,81
Moor	3,07	6,13	29,13	58,25	41,63	83,25
Mittel	3,50	7,01	33,29	66,59	45,79	91,59

Zukauf von Proteinergänzungsfuttermittel (Variante II)

Der Minderertrag an Protein wird in dieser Variante durch den Zukauf von Rapsextraktionsschrot (RES) im Umfang des Proteinminderertrages kompensiert. Nach DBV (2021) wurden für den Zeitraum Kosten von RES von 265,- €/t

angenommen. Die Proteinkonzentration beträgt durchschnittlich 390g/kg. Bei diesem Ansatz ergeben sich gegenüber der Variante mit Grassilagezukauf höhere Gesamtkosten, die standortabhängig und je nach Flächenanteil der Ränder variieren und bis zu 140,- €/ha betragen (Tabelle 19).

Tabelle 19. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen. Die Kosten für Proteinertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz durch den Zukauf von Proteinergänzungsfutter (Rapsextraktionsschrot, RES) ermittelt (Variante II). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Flächenanteil	Zukauf von RES (kg/ha)		Zukauf von RES (€/ha)		Gesamtkosten Anlage + Zukauf (€/ha)	
	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Marsch	240	479	63,48	126,96	75,98	139,46
Moor	186	373	49,37	98,74	61,87	111,24
Mittel	213	426	56,42	112,85	68,92	125,35

Zukauf von Milchleistungsfutter Stufe III (MLF III) (Variante III)

Zum Ausgleich des Minderertrages an Energie wird in dieser Variante Milchleistungsfutter (MLF) zugekauft. Dabei wird von Energiekonzentration des Zukauffutters von 11 MJ ME/kg ausgegangen. Die Kosten je t MLF III betragen 300,- €. Im Vergleich der drei Berechnungsvarianten entstehen bei diesem Ansatz die höchsten Kosten von bis zu 220,- €/ha (Tabelle 20).

Tabelle 20. Kosten je Jahr für die Anlage von aufgewerteten Randstreifen und die Ertragseinbußen. Die Kosten für Ertragseinbußen wurden nach dem Opportunitätskostenansatz durch den Zukauf von Milchleistungsfutter III (MLF III) ermittelt (Variante III). Der Flächenanteil aufgewerteter Ränder beträgt entweder 6% oder 12%. Vgl. auch Tabellen 14 und 16. Die Kosten für die Anlage betragen bei 6% durchschnittlich 12,50 €/ha und Jahr, bei 12% 25,- €/ha und Jahr

Flächenanteil	Zukauf von MLF III (dt/ha)		Zukauf von MLF III (€/ha)		Gesamtkosten Anlage + Zukauf (€/ha)	
	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Marsch	3,43	6,85	102,76	205,53	115,26	218,03
Moor	2,67	5,33	80,02	160,04	92,52	172,54
Mittel	3,05	6,10	91,47	182,95	103,97	195,45

Im Hinblick auf die Nutzung bzw. Entwicklung von AUKM wurden in der hier vorliegenden Analyse die Kosten auf die Gesamtfläche bezogen, deren Ränder botanisch aufgewertet werden, auch wenn bei Feldrändern von 6 bzw. 12% auf 94 bzw. 88% der Fläche weiterhin praxisüblich intensiv gewirtschaftet wird. Bezieht man die Kosten auf die tatsächlich von der Aufwertung betroffene Fläche, so entstehen monetäre Einbußen von je nach Berechnungsweise 8 bis 17 ct/m². Hierfür wurden die in der Tabelle 17-19 angegebenen mittleren Gesamtkosten von 45 bis 103 €/ha bei 6% bzw. 600m² von der Gesamtfläche zugrunde gelegt.

Die tatsächlich auf landwirtschaftlichen Betrieben entstehenden Kosten können ja nach Bewirtschaftung der Flächen bzw. Verwertung der Aufwüchse stark schwanken. Kostengünstig ist die Integration der Ränder in den üblichen Bewirtschaftungsablauf dann, wenn die Lage und Form der Ränder eine einfache maschinelle Flächenbewirtschaftung zulässt und die Bewirtschaftung der Zentralfläche nicht beeinträchtigt ist. Günstig ist es auch, wenn etwa in der Zweischnittvariante (V1) der erste Aufwuchs auf dem Feldrand zusammen mit dem zweiten Aufwuchs auf der Zentralfläche gemäht und gemeinsam einsiliert werden kann. Dadurch lassen sich zusätzliche Bewirtschaftungskosten der Ränder gering gestalten. Im Unterschied dazu können erhöhte Kosten resultieren, wenn die Ränder weitgehend unabhängig von der Zentralfläche bewirtschaftet werden müssen und das Futter dann auch gesondert konserviert und verwertet werden muss. In diesem Fall würde ein finanzieller Ausgleich wie er oben berechnet wurde wahrscheinlich zur Deckung der tatsächlichen Kosten nicht ausreichen.

Für die Entwicklung von AUKM erscheint es aus den Erfahrungen des ADAM-Projektes sinnvoll, dass beim Flächenbezug die jeweilige Gesamtfläche eines Schrages, dessen Ränder aufgewertet werden sollen, einbezogen wird. Dabei könnten Vorgaben gemacht werden im Hinblick auf die Fläche, die Lage und die Form der aufzuwertenden Bereiche. Wie in dem hier vorgestellten Projekt sollten die Streifen eine Mindestbreite von 6m haben, möglichst nicht schmaler, aber auch nicht wesentlich breiter, so dass auf dem Grünland eines Betriebes oder in einem Gewinn ein möglichst weites Netzwerk aufgewerteter ‚Linienstruktur‘ entsteht. Bei dieser Vorgehensweise kann davon ausgegangen werden, dass der ökologische ‚Gewinn‘ über die reine aufgewertete Fläche hinaus auch auf die weiterhin praxisüblich bewirtschaftete Fläche ‚ausstrahlt‘. Die strukturelle Heterogenität der Landschaft wird auf diese Weise erhöht, was nach den Erkenntnissen der landschaftsökologischen Forschung günstigere Voraussetzungen für eine insgesamt vielfältigere Flora und Fauna bietet.

Einstellung zur Biodiversität

Die Vorstudie auf 12 Grünlandbetrieben zur Potentialanalyse konnte genutzt werden, um in Interviews mit den Betriebsleitungen Informationen zur Einstellung der landwirtschaftlichen Praxis gegenüber Anliegen der Biodiversität kennenzulernen.

Besonders differenziert konnte analysiert werden, was die Landwirte bis jetzt daran hindert Biodiversität zu fördern und welche Voraussetzungen geschaffen werden müssten, um die Bereitschaft zu Handeln zu erhöhen. Es ergibt sich ein komplexes Geflecht aus dem jeweiligen Mindset des Landwirten, seiner und der globalen wirtschaftlichen Situation, der Wirkung von und Beziehung zu Behörden und ihren einzelnen Vertretern, Ansprechpartnern, den betriebsindividuellen Charakteristika und denen des Betriebsleiters sowie der Region.

Ein ganz entscheidender Aspekt für den Willen zur Umsetzung von biodiversitätsfördernden Maßnahmen ist die wirtschaftliche Vereinbarkeit dieser Maßnahme. Landwirte sind sehr wohl bereit Maßnahmen umzusetzen, wenn diese honoriert werden oder keine wirtschaftlichen Einbußen mit sich bringen. Ein ganz entscheidender Punkt bei den genannten Hemmnissen ist das Misstrauen der Landwirte gegenüber den Behörden, es wird eher ein Gegen- als ein Miteinander empfunden. Es wird der Wunsch geäußert, dass gemeinsam mit den Landwirten an Themen gearbeitet wird. Auch um das Wissen und Verständnis für Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung und Biodiversität und bessere Akzeptanz für institutionalisierte Maßnahmen auf beiden Seiten zu fördern.

Ein interessantes Ergebnis ist die unterschiedliche direkte Auffassung des Begriffes Biodiversität und der Zusammenhang mit der Einstellung zu AUKM.

Die Landwirte sind zu Beginn nach Ihrer Auffassung des Begriffes Biodiversität gefragt worden. Wir haben die Landwirte nach ihrer Nennung von Kommentaren zur Biodiversität auf die erste Frage im Interview kategorisiert. Je nachdem, welche Komponenten (aus Flora und Fauna) sie benannt haben, gibt es drei Kategorien. Intuitiv haben zwei Landwirte überhaupt keine Biodiversitätskomponenten erwähnt. Fünf erwähnten nur florale Komponenten und sieben Befragte erwähnten Flora- und Fauna-Komponenten. Die letzte Gruppe hatte somit das beste Verständnis von Biodiversität.

Die Antworten wurden inhaltlich codiert und so die Nennung der Inhalte gezählt. Es analysiert, wie sich die Codehäufigkeiten innerhalb der Kategorien verteilen, welche Gruppe bei dem Interview ihre Prioritäten gesetzt hat und zu welchen Themen sie Wissen und Meinungen teilen wollte. Für die Auswirkungen der Biodiversität, insbesondere solche, die für den Landwirt persönlich relevant sind, zeigten die Befragten ohne Komponenten in der Definition geringe Kenntnisse. Motive für einen aktiven Biodiversitätsschutz nannten sie nicht. Sie nutzten jedoch einen großen Teil des Interviews, um über die negative und stressige Kommunikation zwischen Landwirten und dem Rest der Bevölkerung zu sprechen. Diese Gruppe hatte wenige eigene Ideen für Maßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität. Ihr Verständnis von Maßnahmen basierte eher auf Annahmen und subjektiven Beobachtungen. In der Diskussion um Hemmnisse und Anforderungen spielte in dieser Gruppe der Erhalt der Rentabilität die größte Rolle. In der Gruppe der Befragten, die ein realistischeres Verständnis von Biodiversität.

Zusätzliches Ansaatexperiment

Nach den ausgeprägten Dürreschäden auf Betrieb 12 im ersten Jahr nach der Umsetzung der Experimente wurde ein zusätzliches Ansaatexperiment auf den vier Experimentalflächen von Betrieb 12 angelegt, um die Wirkung limitierter Bodenfeuchte auf die Etablierung der Aufwertungsmaßnahmen an dem Standort besser beschreiben zu können (Abbildung 23).

Betrieb 12 Experimentalfläche 1



Abbildung 23. Zusätzliches Ansaatexperiment auf Betrieb 12. Je Fläche wurden 12 Parzellen von 1x6m an zwei Terminen (A= August; S= September) angesät. Die Parzellen liegen in Pärchen in direkter Nachbarschaft: Je einer trockeneren Höhe (grün) und einer feuchteren Senke.

Die Etablierung dieser zusätzlichen Ansaaten wurde im November 2020 (zwei bzw. drei Monate nach der Anlage) sowie im April 2021 (sieben bzw. acht Monate nach der Anlage) bonitiert. Hierfür wurden die 6m langen Parzellen in 2 Transekte à 3m unterteilt (eines grabennah und eines flächenmittennah) (Abb. Z1). Innerhalb dieser 3m langen und 1m breiten Transekte wurden sämtliche Grünlandarten erfasst sowie dominante Arten nach Rängen 1-5 bestimmt (1=dominanteste Art). Außerdem wurde quadratmeterweise (sechs Quadratmeter pro Parzelle) der Offenbodenanteil bestimmt, um die Deckung der bereits aufgelaufenen Pflanzen zu bestimmen. Für die statistische Auswertung wurde von diesen der Mittelwert den Offenbodenanteils für das jeweilige (graben- oder flächenmittennah) Transekt bestimmt. Unterschiede im Artenreichtum zwischen den Ansaatzeitpunkten und den Feuchtestufen wurden mittels Wilcoxon-Test auf Signifikanz überprüft (Abbildung 24).

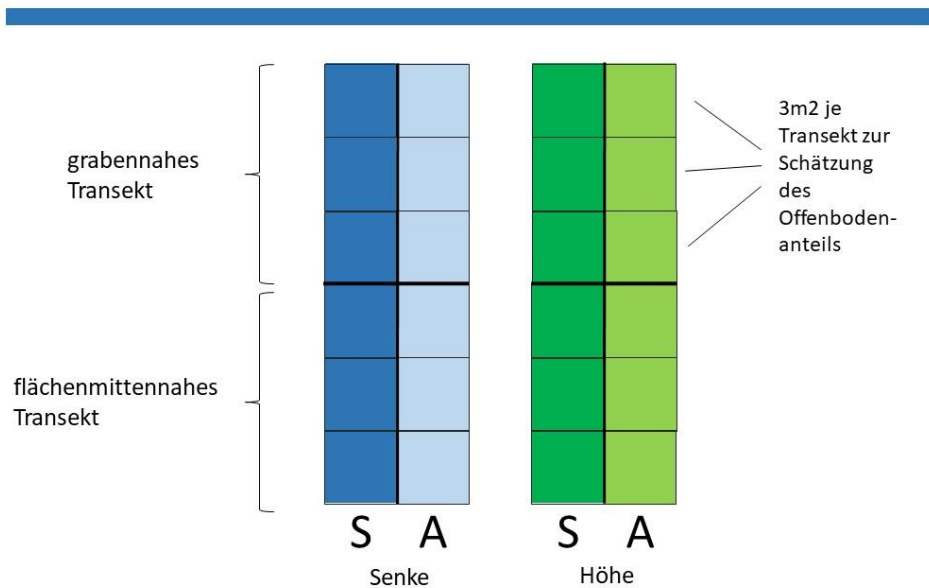


Abbildung 24: Beprobungsdesign des zusätzlichen Ansaatexperiments auf Betrieb 12. Die 6m langen Parzellen wurden in je 2 Transekte (grabennahes und flächenmittennahes Transekt) sowie in je 6 Quadratmeter zur Schätzung des Offenbodenanteils unterteilt.

Etablierung von November 2020 bis April 2021

Innerhalb der Parzellen wurden insgesamt 90 Arten identifiziert, davon 30 Arten (91%) der Ansaatmischung, 15 FFH- und 19 HNV-Arten. Die maximale Artenzahl betrug im November 35 und im April 36 Arten pro Transekt (3m²). Der Anteil offenen Bodens nahm mit dem Aufwuchs der Pflanzen zwischen November und April deutlich ab, war jedoch auch im April innerhalb der September-Ansaat (mean = 18%) noch höher als innerhalb der im August angesäten Bereiche (mean = 8,3%), während sich die Feuchtestufen untereinander diesbezüglich kaum unterschieden.

Während sich die Artenzahl in den im August angesäten Bereichen von November zu April nicht signifikant veränderte, steigerte sie sich in der September-Ansaat bis April deutlich ($p < 0.001$) (Abbildung 25). Dennoch war der Artenreichtum auch im April des Folgejahres in der September-Ansaat noch wesentlich geringer als in der August-Ansaat ($p < 0.001$). Das Feuchteregime hatte im November noch keinen Einfluss auf die Artenzahl, im April zeigte sich innerhalb der im August angesäten Bereiche eine signifikant höhere Artenzahl in trockeneren Bereichen ($p < 0.01$). Das bedeutet erstens, dass bei einer um nur vier Wochen späteren Aussaat im Herbst vorerst deutlich weniger Arten auflaufen, zweitens zeigt sich, dass diese Lücke im Artenreichtum auch im Frühjahr des Folgejahres nicht geschlossen ist, sodass sich die Wahl des Ansaatzeitpunktes unabhängig vom Feuchteregime bis zum Beginn der darauffolgenden Vegetationsperiode deutlich auswirkt.

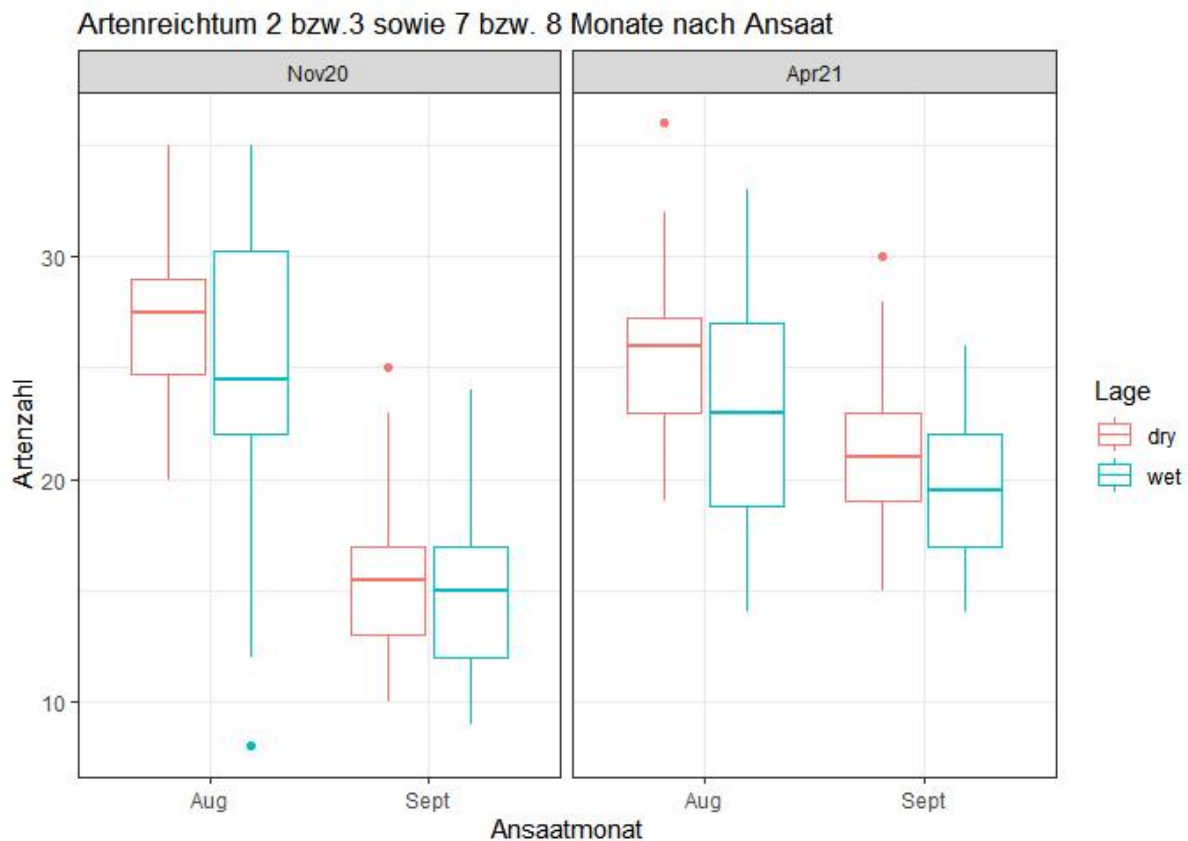


Abbildung 25. Artenreichtum im November 2020 (zwei bzw. drei Monate nach der Anlage) sowie im April 2021 (sechs bzw. acht Monate nach der Anlage) nach Ansaatzeitpunkt (August oder September 2020) und Feuchteregime (trocken/dry und nass/wet).

Grabennahe Abschnitte der Ansaaten enthielten im Schnitt eine höhere Artenzahl als die flächenmittennahen Abschnitte. Im April innerhalb der August-Ansaat war dieser Einfluss am deutlichsten ($p < 0.001$).

Während zwei bzw. drei Monate nach der Ansaat *Achillea millefolium* (in 40% der Aufnahmen dominanteste Art, in 24% zweitdominanteste) und *Stellaria media* (in 27% der Aufnahmen dominanteste Art, in 30% zweitdominanteste) die Vegetation dominierten, verschob sich das Dominanzverhältnis bis April zu den Gräsern *Bromus hordeaceus* (in 21% der Aufnahmen dominanteste Art und in 20% der Aufnahmen zweitdominanteste) und *Phleum pratense* (in je 19% der Aufnahmen dominanteste und zweitdominanteste Art), beides Arten der Ansaatmischung. *Achillea millefolium* fand sich im April noch in 10 bzw. 14% der Aufnahmen auf Platz vier und fünf der dominanten Arten, während *Stellaria media* nur noch in 16% der Ansaatbereiche dominanteste Art war. *Lolium perenne* als häufigste Art im intensiv genutzten Dauergrünland machte im November in nur 4% der Aufnahmen einen entscheidenden Anteil als dominanteste oder zweitdominanteste Art der aufgelaufenen Arten aus, in insgesamt 25% der Ansaatbereiche befand sie sich bereits unter den fünf dominanten Arten. Im April des Folgejahres hatte diese Art stark zugenommen und stellte in 29% der Aufnahmen die dominanteste oder zweitdominanteste Art, in insgesamt 58% der Ansaatbereiche befand sie sich unter den fünf dominanten Arten.

Artenreichtum im Frühjahr des Folgejahres

Betrachtet man den Artenreichtum der Ansaatexperimente im Frühjahr des Folgejahres, so beherbergen im August angesäte Grasnarben in trockenen Bereichen eine signifikant höhere Gesamtartenzahl ($p < 0.01$) und eine etwas geringere Zahl an HNV-Arten ($p < 0.05$) (Abbildung 26). Unabhängig vom Feuchteregime bestehen sowohl für die Gesamtartenzahl als auch für die Zahl der HNV- und FFH-Arten noch immer deutliche Diversitätsunterschiede zwischen den Ansaatzeitpunkten August und September.

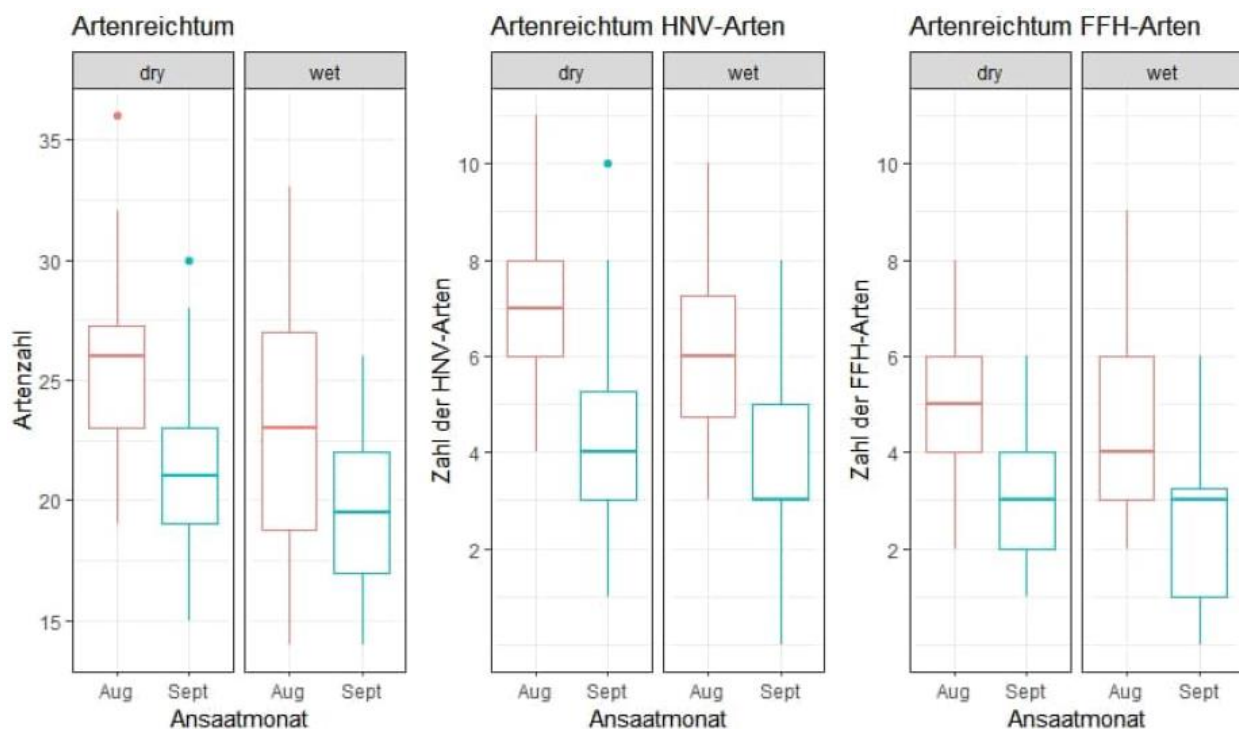


Abbildung 26. Artenreichtum im April 2021 (sieben bzw. acht Monate nach der Anlage). Dargestellt ist die Gesamtartenzahl, die Zahl der HNV- und der FFH-Arten nach Ansaatzeitpunkt (August oder September 2020) und Feuchteregime (trocken/dry und nass/wet).

Soweit die Untersuchungen reichen, ist der Ansaatzeitpunkt für die Etablierung einer artenreichen Grasnarbe bis zum Frühjahr des Folgejahres entscheidend. Die Wirkung limitierter Bodenfeuchte auf die Etablierung der Aufwertungsmaßnahmen ist im Frühjahr des auf die Ansaat folgenden Jahres als mäßig einzustufen. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Einflussstärke des Feuchteregimes stark von der Wasserverfügbarkeit insgesamt abhängt, sodass bei einem eher trockenen Herbst nach der Ansaat feuchtere Bereiche für die Etablierung vorteilhaft sein dürften und bei einem sehr feuchten Herbst eher die trockeneren Bereiche. Bei starker Trockenheit wie 2019 im Jahr der Umsetzung der ADAM-Maßnahmen bieten Senken die Chance, einen Totalausfall der Ansaat zu verhindern. Diese unterschiedlichen Witterungsbedingungen können innerhalb eines Jahres nicht untersucht werden. Dies

sowie die weitere Entwicklung des Artenreichtums in den Folgemonaten und -jahren wären für die Abschätzung des Einflusses des Ansaatzeitpunktes und des Feuchtereimes von großem Interesse. Innerhalb dieses kleinräumigen Ansaatexperiments zusätzlich zu den eigentlichen Aufwertungsmaßnahmen in ADAM sollten jedoch lediglich die kurzfristigen Feuchteinflüsse auf die Etablierung untersucht werden.

Zusatzerhebung: Botanische Aufwertung von Gewässerrandstreifen

Im Sommer 2020 und Frühjahr 2021 wurden in Schleswig-Holstein, in den Kreisen Steinburg, Segeberg und Pinneberg in Kooperation mit dem Landhandel „Breider Mühle“ gemeinsam mit 15 Landwirten Gewässerrandstreifen nach dem Vorbild der ADAM Ansaaten botanisch aufgewertet. Hierfür wurde jedoch eine futterbaulich interessanter gestalteter konventionelle Saatmischung verwendet. Die „Wiesenzauber“-Mischung der Breider Mühle ist keine reine Grünlandmischung sondern beinhaltet Rotschwingel, Wiesenlieschgras, Wiesenschwingel, Blattstammkohl, Furchenkohl, Winterfutterraps, Anis, Borretsch, Dill, Gartensalbei, Kleiner Wiesenknopf, Liebstöckel, Pastinak, Petersilie, Ringelblume, Schafgabe, Sellerie, Spitzwegerich, Staudenlein, Thymian, Wiesenkümmel, Wilde Möhre und Zitronenmelisse, da es insbesondere darum geht, die Attraktivität für die Fauna zu fördern.

Im Mai und im Juni 2021 wurden 14 Flächen wiederholt kartiert. Hierfür wurden aufgewertete Randstreifen mit den nicht aufgewerteten, intensiv bewirtschafteten Flächen verglichen. Es wurden die Arten auf je 6 Subplots je Fläche (3 innerhalb der Randstreifen und 3 in der zentralen Hauptfläche) bestimmt. Alle blühenden Arten wurden zum Aufnahmezeitpunkt notiert und ihre Deckung geschätzt. Es wurden Futterqualitätsschnitte entnommen, die mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) auf Futterqualitätsparameter analysiert wurden.

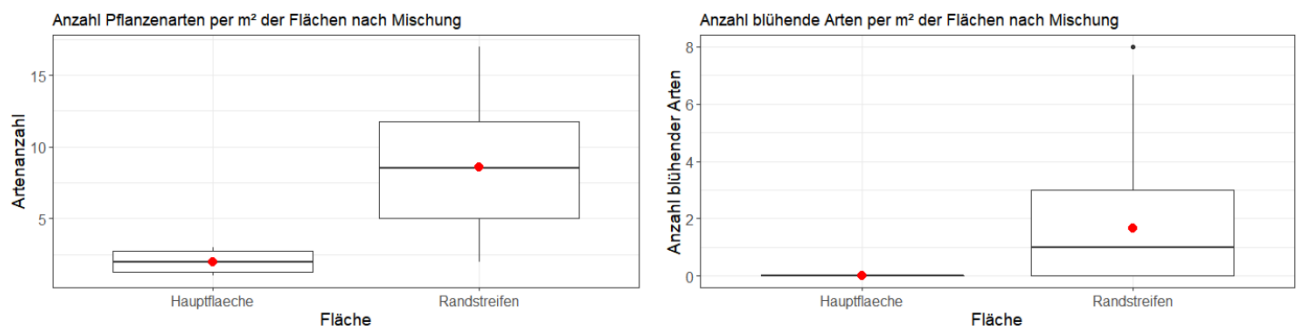


Abbildung 27. Vergleich der Anzahl der Pflanzenarten der Hauptfläche und der aufgewerteten Randstreifen (links) und Vergleich der Anzahl der blühenden Arten zum Aufnahmezeitpunkt im Mai 2021 im Vergleich der Hauptfläche zu den aufgewerteten Randstreifen.

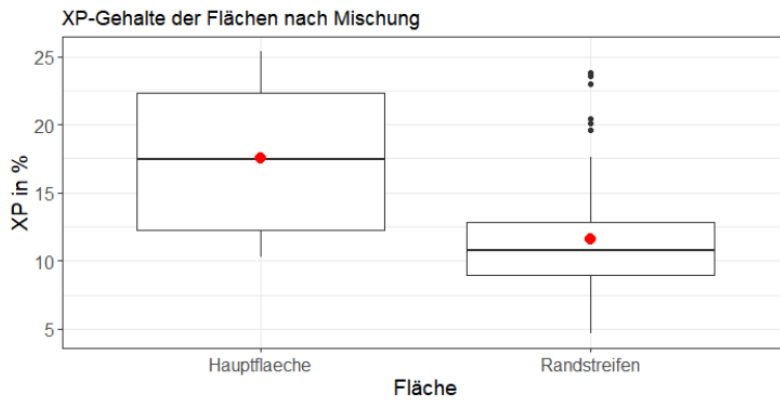


Abbildung 28. Vergleich der Rohproteingehalte der Hauptfläche und der Randstreifen.

Insgesamt ist die botanische Aufwertung in Hinblick auf die Artenzahl und die Anzahl der blühenden Arten im direkten Vergleich zur intensiv bewirtschafteten Hauptfläche als positiv zu bewerten (Abbildung 27). Die Randstreifen können somit durchaus zur strukturellen Vielfalt und dem Blühaspekt beitragen. Eine hohe Deckung von unerwünschten Gräsern wie dem Wolligen Honiggras, das aus der Sporenbank aufgelaufen ist resultiert in etwas geringeren Rohproteingehalten (Abbildung 28) und damit Futterwert der Randstreifen. Auch wird das Wollige Honiggras als Futterpflanze aufgrund ihrer Behaarung verschmäht. Damit sind die aufgewerteten Ränder futterbaulich etwas weniger attraktiv für die landwirtschaftliche Nutzung als die sehr hohe Futterqualität der artenarmen Bestände der Hauptfläche. Ein Grund für die Vergleichsweise geringe Konkurrenzkraft der verwendeten Kräuter ist im Gespräch mit den Landwirten gefunden worden. Zumeist erfolgte die Saatablage entgegen der Empfehlung zu tief.

Die Untersuchung der Randstreifen erfolgte im Rahmen der B.Sc. Arbeit von Charlotta Schlüter: *Botanische Aufwertung von Gewässerrandstreifen im Grünland durch artenreiche Ansaat: Ökologischer Benefit und Futterqualitätsparameter.*

4. Öffentlichkeitsarbeit/Veröffentlichungen/Vorträge

Da das ADAM-Projekt in nicht unerheblichem Umfang von den Corona-bedingten Beschränkungen betroffen, nicht alle Pläne für eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit konnten umgesetzt werden. Dennoch erzielte ADAM eine über die engeren Projektpartner und mitwirkenden Landwirte deutlich hinausgehende Aufmerksamkeit. Im folgenden werden entsprechenden Aktivitäten zusammengefasst.

Zunächst kann festgestellt werden, dass ADAM den Nerv der Zeit trifft. Das wurde durch vielfältiges an die Projektpartner herangetragendes Interesse, durch Anfragen sowohl aus der wissenschaftlichen ‚Community‘ als auch der Praxis deutlich. So ist ADAM seit dem Sommer als Teil des Niedersächsischen Wegs aufgeführt und bekommt darüber Aufmerksamkeit in Politik, Landwirtschaft und Forschung. (Link: <https://www.artenretter-niedersachsen.de/projekt/adam-artenvielfalt-im-intensiv-genutzten-dauergruenland-aufwertungsmassnahmen-im-miteinander-von-landwirtschaft-und-naturschutz/>)

Beitrag Umwelt im Kreis (Landkreis Stade) <https://www.umwelt-im-kreis.de/adam.html>

Ein erster Beitrag ist im Praxis-Fachblatt „Bauernblatt“ erschienen: Peters, T. & Schmitz, A. (2019). Große Artenvielfalt und intensive Flächenbewirtschaftung im Dauergrünland vereinbar? Bauernblatt 50. 14.Dezember 2019.

ADAM ist auch auf den Internetseiten der LWK Niedersachsen zu finden (<https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/199/article/35460.html>).

Die Internetpräsenz ersetzt jedoch keineswegs die Öffentlichkeitsarbeit vor Ort. Es wurden in jedem Projektjahr informelle Feldtage durchgeführt, um den Stand der Experimente vor Ort zu begutachten. Wir haben intensiv den Erfolg einzelner Maßnahmen sowie die Perspektive der Landwirte auf die Maßnahmen, auch angesichts der Herausforderungen des Klimawandels mit allen Beteiligten offen diskutiert. Diese Treffen und der Austausch untereinander waren wertvoll, und es sind vor Ort neue Ideen entstanden.



Informeller Feldtag der Projektpartner im September 2021.

Es sind folgende wissenschaftliche Publikationen entstanden:

Leuschner, C., Lott, S., Schmitz, A., Wellinghoff, J., Isselstein, J. Plant species richness in intensively managed wet grasslands of north-west Germany: Current state and the importance of edge habitats. Zur Veröffentlichung eingereicht.

Schmitz, A., Morgenstern, L., Wiegmann, H.-C., Isselstein, J. (2019). Einstellungen von Landwirt*innen zu biodiversitätsfördernden Maßnahmen im Kontext intensiver Grünlandwirtschaft. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 20, 145-148.

Schmitz, A., Lott, S., Leuschner, C., Isselstein, J. (2020). Prospects of field margins to reintroduce plant species richness in intensive grass production. Grassland Science in Europe 25, 556-528.

Schmitz, A., Lott, S., Leuschner, C., Isselstein, J. (2022). Mehr Farbe ins Grün: Maßnahmen zur Förderung des Artenreichtums in intensiv bewirtschaftetem Grünland. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 21, 30-33.

Weitere Publikationen in Zeitschriften mit peer review Verfahren sind derzeit in Bearbeitung. Das sind im einzelnen (i) Etablierung artenreicher Pflanzenbestände auf Rändern intensiv genutzten Grünlands in NW-Deutschland (Leuschner et al.), (ii) Zur Bedeutung botanisch aufgewerteter Feldränder auf intensiv bewirtschaftetem Grünland für die Vielfalt ausgewählter faunistischer Taxa (Leuschner et al.), (iii) Konsequenzen der botanischen Aufwertung von Feldrändern im intensiv genutzten Grünland für die Ertragsleistung (Isselstein et al.), (iv) Futterqualität und Verwertungsoptionen der Aufwüchse von botanisch aufgewerteten Feldrändern des Grünlands (Isselstein et al.).

Fazit

Das Projekt ADAM hat gezeigt, dass Feldränder von intensiv bewirtschaftetem, artenreichen Grünland grundsätzlich unter verschiedenen Boden- und Klimabedingungen in vergleichsweise kurzer Zeit diversifiziert bzw. botanisch aufgewertet können. Die Ertragsleistung und die Futterqualität der Aufwüchse war auf den Felldrändern reduziert, das war aber nicht auf die geänderte botanische Zusammensetzung der Grasnarbe zurückzuführen sondern auf das extensive Management der Ränder. Vertiefte wissenschaftliche Analysen der Einflussgrößen und der Zielvariablen (Vielfalt, Futterertrag, Futterqualität, Rentabilität) führen zu einem verbesserten Verständnis von Diversifizierungsperspektiven in der landwirtschaftlichen Praxis und erweitern letztlich die Handlungsoptionen.

Danksagung

Wir danken der DBU herzlich für die Finanzierung des Projektes ADAM und die konstruktive Zusammenarbeit.

Wir danken allen am Projekt beteiligten LandwirtInnen, für ihr Interesse, ihr Engagement, ihre Zeit und ihre Ideen die ADAM ungemein bereichern. Ebenso danken wir allen interessierten Kollegen für konstruktiven Austausch und das Interesse am Projekt.

Wir danken allen am Projekt beteiligten fleißigen Händen, GärtnerInnen, TechnikerInnen, SHKs Studierenden.



Kleiner Feuerfalter (*Lycaena phlaeas*) in aufgewertetem Randbereich im Gnarrenburger Moor im August 2020.

Literaturangaben

- Batáry, P., Báldi, A., Ekroos, J., Gallé, R., Grass, I., & Tschardtke, T. (2020). *Biologia Futura: landscape perspectives on farmland biodiversity conservation*. *Biologia Futura*, 71(1-2), 9-18.
- Bettin, K., Komainda, M., Tonn, B., Isselstein, J. (2023). Relationship between concentrate feeding strategy and grassland phytodiversity on dairy farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 344, 108293, 1-9.
- BLE, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2022. Bericht zur Markt- und Versorgungslage Ölsaaten, Öle und Fette – 2022. 77 S.
- BLE, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2023. Landwirtschaftliche Gesamtrechnung / Ausgaben. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-gesamtrechnung/ausgaben>.
- DBV Deutscher Bauernverband, 2021. Situationsbericht 2021/22. Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Hrsg. Deutscher Bauernverband e.V., 258 S.
- Flade M (1994) Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands: Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW-Verlag, Eching
- Gottwald, F., Stein-Bachinger, K., 2016. Landwirtschaft für Artenvielfalt: Ein Naturschutzmodul für ökologisch bewirtschaftete Betriebe, Berlin. WWF Deutschland.
- Heinz, S., Rupp, F., 2018. Transfer – Artenanreicherung im Wirtschaftsgrünland. Ein Leitfaden für die Praxis. LfL-Information September 2018, 34 S.
- Hötker H, Leuschner C (2014) Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg: Misserfolge, Erfolge, neue Wege. Michael Otto Stiftung für Umweltschutz, Hamburg
- Jürgens, K., Bettin, K., Isselstein, J., Poppinga, O., Thomas, F. (2023). Verbesserung der Grünlandbiodiversität durch krautfutterreduzierte Milcherzeugung. *BFN-Schriften* 670, 135 S., DOI: 10.19217/skr670.
- Knief W, Berndt RK, Hälterlein B, Jeromin K, Kiekbusch JJ, Koop B (2010) Die Brutvögel Schleswig-Holsteins - Rote Liste. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel
- Krüger T, Nipkow M (2015) Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel - 8. Fassung, Stand 2015. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 4/15
- Leuschner, C., Lott, S., Schmitz, A., Wellinghoff, J., Isselstein, J. Plant species richness in intensively managed wet grasslands of north-west Germany: Current state and the importance of edge habitats. Zur Veröffentlichung eingereicht.
- LfL, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2021. Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. LfL-Information, 109 S.
- Melman TCP, Schotman AGM, Hunink S, de Snoo GR (2008) Evaluation of meadow bird management, especially black-tailed godwit (*Limosa limosa* L.), in the Netherlands. *Journal for Nature Conservation* 16:88-95
- Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder K, Sudfeldt C (Hrsg.) (2005) Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Selbstverlag, Radolfzell
- Schmitz, A., Morgenstern, L., Wiegmann, H.-C., Isselstein, J. (2019). Einstellungen von Landwirt*innen zu biodiversitätsfördernden Maßnahmen im Kontext intensiver Grünlandwirtschaft. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 20, 145-148.

- Schmitz, A., Lott, S., Leuschner, C., Isselstein, J. (2020). Prospects of field margins to reintroduce plant species richness in intensive grass production. *Grassland Science in Europe* 25, 556-528.
- Schmitz, A., Lott, S., Leuschner, C., Isselstein, J. (2022). Mehr Farbe ins Grün: Maßnahmen zur Förderung des Artenreichtums in intensiv bewirtschaftetem Grünland. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 21, 30-33.
- Ter Heerdt, G.N.J., G.L. Verweij, R.M. Bekker & J.P. Bakker (1996): An improved method for seed-bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 10:144-151.
- Tscharntke, T., Steffan-Dewenter, I., Kruess, A., & Thies, C. (2002). Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland–cropland landscapes. *Ecological Applications*, 12(2), 354-363.
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecology letters*, 8(8), 857-874.
- Voigtländer, G., Voss, N. (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung: Grünland, Feldfutter, Rasen. Verlag Eugen Ulmer, ISBN 3800130432, 207 S.
- Wätzold, F., Bahrs, E., Feindt, P.H., Hamm, U., Isselstein, J., Schröder, S., Wolters, V. (2015). Perspektiven für das artenreiche Grünland – Alternativen zur Belohnung einer Überschussproduktion bei Milch. Kurzstellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 11 S.
- Wellinghoff, J. (2019). Composition of the soil seed bank in intensively managed permanent grassland. An opportunity to restore biodiversity? Masterarbeit, Universität Göttingen, 54 S.