



AGROFUTURA
Agronomie · Ökologie · Ökonomie



Bericht 2025

Auswirkungen verschiedener Schnittzeitpunkte und -häufigkeiten auf die Vegetation von ungedüngten Fromental- und Magerwiesen

Brugg, 13. Oktober 2025

Mit Unterstützung von:

SWISSLOS
Kanton Aargau

**BASEL
LANDSCHAFT** 
SWISSLOS



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Uffizi federal d'ambient UFAM



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Bild Titelseite: Versuchsfläche in Biberstein beim Heuschnitt im Mai 2018, Foto Jonas Landolt

Autorinnen/Autoren

Elias Zwimpfer
Lara Plattner
Marlene Ploner
Agrofutura AG
Stahlrain 2
5200 Brugg
056 500 10 62
ploner@agrofutura.ch

Auftraggeber/Auftraggeberinnen

Swisslos-Fonds Kanton Aargau
vertreten durch Abteilung Landschaft und Gewässer, DBVU
Ramona Gaggini
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

Swisslos-Fonds Kanton Basel-Landschaft
vertreten durch Ebenrain – Zentrum für Landwirtschaft,
Natur und Ernährung
Sarah Baschung
Leiterin Swisslos-Fonds
Rathausstrasse 2
4410 Liestal

Bundesamt für Umwelt BAFU
Debora Zaugg
Abt. Biodiversität und Landschaft
Worblentalstrasse 68
3003 Bern

Bundesamt für Landwirtschaft BLW
Judith Ladner Callipari
Schwarzenburgstrasse 165
3003 Bern
(1. Projektphase von 2012 bis 2017)

Mitarbeitende Fachpersonen

Dr. Sabine Güsewell, Biostatistikerin

Zusammenfassung

Ausgangslage

In artenreichen Wiesen wie Magerwiesen nehmen typische Pflanzenarten zunehmend ab. Ein möglicher Grund: starre Schnittzeitpunkte und zu wenige oder ausbleibende Schnitte pro Jahr. Von 2012 bis 2024 wurde im Rahmen des Schnittzeitpunktprojekts in einem Feldversuch die Wirkung verschiedener Heu- und Emdschnittzeitpunkte auf die Artenzusammensetzung in zwei unterschiedlichen extensiven Wiesen - einer südexponierten Zwei-Schnitt-Magerwiese in Biberstein (AG) und einer nordexponierten, ungedüngten Fromentalwiese in Anwil (BL) untersucht.

Vorgehen

Während des Versuches wurden unterschiedliche Heuschnittvarianten angewendet: nach Direktzahlungsverordnung DZV (15. Juni), früh (25. Mai), spät (15. Juli) und jährlich alternierend (einmal früh, einmal spät) geschnittener Heuschnitt. Zudem wurde innerhalb der Heuschnittvarianten ein früher versus später Emdschnitt getestet (bei der Fromentalwiese erst ab der zweiten Projektphase im Jahr 2018) und in der Magerwiese zudem ein fehlender Emdschnitt. Der mehrjährige Versuch wurde von Vegetations- und phänologischen Aufnahmen begleitet. Dabei wurden die Veränderungen in der Artenzusammensetzung bzw. dem Deckungsgrad von verschiedenen Arten (-gruppen), sowie die Auswirkungen auf die Versamung angeschaut.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Versuches zeigen, dass vor allem der Emdschnitt bei der Magerwiese einen starken Einfluss auf die Vegetationsentwicklung hat. Besonders der späte Emdschnitt fördert Artengruppen wie kleine Kräuter, kleine Gräser/Seggen und Leguminosen. Ohne Emdschnitt ist eine deutliche Abnahme vieler Arten, insbesondere der Kräuter erkennbar und stattdessen eine Zunahme der Aufrechten Trespe (*Bromus erectus*). Somit ist ein regelmässiger Emdschnitt, idealerweise spät im Jahr, sehr wichtig für die Artenvielfalt und gegen die Vergrasung auf Zwei-Schnitt-Magerwiesen essenziell. Bei der Fromentalwiese waren bei den unterschiedlichen Emdschnittzeitpunkten auch Veränderungen messbar, vermutlich wäre aber ein längerer Beobachtungszeitraum nötig, um deutlichere Resultate hervorbringen zu können. Wie bei der Zwei-Schnitt-Magerwiese führt der späte Emdschnitt auch bei der Fromentalwiese bei den kleinen Gräsern und Seggen sowie den kleinen Kräutern zu einer stärkeren Zunahme der Deckung als der frühe Emdschnitt. Auf einzelne Arten wie den Wiesen-Lein (*Linum catharticum*) oder die Kleine Braunelle (*Prunella vulgaris*) wirkt sich der frühe Emdschnitt negativ aus und sie profitieren von einem späten Emd. Der Heuschnittzeitpunkt hat bei beiden untersuchten Wiesentypen einen geringeren Einfluss auf die Vegetationsentwicklung. Bei der Fromentalwiese sind leichte Vorteile beim späten Schnitt im Juli zu erkennen, einzelne grosse Kräuter wie die Witwenblume (*Knautia arvensis*) profitieren davon. Für die Versamung ist der Zeitpunkt des Heuschnitts entscheidend, jedoch konnten keine Korrelationen zwischen der Versammlungsmöglichkeit und den Deckungsgradänderungen der Arten gefunden werden, weshalb dort wahrscheinlich noch andere Faktoren entscheidend sind.

Diskussion

Wiesenbestände sind nicht per se stabil, sie entwickeln sich auch unabhängig vom Schnittregime. Zudem laufen Veränderungen oft verzögert ab und sind vom Wiesentyp abhängig. Es konnten keine klaren Interaktionen zwischen Heu- und Emdschnitt festgestellt werden, aber der Emdschnitt allein wirkt sich stark auf einige Artengruppen in den untersuchten Wiesen aus und hat mehr Einfluss als bislang angenommen – spät angesetzte Emdschnitte sichern und fördern die Artenvielfalt, besonders bei den Kräutern. Aus dem Grund verdient der Emdschnitt und dessen Zeitpunkt mehr Beachtung und wird künftig, auch im Zuge des Klimawandels mit verlängerten Vegetationsperioden, wohl noch bedeutsamer. Der Heuschnittzeitpunkt hat in beiden untersuchten Wiesen eine untergeordnete Bedeutung gespielt, wobei spätere Schnitte im Juni/Juli tendenziell die Artenvielfalt fördern.

Projektverlauf

1. Projektphase: 2012 – 2017

Finanzierung:

Swisslos-Fonds Aargau

Swisslos-Fonds Basel-Landschaft

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Beteiligte Personen:

Projektleitung: Manfred Lüthy

Projektumsetzung: Elias Zwimpfer, Jonas Landolt, Lisa Spühler, Marlene Ploner, Michael Ryf, Tabea Kipfer

Studentische Arbeiten: Marco Bertschinger, Ursina Studer

Ergebnisse:

Schlussbericht: Auswirkungen verschiedener Schnittverfahren auf die Vegetation von ungedüngten Fromental- und Magerwiesen, 2017

CAS-Arbeit von Marco Bertschinger: Auswirkung verschiedener Schnittzeitpunkte und -rhythmen auf das Blütenangebot einer 2-Schnitt-Magerwiese in Biberstein / AG, 2016

Bachelor-Arbeit von Ursina Studer: Einfluss verschiedener Schnittregime auf das Blütenangebot einer Magerwiese mit zwei Schnitten am Jura-Südfuss in Biberstein AG, 2018

2. Projektphase: 2018 – 2024

Finanzierung:

Swisslos-Fonds Aargau

Swisslos-Fonds Basel-Landschaft

Bundesamt für Umwelt BAFU

Beteiligte Personen:

Projektleitung: Lilian Kronauer ab 2021, Manfred Lüthy bis 2021

Projektumsetzung: Elias Zwimpfer, Lara Plattner, Marlene Ploner

Studentische Arbeiten: Dominique Zbinden, Mattia Hagmann, Roman Dirnberger

Ergebnisse:

Zwischenbericht 2020: Auswirkungen verschiedener Schnittzeitpunkte und -häufigkeiten auf die Vegetation von ungedüngten Fromental- und Magerwiesen, 2020

Bachelor-Arbeit von Mattia Hagmann: Einfluss verschiedener Schnittregime auf das Blütenangebot eines mittell-europäischer Halbtrockenrasen mit zwei Schnitten am Jura-Südfuss in Biberstein AG, 2020

Bachelor-Arbeit von Dominique Zbinden: Auswirkungen von verschiedenen Schnittregimen auf das Blütenangebot einer Magerwiese in Biberstein AG, 2024

Master-Thesis von Roman Dirnberger: Both First and Second Cut Strategies Impact. Bryophytes in Swiss Semi-natural Grasslands, 2025

Danksagung

Wir danken herzlich dem Swisslos-Fonds Aargau, dem Swisslos-Fonds Basel-Landschaft, dem Bundesamt für Umwelt BAFU sowie dem Bundesamt für Landwirtschaft BLW (Mitfinanzierung 1. Projektphase von 2012 bis 2017) für ihre finanzielle Unterstützung, die dieses Projekt erst möglich gemacht hat. Unser besonderer Dank gilt zudem der Abteilung Landschaft und Gewässer des BVU des Kantons Aargau sowie dem Landwirtschaftlichen Zentrum Ebenrain (BL) für ihre wertvolle Unterstützung.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an die Bewirtschafter der beiden Wiesen, Markus Nadler und Rolf Schaffner, für die Bereitstellung der Flächen und die ausgezeichnete Zusammenarbeit. Zudem ein herzliches Dankeschön an Beat Schaffner vom Natur- und Vogelschutzverein Rothenfluh-Anwil-Oltingen fürs Bereitstellen des Balkenmähers in Anwil.

Dominique Zbinden, Marco Bertschinger, Mattia Hagmann und Ursina Studer danken wir für ihr Interesse am Versuch sowie den Wissensgewinn, der durch ihre Studentischen Arbeiten zum Blütenangebot entstand. Auch Roman Dirnberger und die WSL haben zum Wissensgewinn hinsichtlich Moose und Biomasse beigetragen.

Für die Unterstützung bei der Statistikauswertung gilt unser besonderer Dank Dr. Sabine Güsewell.

Abschliessend möchten wir allen Mitarbeitenden von Agrofutura danken, die mit ihrem Einsatz im Feld beim Heuen und den Aufnahmen sowie bei der Erstellung dieses Berichts wesentlich zum Erfolg des Projekts beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Fragestellung	8
2.1	Veränderungen der Vegetation und der Artenzusammensetzung	8
2.2	Einfluss auf die Versammlungsmöglichkeit der Arten.....	8
3.	Methoden.....	9
3.1	Versuchsflächen	9
3.2	Versuchsdesign	10
3.3	Aufnahmemethoden.....	14
3.4	Datenanalyse	16
4.	Ergebnisse	19
4.1	Fromentalwiese	19
4.2	Zwei-Schnitt Magerwiese	26
5.	Diskussion.....	35
5.1	Fromentalwiese	35
5.2	Zwei-Schnitt Magerwiese	35
5.3	Schlussfolgerungen für die Praxis.....	36
6.	Literatur	37
7.	Anhang	38

1. Einleitung

Extensiv genutzte Wiesen zählen zu den floristisch artenreichsten Lebensräumen der Schweiz und haben daher im Landwirtschaftsgebiet eine besonders grosse Bedeutung für den Naturschutz (Oppermann, 2003). Sie machen zudem den grössten Anteil der Biodiversitätsförderflächen BFF aus (BAFU, 2022). Die Direktzahlungsverordnung DZV gibt Landwirtinnen und Landwirten klare Vorgaben für ihre Bewirtschaftung, wie z.B. zum Zeitpunkt des ersten Heuschnitts, zum Düngeverbot und zur Heuaufbereitung (BLW, 2017). Für den zweiten (und dritten) Schnitt bestehen hingegen keine Vorschriften.

Im Mittelland wird der erste Schnitt in der Regel ab dem 15. Juni durchgeführt und dann häufig gleich in der ersten Schönwetterperiode nach diesem Datum. Dieses starre und flächendeckende Vorgehen führt zu einer starken räumlich-zeitlichen Vereinheitlichung der Graslandschaft. Dies hat nachteilige Folgen für Flora und Fauna. Schon länger wird daher diskutiert, ob der festgelegte Schnitttermin in der DZV in jedem Fall optimal ist, um den Naturschutzwert extensiver Wiesen zu erhalten oder gar zu steigern (u. a. Agrofutura-Tagung „Vom Gessler-Heu zum Tellen-Heu“, 2005). Die Frage, wie ein Schnittregime gestaltet werden sollte, um die Wirksamkeit der BFF für die Biodiversität zu erhöhen, ist deshalb von zentraler Bedeutung.

Mehrere Studien haben die Folgen eines späteren Schnitttermins auf verschiedene Invertebratengruppen (Humbert, 2012a) und Pflanzen untersucht. Eine Meta-Analyse zur Pflanzenvielfalt zeigte, dass verspätetes Mähen die Artenzahl insgesamt erhöhen kann (Humbert, 2012b). Die zugrunde liegenden Mechanismen sind vielfältig: Ein späterer Schnitt ermöglicht mehr Pflanzenarten das Absamen, was die Artenzahl steigern kann, begünstigt jedoch auch konkurrenzstarke Arten, die dadurch schwächere Arten verdrängen können. Neuere Untersuchungen mit einem verzögerten ersten Schnitt fanden über fünf Jahre hinweg jedoch keine Veränderung der Pflanzendiversität gegenüber dem Schnitt am 15. Juni (van Klink, 2017). Da Pflanzenarten unterschiedliche Lebenszyklen und naturschutzfachliche Bedeutung haben, reicht es nicht aus, allein die Artenzahl zu betrachten. Es ist auch die Zusammensetzung und Wertigkeit der Arten(-gruppen) entscheidend.

Während zum ersten Schnittzeitpunkt bereits einige Forschungsergebnisse vorliegen, fehlen Untersuchungen zu den Effekten unterschiedlicher Emdschnittstermine vollständig. Beobachtungen im Rahmen der Qualitätssicherung der BFF im Programm Labiola im Kanton Aargau (Peter et al., 2010) deuten darauf hin, dass insbesondere auf Magerwiesen das Auslassen des Emdschnitts zu einer Zunahme dominanter Gräser und zu einem Rückgang krautiger Arten führen kann. Wissenschaftliche Belege hierzu gibt es jedoch nicht. Die Langzeitstudie von Köhler et al. (2004) berücksichtigte zwar verschiedene Unternutzungsszenarien, wobei die intensivste Nutzung ein jährlicher Schnitt war, gefolgt von einer Mahd alle zwei Jahre. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Unternutzung die Artenvielfalt tendenziell verringert. Jedoch kann eine seltenere Schnittnutzung bestimmten, naturschutzrelevanten Arten auch zugutekommen.

Von 2012 bis 2017 dauerte die erste Phase des Schnittzeitpunktversuches. Die Ergebnisse haben verdeutlicht, dass der Versuch wertvolle Erkenntnisse und Tendenzen zum Einfluss der unterschiedlichen Schnittzeitpunkte und -häufigkeiten liefert. Da es sehr wahrscheinlich war, dass der angestossene Entwicklungsprozess noch nicht abgeschlossen war und sich die Unterschiede durch die Schnittvarianten mit der Zeit noch weiter verstärken würden, wurde von 2018 bis 2024 eine zweite Projektphase eingeleitet. Untersuchungen von Köhler (2001) belegen, dass sich bei einschneidenden Änderungen im Schnittregime eine für das jeweilige Verfahren charakteristische Vegetation erst nach rund 13 Jahren stabil ausbildet. In der zweiten Phase sollten vor allem die Ergebnisse der ersten Phase bestätigt (oder widerlegt) werden.

2. Fragestellung

In diesem Langzeitversuch auf einer Magerwiese und einer Fromentalwiese mit je zwei Schnitten sollen die Auswirkungen unterschiedlicher Schnittzeitpunkte für Heu- und Emdschnitt untersucht werden. Dabei wird vor allem die Veränderung der Artenzusammensetzung beobachtet, aber auch geprüft, wie sich die Schnittzeitpunkte auf die Versammlungsmöglichkeit auswirken.

2.1 Veränderungen der Vegetation und der Artenzusammensetzung

- Verändert sich die Vegetation durch eine Verschiebung des Heuschnittzeitpunkts vom 15. Juni auf den 15. Juli oder den 25. Mai?
- Verändert sich die Vegetation durch die Durchführung eines Emdschnitts und der Verschiebung des Zeitpunktes?
- Welche Auswirkungen hat ein wechselndes Schnittregime jährlich-alternierend einmal früh (25. Mai) und einmal spät (15. Juli) bei den Heuschnittzeitpunkten?

2.2 Einfluss auf die Versammlungsmöglichkeit der Arten

- Wie beeinflusst der Schnittzeitpunkt die Möglichkeit einer Versammlung?
- Welche Rolle spielt der zweite Aufwuchs für die Versammlungsmöglichkeit?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Versammlungsmöglichkeit und der Entwicklung des Deckungsgrad der einzelnen Arten?

3. Methoden

3.1 Versuchsflächen

Der Versuch wurde auf einer ungedüngten Fromentalwiese in Anwil (Kanton Basel-Landschaft) und eine Zwei-Schnitt-Magerwiese in Biberstein (Kanton Aargau) durchgeführt. Beide Wiesen sind sowohl Biodiversitätsförderflächen (BFF) gemäss DZV als auch Teil von kantonalen Bewirtschaftungsverträgen. Eine weitere Anforderung bei der Suche nach potenziellen Flächen war, dass die Wiesen einen möglichst homogenen Pflanzenbestand aufwiesen. Es wurden bewusst zwei Wiesen mit einem unterschiedlichen Nährstoffniveau ausgewählt.

3.1.1 Fromentalwiese in Anwil BL

Die Wiese (Parzelle Nr. 1490, "Grossacker", Abbildung 1) wurde im Jahr 1994 angesät. Das ehemalige Ackerland hat sich in über 20 Jahren zu einer artenreichen, extensiven Wiese entwickelt. Die geltenden kantonalen Bewirtschaftungsauflagen sind: keine Düngung, keine Beweidung, 1. Schnitt ab dem 15. Juni und bei jedem Schnitt 10% der Fläche in wechselnder Lage ungemäht stehen lassen.



Abbildung 1: Fromentalwiese, Anwil BL (Mai 2021).

Koordinaten der Eckpunkte:

2638066/1254968, 2638067/1254883, 2638045/1254968,
2638051/1254882

Abgemessene Versuchsfläche:

85m x 20m = 17a

Exposition:

Nord, schwach geneigt, Höhe: ca. 620 m ü. M.

Pflanzenbestand:

Fromentalwiese (Arrhenatheretum), 24er Bestand (Kartierschlüssel AG)

Bewirtschafter:

Rolf Schaffner, Reizackerhof, Anwil

3.1.2 Zwei-Schnitt-Magerwiese in Biberstein AG

Die Versuchsfläche (Parzelle 149, "Gmeirüti", Abbildung 2) liegt in einem Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung (NkB), im Bundesinventar für Trockenwiesen und -weiden (TWW) und ist zudem im Kulturlandplan der Gemeinde geschützt. Die Bewirtschaftungsauflagen: 1. Schnitt ab dem 15. Juni, 2. Schnitt vorgegeben, bei jedem Schnitt 5-10% der Fläche in wechselnder Lage ungemäht als Rückzugsstreifen stehen lassen, keine Düngung, keine Beweidung.



Abbildung 2: Magerwiese, Biberstein AG (Mai 2018).

Koordinaten der Eckpunkte:

2648969/1252711, 2649075/1252674, 2648973/1252742,
2649088/1252710

Abgemessene Versuchsfläche:

120m x 40m = 48a

Exposition:

Süd, mittlere Neigung, Höhe: ca. 580 m ü. M.

Pflanzenbestand:

Trespenwiese (Mesobrometum), 24*14er Bestand (Kartierschlüssel AG)

Bewirtschafter:

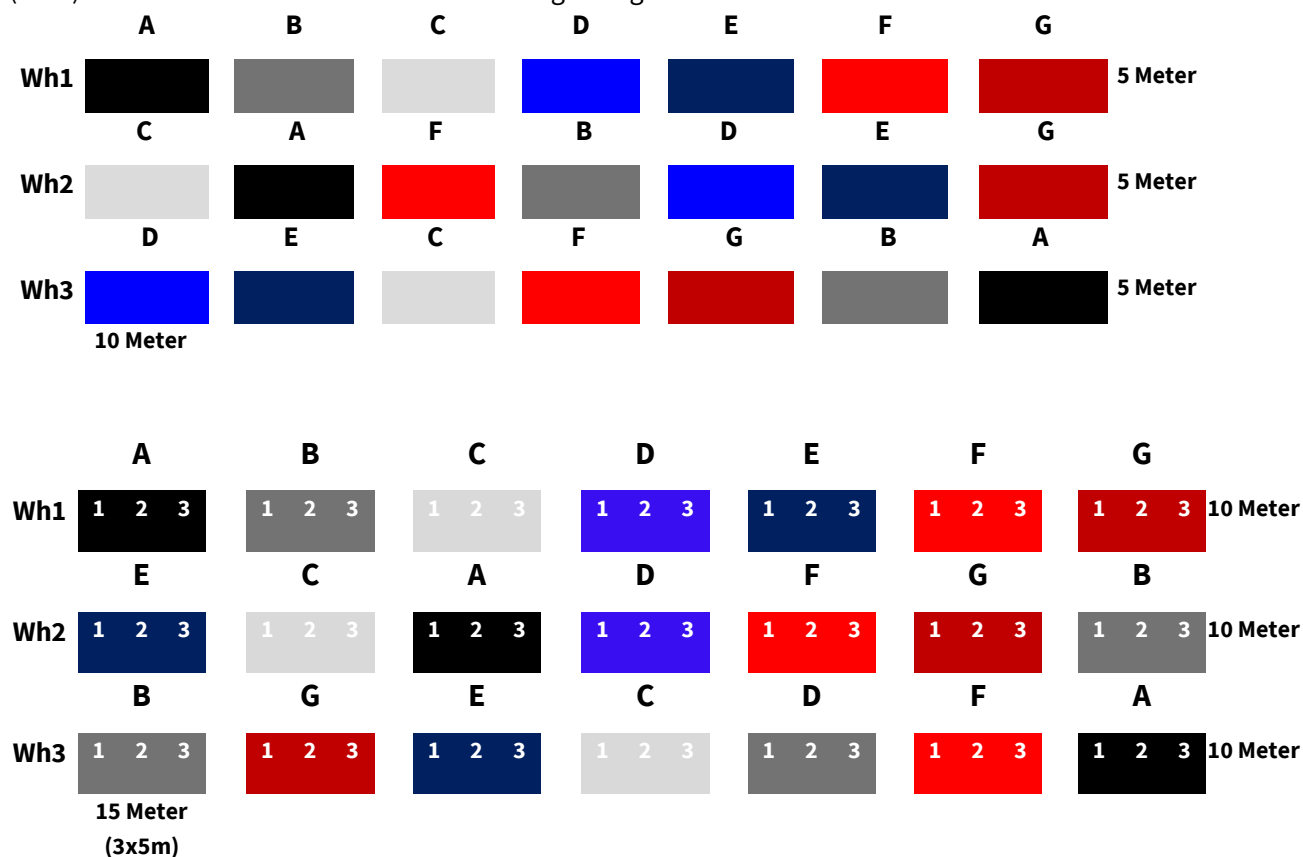
Markus Nadler, Sonnenhof, Biberstein

3.2 Versuchsdesign

Die Versuchsflächen wurden in je 7x3 Untersuchungseinheiten (Plots) eingeteilt. Auf der Fromentalwiese hatte ein Plot eine Grösse von 5x10m, auf der Magerwiese 10x15m. Die Plots wurden mit Balkenmäher gemäht und auf der Magerwiese von Hand gezettet und zusammengenommen, auf der Fromentalwiese maschinell. Wegen Anpassungen am Versuchsdesign ab dem Jahr 2018, wird der Versuch in zwei Projektphasen unterteilt.

3.2.1 Projektphase 1 (2012-2017)

In der ersten Projektphase startete der Versuch in einem Blockdesign mit sieben Heuschnittvarianten (Treatments) und drei Wiederholungen (Blocks). Die Anordnung der verschiedenen Varianten innerhalb eines Blocks erfolgte zufällig. Der frühe Schnitzeitpunkt am 25. Mai wurde gewählt, da dieser im Labiola-Programm des Kantons Aargau als früher Schnitzeitpunkt verwendet wird. Auf der Magerwiese wurden zudem drei verschiedene Emdschnittvarianten (Subtreatments im «split-plot design») gewählt. Das Versuchsdesign mit den verschiedenen (Sub-)Treatments in den Blocks ist in Abbildung 3 dargestellt.



Variante Heuschnitt (Fromentalwiese und Magerwiese):

A	Schnitzeitpunkt am 15. Juni (entspricht DZV-Regelung)
B	Schnitzeitpunkt am 15. Juni mit zweimaliger früher Nutzung in 6 Jahren
C	Zeitpunkt Heuschnitt nach Schnittreife mit Intervall zum Emdschnitt von mind. 8 Wochen
D	Später Heuschnitt am 15. Juli (Extremvariante)
E	Später Heuschnitt im Juli mit zweimaligem frühem Heuschnitt in 6 Jahren
F	Früher Heuschnitt am 25. Mai (Extremvariante)
G	Früher Heuschnitt im Mai mit zweimaliger später Nutzung in 6 Jahren

Variante Emdschnitt (Magerwiese):

1	kein Emdschnitt	2	Emdschnitt früh	3	Emdschnitt spät
---	-----------------	---	-----------------	---	-----------------

Abbildung 3: Versuchsdesign (2012-2017), oben: Fromentalwiese, unten: Magerwiese. Wh steht für Wiederholung (=Block).

3.2.2 Projektphase 2 (2018-2024)

Mit der zweiten Projektphase beträgt die gesamte Laufzeit des Versuches 12 Jahre und passt somit in die von Köhler (2001) erwähnte Dauer zur Etablierung der verfahrenstypischen Bestände.

Das Versuchsdesign wurde für die zweite Projektphase gemäss den folgenden Punkten angepasst:

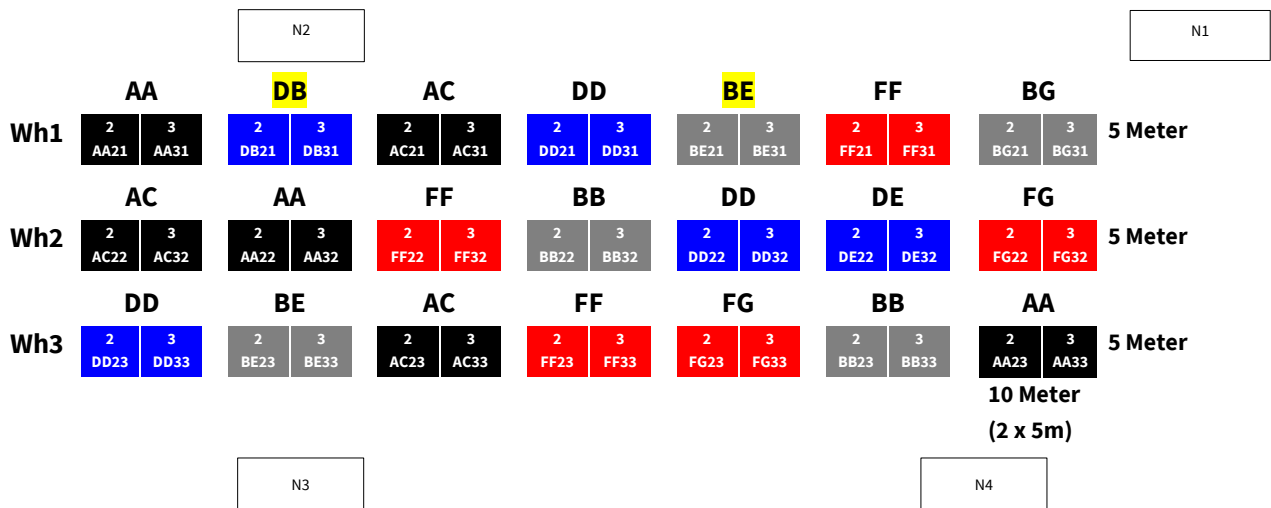
Aufgrund der vielversprechenden Zwischenergebnisse auf der Magerwiese wurde in der zweiten Projektphase auch auf der Fromentalwiese eine frühe und eine späte Emdschnittvariante pro Plot eingeführt. Teilflächen ohne Emdschnitt wurden auf der Fromentalwiese keine eingeführt, da dieser Wiesentyp mindestens zweimal gemäht werden muss.

Zur Stärkung der statistischen Aussagekraft wurden die variablen Heuschnittvarianten B, E und G in der zweiten Projektphase auf beiden Versuchsflächen zusammengefasst. Bisher wurden sie jedes dritte Jahr abweichend von der eigentlichen Variante geschnitten. In der zweiten Projektphase gab es also nurmehr eine variable Heuschnittvariante, wobei jährlich alternierend einmal früh und einmal spät gemäht wurde. Für eine zukünftige praktische Umsetzung der Versuchsergebnisse wäre die jährlich alternierende Schnittvariante bei der Wiesenbewirtschaftung besser umsetzbar und kontrollierbar und würde sich daher leichter in die Bewirtschaftungsrichtlinien integrieren lassen. Alle B-Flächen sowie je eine Fläche der Variante E und G wurden zu dieser neuen Variante zusammengefasst. Die zwei verbleibenden Flächen in den Variante E und G wurden den Varianten D und F zugeordnet. Zudem wurden die Plots der Variante C mit denen der Variante A zusammengefasst.

Um eine möglichst gleichmässige Verteilung der Schnittvarianten zu erhalten (auf den Versuchsflächen wurde eine gewisse Heterogenität festgestellt), wurden auf der Magerweise drei Flächen und auf der Fromentalwiese eine Fläche getauscht. Auf Grund der Ähnlichkeit der Varianten und der kaum vorhandenen Unterschiede in den Ergebnissen, konnte davon ausgegangen werden, dass die Plots der Variante B, E und G getauscht werden können (die getauschten Flächen sind in Abbildung 4 und 5 jeweils gelb markiert). Varianten, welche bisher immer zum selben Zeitpunkt geschnitten wurden (A, C, D, F), wurden nicht getauscht. Durch diese bessere Verteilung sollten die räumlichen Unterschiede eine kleinere Rolle spielen. Im Rahmen des Zwischenberichts 2020 wurden die Erhebungen 2018 und 2019 statistisch ausgewertet, um festzustellen, wie sich die geringfügigen Änderungen am Versuchsdesign nach der ersten Projektphase auf die Ergebnisse auswirken. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die Aussagen zur Auswirkung der Schnittvarianten durch den Einbezug der veränderten Flächen nicht markant ändern.

Im Jahr 2018 wurden ausserhalb der Versuchsflächen jeweils drei zusätzliche Flächen (sogenannte Nullerplots) angelegt. So gab es auf beiden Wiesen insgesamt vier Flächen, um zu überprüfen, ob sich die umliegenden Pflanzenbestände ähnlich entwickeln wie die in den Versuchsflächen und um eine mögliche Verfälschung der Ergebnisse durch die vielen Störungen bei den Untersuchungen oder bei der kleinflächigen Bewirtschaftung auszuschliessen.

Das Versuchsdesign der zweiten Projektphase ist in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt.



Variante Heuschnitt ab 2018 (erster Buchstabe):

A	Schnittzeitpunkt am 15. Juni (entspricht DZV-Regelung)
B	Schnittzeitpunkt jährlich alternierend einmal früh (25.05) und einmal spät (15.07)
D	Später Heuschnitt am 15. Juli (Extremvariante)
F	Früher Heuschnitt am 25. Mai (Extremvariante)

Variante Emdschnitt (erste Zahl):

2	Emdschnitt früh	3	Emdschnitt spät
---	-----------------	---	-----------------

Bei der zweiten Zahl handelt es sich um die Wiederholung (Block).

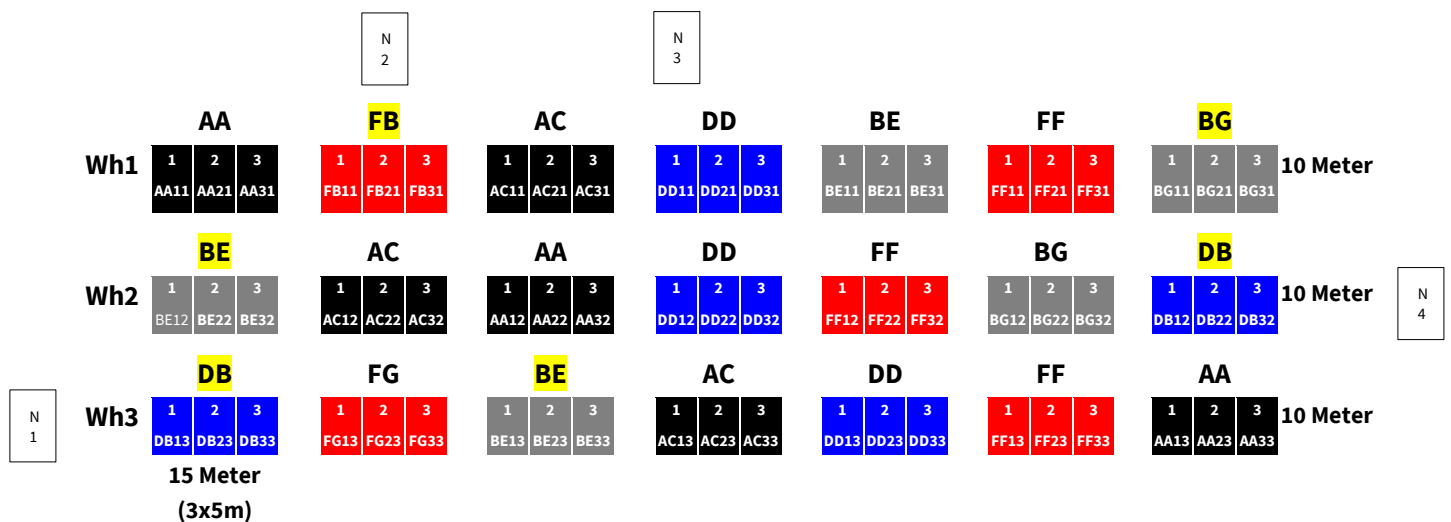
N1-N4 (Nullerplots 1-4) mit Schnitt gemäss Bewirtschaftungsaufgabe der Fläche (ab 15. Juni).

Variante Heuschnitt bis 2017 (zweiter Buchstabe):

- A Schnittzeitpunkt am 15. Juni (entspricht DZV-Regelung)
- B Schnittzeitpunkt am 15. Juni mit zweimaliger früher Nutzung in 6 Jahren
- C Zeitpunkt Heuschnitt nach Schnittreife mit Intervall zum Emdschnitt von mind. 8 Wochen
- D Später Heuschnitt Mitte Juli (Extremvariante)
- E Später Heuschnitt Mitte Juli mit zweimaligem frühem Heuschnitt in 6 Jahren
- F Früher Heuschnitt im Mai (Extremvariante)
- G Früher Heuschnitt im Mai mit zweimaliger später Nutzung in 6 Jahren

Die getauschten Flächen ab der 2. Projektphase sind gelb markiert.

Abbildung 4: Versuchsdesign Fromentalwiese (2018-2024). Wh steht für Wiederholung (=Block).



Variante Heuschnitt ab 2018 (erster Buchstabe):

A	Schnitzeitpunkt am 15. Juni (entspricht DZV-Regelung)
B	Schnitzeitpunkt jährlich alternierend einmal früh (25.05) und einmal spät (15.07)
D	Später Heuschnitt am 15. Juli (Extremvariante)
F	Früher Heuschnitt am 25. Mai (Extremvariante)

Variante Emdschnitt (erste Zahl):

1	kein Emdschnitt	2	Emdschnitt früh	3	Emdschnitt spät
---	-----------------	---	-----------------	---	-----------------

Bei der zweiten Zahl handelt es sich um die Wiederholung (Block).

N1-N4 (Nullerplots 1-4) mit Schnitt gemäss Bewirtschaftungsaufgabe der Fläche (ab 15. Juni).

Variante Heuschnitt bis 2017 (zweiter Buchstabe):

- A Schnitzeitpunkt am 15. Juni (entspricht DZV-Regelung)
- B Schnitzeitpunkt am 15. Juni mit zweimaliger früher Nutzung in 6 Jahren
- C Zeitpunkt Heuschnitt nach Schnittreife mit Intervall zum Emdschnitt von mind. 8 Wochen
- D Später Heuschnitt Mitte Juli (Extremvariante)
- E Später Heuschnitt Mitte Juli mit zweimaligem frühem Heuschnitt in 6 Jahren
- F Früher Heuschnitt im Mai (Extremvariante)
- G Früher Heuschnitt im Mai mit zweimaliger später Nutzung in 6 Jahren

Die getauschten Flächen ab der 2. Projektphase sind gelb markiert.

Abbildung 5: Versuchsdesign Magerwiese (2018-2024). Wh steht für Wiederholung (=Block).

3.3 Aufnahmemethoden

Auf den Untersuchungseinheiten (Plots) der beiden Versuchsflächen wurden Vegetations- sowie phänologische Aufnahmen durchgeführt. Die Nomenklatur der botanischen Artnamen richtet sich nach der Flora Helvetica (Lau-ber et. al 2012). Die Aufnahmen wurden bis 2015 mit Protokollblättern im Feld durchgeführt, anschliessend wur-den die Daten mit dem Programmpaket VEGEDAZ (Küchler, 2008) digitalisiert und zur Auswertung als Textdatei exportiert. Ab dem Jahr 2016 wurden die Daten im Feld direkt digital im Excel erhoben. Die Anpassungen der Auf-nahmemethoden ab dem Jahr 2018 sind unter Punkt 3.2.2. nachzulesen.

3.3.1 Projektphase 1 (2012-2017)

3.3.1.1 Vegetationsaufnahmen

Bis 2017 wurden in den Plots jährlich jeweils kurz vor dem ersten Schnitt im Mai alle Pflanzenarten mit der Braun-Blanquet-Aufnahmemethode erfasst. Dabei wurde jeder Plot gleich lange abgesucht (auf der Magerwiese 60, auf der Fromentalwiese 45 Minuten) und alle auf ihr vertretenen Arten notiert. Keimlinge von Gehölzpflanzen (z.B. Ahorn) wurden nicht erfasst. Anschließend wurde für jede vorkommende Art der Deckungsgrad nach der Schätzskala von Braun-Blanquet erhoben (Tabelle A.1).

3.3.1.2 Phänologische Aufnahmen

Bis 2017 wurde auf der Magerwiese neben den Vegetationsaufnahmen auch erfasst in welcher phänologischen Phase, d.h. der erreichte Entwicklungszustand unmittelbar vor einem Schnitt, sich die vorkommenden Pflanzen-arten kurz vor dem Schnittzeitpunkt befanden (Tabelle 1). Falls eine Art in mehreren verschiedenen Blühstufen vorkam, wurde der Median gewählt (Mitte der Extremwerte). Mit den Vegetationsaufnahmen wurde für alle Plots eine phänologische Aufnahme gemacht, anschliessend nur für die Plots, welche jeweils geschnitten wurden. Die phänologischen Aufnahmen des Treatments „kein Emd“ und der Nullerplots erfolgten zum Zeitpunkt des „späten Emd“ Treatments. Bei den phänologischen Aufnahmen vor dem Emdschnitt wurden nur die blühenden oder fruchtenden Arten berücksichtigt, vegetativ vorhandene Arten wurden als 0 erfasst und nicht vorhandene Arten wurden nicht erfasst.

Tabelle 1: Angewendete Skala (Dierschke 1995) zur Erhebung der Phänologie Stufen.

Stufe	Grasartige	Kräuter
0	ohne erkennbaren Blütenstand	ohne Blütenknospen
1	Blütenstand erkennbar	Blütenknospen erkennbar
2	Blütenstand sichtbar, nicht entfaltet	Blütenknospen stark geschwollen
3	Blütenstand entfaltet	kurz vor der Blüte
4	erste Blüten stäubend	beginnende Blüte
5	bis 25% stäubend	bis 25% erblüht
6	bis 50% stäubend	bis 50% erblüht
7	Vollblüte	Vollblüte
8	abblühend	abblühend
9	völlig verblüht	völlig verblüht
10	fruchtend	fruchtend
11	Ausstreuen der Samen	Ausstreuen der Samen bzw. Abwerfen der Früchte

3.3.2 Projektphase 2 (2018-2024)

Die Aufnahmen ab 2018 wurden nicht mehr jährlich gemacht, sondern lediglich am Anfang und am Ende der Ver-suchsperiode. Um den jährlichen Schwankungen gerecht zu werden, wurden die Aufnahmen in zwei aufeinander-folgenden Jahren durchgeführt, sie erfolgten in den Jahren 2018 und 2019 sowie in den Jahren 2023 und 2024. In den Jahren 2018 sowie 2023 wurde ohne Artenliste kartiert. In den Wiederholungsjahren 2019 und 2024 wurden die Aufnahmen jeweils mit der Artenliste des vorherigen Jahres gemacht, wobei neue Arten ergänzt wurden. Wegen der Einführung der beiden Emdschnittvarianten auf der Fromentalwiese und der damit verbundenen Hal-bierung der Plots, wurde die Skala für die Vegetationsaufnahmen entsprechend angepasst (Tabelle 2).

Tabelle 2: Adaptierte Braun-Blanquet-Skala (Braun-Blanquet 2013) zur Erhebung des Deckungsgrades auf der Fromentalwiese ab dem Jahr 2018. Markierte Zahlen sind angepasst im Vergleich zu Tabelle A.1.

Symbol	Individuenzahl	Deckung
r	selten, ein Exemplar	deutlich < 1%
+	wenige (2-3) Expl.	bis 1%
1	viele (4-25) Expl.	bis 5%
2m	sehr viele > 25 Expl.	bis 5%
2a	beliebig	5-15%
2b	beliebig	15-25%
3	beliebig	26-50%
4	beliebig	51-75%
5	beliebig	75-100%

Bei den phänologischen Aufnahmen wurde bei verschiedenen Blühstufen pro Art ab 2018 nicht mehr der Median erfasst, sondern das am weitesten fortgeschrittene Quartil einer Art (bessere Einschätzung in Bezug auf die Versäuerung). Wenn beispielsweise ein Viertel der Individuen einer Art fruchtende Blütenstände zeigte, wurde die Phänologiestufe 10 verwendet (im Jahr 2018 wurde zusätzlich die ehemalige Methode verwendet, um die beiden Methoden am Ende zu vergleichen). Ab dem Jahr 2019 wurde zudem für alle Blütenpflanzen, der Anteil der blühenden Individuen (in %) erfasst, wenn diese die Stufe 4 der Phänoskala (nach Dierschke 1995) erreichten (Tabelle 3). Auf der Fromentalwiese wurde die Phänologie lediglich in den Jahren 2018 und 2019, 2023 und 2024 vor dem Heuschnitt erhoben. Im Jahr 2018 wurden nur die Mediane vor dem Heuschnitt erfasst. Die Flächen mit alternierendem Heuschnitt wurden im Jahr 2019 nicht phänologisch untersucht.

Tabelle 3: Skala zur Erfassung des Anteils der blühenden Individuen (in %).

Stufe	Werte
NA	nicht erfasst
+	wenige Expl. (1-5)
1	bis 25%
2	über 25%

3.3.3 Allgemeine Methoden Anpassungen

Gegenüber dem ursprünglich eingegebenen Projektbeschrieb wurden kleine methodische und konzeptionelle Aspekte den Gegebenheiten der Versuchsflächen angepasst.

Da aus Bewirtschaftungsgründen (vertragliche Regelung sowie praktischer Aspekt) auf beiden Wiesen keine Beweidung erlaubt und auch nicht praktiziert wird, wurde auf das vierte Subtreatment „Herbstweide“ verzichtet (siehe 1. Jahresbericht 2013). Ausserdem wurde die Variante C (Zeitpunkt Heuschnitt nach Schnittreife) ab 2015 zeitgleich mit der Variante A gemäht. Einerseits lag der Zeitpunkt der Schnittreife meist um den 15. Juni und somit am Termin für Variante A, andererseits waren die Zeitfenster für die Mahd aufgrund der Witterung bereits ziemlich eng, so dass es schwierig war, einen zusätzlichen Schnitttermin einzuplanen.

3.4 Datenanalyse

Die Auswertungen folgten den Methoden der Auswertungen von 2017 und 2019 und wurden im Statistikprogramm R (R 4.0.2) durchgeführt.

3.4.1 Datenverarbeitung

Die Daten der zweiten Projektphase lagen für jedes Jahr und für jeden Plot in einer getrennten Tabelle vor (Aufnahmeformulare 2018, 2019, 2023 und 2024). Diese Daten wurden mittels Zellbezügen jeweils für eine Versuchsfäche und ein Jahr in einer Tabelle vereint. Diese Tabellen wurden im Textformat abgespeichert, in die Software R eingelesen, und dort mit den Dateien von 2017 (Vegetationsdaten 2012 bis 2016) kombiniert.

Die Arten *Prunella vulgaris* und *Prunella grandiflora*, *Festuca rubra* und *Festuca ovina*, sowie *Trifolium campestre* und *Trifolium dubium* wurden gepoolt (bis und mit Erhebung 2018). Vermutlich wurde bis 2017 *Carex montana* übersehen und fälschlicherweise zu *Carex caryophyllea* gezählt. Bei *Veronica chamaedrys* und *Veronica teucrium* wurde in den Plots nur *Veronica chamaedrys* erhoben (meist nur r oder +). Da aber in den Nullerplots auch *Veronica teucrium* (blühend) vorkam, muss davon ausgegangen werden, dass eventuell auch *Veronica teucrium* als *Veronica chamaedrys* erhoben wurde.

3.4.2 Auswertung der Vegetationsdaten

Die erweiterte Braun-Blanquet-Skala wurde wie bei der Auswertung von 2017 in numerische Werte von $r = 0.1$, $1 = 0.5$, $1 = 1$, $2m = 1.5$, $2a = 2.0$, $2b = 2.5$, $3 = 3.0$, $4 = 3.5$ und $5 = 4.0$ umgewandelt.

Die numerischen Werte wurden zusätzlich wurzeltransformiert, damit Arten mit hoher und tiefer Maximaldeckung ein ähnliches Gewicht in der Datenanalyse erhalten. Die als "Nuller" bezeichneten Aufnahmen wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Bei der Zwischenauswertung 2019 wurden die Auswirkungen der Anpassungen des Versuchsdesigns analysiert. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich die Aussagen zur Auswirkung der Schnittvarianten durch den Einbezug der veränderten Flächen nicht markant ändern. Somit zeigt die Streuung der Punkte vor allem, dass sich bei den Flächen mit veränderter Heuschnittvariante noch nichts über die Wirkung des neuen Verfahrens aussagen lässt. Die Grafiken zeigen hingegen, dass die Auswirkung der Verfahren auf einzelne Pflanzenarten in Flächen mit unveränderter Heuschnittvariante und in allen Flächen ähnlich waren. Deshalb wird in der vorliegenden Schlussauswertung nicht mehr zwischen Flächen mit unveränderter und veränderter Heuschnittvariante unterschieden. Alle Flächen werden gemeinsam nach dem Versuchsdesign von 2018 ausgewertet.

Bei der **Fromentalwiese** wurden bei der Analyse der Vegetationsentwicklung von 2012 bis 2024 (Ordinationen) die Aufnahmen in den Plots (bis 2016) und diejenigen in den halbierten Plots (ab 2018) gleichbehandelt. Alle Aufnahmen flossen also einzeln und gleichwertig in die Darstellungen und deskriptiven Analysen ein.

Die Analyse der Entwicklung der Artenzahlen von 2012 bis 2024 (nach Heuschnittvarianten) erfolgte hingegen konsistent auf Ebene der Plots. Die Artenzahlen in den zwei Plot-Hälften (ab 2018) wurden jeweils gemittelt. Dadurch konnten Varianzanalysen mit Signifikanztests durchgeführt werden. Durch die kleineren Aufnahmeflächen sind die Artenzahlen ab 2018 nicht direkt mit denen der vorangehenden Jahre vergleichbar; für die Vergleich der Heuschnittvarianten hat dies aber keine Bedeutung.

Für die Analysen der Artenzahlen von 2018 bis 2024 (nach Heu- und Emdschnittvarianten) wurden die Daten der halbierten Plots verwendet. Um deren Abhängigkeit zu berücksichtigen, wurden die Plots als Zufallseffekt in das Modell aufgenommen. Diese gemischten Modelle haben gegenüber klassischen hierarchischen Varianzanalysen den Vorteil, dass sie keine ausbalancierten Daten voraussetzen.

Entwicklung der Artenzusammensetzung

Um Unterschiede in der Artenzusammensetzung in verschiedenen Jahren, Heuschnittvarianten und Emdschnittvarianten grafisch darzustellen, wurden **Hauptkoordinatenanalysen (HKA)** durchgeführt. Als Grundlage diente jeweils eine Bray-Curtis-Distanzmatrix der Vegetationsaufnahmen. Sie misst die Ähnlichkeit zwischen den Aufnahmen, basierend auf den Häufigkeiten von Arten. Diese Distanzmatrix gibt an, wie ähnlich oder unterschiedlich die Artenzusammensetzung zwischen den einzelnen Aufnahmen ist. Die HKA sucht nach den Hauptachsen der Variation, die die größten Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Aufnahmen darstellen. Diese Hauptachsen werden Hauptkoordinaten genannt. Die Hauptkoordinaten sind eine künstliche Grösse und kein

messbarer Wert. Zur Darstellung werden die Hauptkoordinaten als Achsen eines Koordinatensystems verwendet, dabei erklärt die erste Hauptkoordinate den grössten Teil der Varianz und die zweite den zweitgrössten Teil. Die Vegetationsaufnahmen der Plots werden als Punkte ins Koordinatensystem gezeichnet. Durch das Einfärben der Punkte nach unterschiedlichen Parametern, kann darauffolgend visuell analysiert werden, ob diese Parameter die Streuung der Punkte verursachen. Es wurde jeweils für die ersten zwei Hauptkoordinaten grafisch betrachtet, ob sich eine Differenzierung der Artenzusammensetzung nach Jahr, Heu-Schnittvariante oder Emd-Schnittvariante zeigt. Zur Darstellung der zeitlichen Entwicklung wurden die Koordinaten pro Heuschnittvariante und Jahr gemittelt und über die Versuchsjahre mit Linien verbunden.

Die **Signifikanz der Unterschiede** zwischen den verschiedenen Schnittvariante, Jahren und deren Interaktion wurde mittels **Redundanzanalysen** geprüft. Die Redundanzanalyse kombiniert die Hauptkoordinatenanalyse mit einer Regressionsanalyse und ermöglicht eine statistische Aussage zur Variation der Daten in Abhängigkeit der erklärenden Variablen, in unserem Fall die Jahre und Schnittverfahren. Für diese Analysen werden die Jahre als numerische Variable einbezogen, d.h. es wurde geprüft, ob ein zeitlicher Trend vorliegt. Die Unterschiede zwischen einzelnen Jahren wurden nicht getestet, weil diese beispielsweise stark von der Witterung abhängen können. Wie oben erwähnt wurde auch die Signifikanz von Interaktionen getestet. Interaktionen können bei Versuchen mit zwei oder mehr unabhängigen Variablen auftreten. Von einer Interaktion spricht man, wenn der Effekt einer der beiden Variablen abhängig ist vom Effekt der anderen Variablen. Wenn beispielsweise der Effekt der Emdschnittvariante bei den Heuschnittflächen vom 15. Juli stärker ist als bei den Heuschnittflächen vom 25. Mai liegt dort eine Interaktion vor. Grob weisen F-Werte über 2-4 auf einen signifikanten Effekt hin.

Veränderung der Deckungen der Arten

Für die Veränderung der Deckungen von 2012-13 bis 2023-24 bzw. von 2018-19 bis 2023-24 wurden jeweils die wurzeltransformierten numerischen Werte der zwei Jahre für jede Pflanzenart und Fläche gemittelt und die Differenz gebildet. Auf der Fromentalwiese wurden mittlere Deckungswerte pro Heuschnittfläche (Mittelwert von zwei Jahren mit je zwei Teilflächen) und pro Emdschnittfläche (Mittelwert von zwei Jahren) berechnet. Für die Magerwiese wurden mittlere Deckungswerte pro Heuschnittfläche (Mittelwert von zwei Jahren mit je drei Teilflächen) und pro Emdschnittfläche (Mittelwert von zwei Jahren) berechnet. Daraus wurde die Deckungsänderung als Differenz der zwei Perioden (2023/24 - 2012/13) berechnet. Differenzen von zwei Nullwerten (die Art war in dieser Fläche in keinem der Jahre anwesend) wurden als fehlende Werte behandelt.

Vergleich Heuschnitt- und Emdschnittvarianten

Für den Vergleich der Heuschnittvarianten in beiden Versuchsflächen wurden die Deckungsänderungen pro Pflanzenart mit einer Einweg-Varianzanalyse (ANOVA = Analysis of Variance) zwischen den 4 Heuschnittvarianten verglichen. Die Signifikanzgrenze wurde bei $p < 0.05$ gesetzt. Für die graphische Darstellung wurden Mittelwerte mit Standardfehlern pro Pflanzenart und Heuschnittvariante berechnet.

Zudem wurden die Deckungsänderungen pro Pflanzenart mit einem gemischten Modell (Mixed Design ANOVA oder split-plot ANOVA) zwischen den vier Heuschnittvarianten und den drei Emdvarianten auf der Magerwiese bzw. den beiden Emdvarianten auf der Fromentalwiese verglichen. Dieses Modell kann zwei Faktoren, die sogenannten „Festen Effekte“ und die „Zufallseffekte“ berücksichtigen und wird typischerweise verwendet, um das Split-Plot-Design auszuwerten. Einer dieser Faktoren wurde für den Vergleich zwischen den Heuschnittvarianten verwendet und der andere Faktor für den Vergleich innerhalb der Heuschnittvarianten, sprich zwischen den Emdschnittvarianten. Das Modell enthielt die einzelnen Heuschnittflächen als Zufallseffekt.

Die Tests wurden für beide Versuchsflächen jeweils für die einzelnen Arten sowie für fünf Artengruppen durchgeführt. Jede Pflanzenart wurde einer von fünf Gruppen zugeordnet:

- Gras gross (Poaceae, viele Blätter an einem Stängel)
- Gras klein / Segge (Poaceae, Blätter überwiegend grundständig, Cyperaceae, Juncaceae)
- Kraut gross (viele Blätter an einem Stängel über 30 cm)
- Kraut klein (Blätter überwiegend grundständig oder an einem kurzen Stängel oder sehr klein)
- Leguminose

Die Zuordnung der einzelnen Arten ist im Anhang (Tabelle A.2) angegeben.

Die Deckungsänderungen aller Pflanzenarten einer Gruppe wurden pro Fläche summiert. Diese Summen wurden so wie die Deckungsänderungen der einzelnen Pflanzenarten ausgewertet.

Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der "signifikanten" Unterschiede möglicherweise zufällig entstanden ist. Das liegt daran, dass die Tests für zahlreiche Arten durchgeführt wurden und somit auch ohne echte Behandlungseffekte mit einigen "signifikanten" Unterschieden zwischen den Varianten zu rechnen ist. Falls die Signifikanzgrenze auf $p < 0.05$ gesetzt wird, und falls die einzelnen Tests voneinander unabhängig sind, ist dies bei ungefähr jedem 20. Test der Fall. Bei der Prüfung von 56 Arten (Fromentalwiese) oder 60 Arten (Magerwiese) ist durchschnittlich mit ca. 3 falschen Signifikanzen zu rechnen. Auf eine Korrektur der p -Werte, um die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten jeglicher falschen Signifikanzen auf 5% zu reduzieren, wurde verzichtet. Dies würde dazu führen, dass auch echte Unterschiede praktisch unmöglich nachzuweisen wären.

3.4.3 Auswertung der Phänologie-Aufnahmen

Im Jahr 2023 wurden die Flächen mit alternierendem Heuschnitttermin früh geschnitten und im Jahr 2024 wurden sie spät geschnitten. Die entsprechenden Aufnahmen wurden in der Auswertung den Varianten "früh" bzw. "spät" zugeordnet. Davor wurde die Phänologie im Jahr 2019 aufgenommen. Die Auswertung vergleicht die drei Heuschnittvarianten "früh", "DZV" (Termin nach Direktzahlungsverordnung) und "spät" über die drei Jahre gemittelt.

Es wurde postuliert, dass sich eine Art in einer Versuchsfläche versamen kann, wenn sie zum Zeitpunkt der Aufnahme (d. h. vor dem Heuschnitt oder vor dem Emdschnitt) die Stufe 10 oder 11 erreicht hat. Die erhobenen Stufen wurden daher in zwei Werte umgewandelt: 0 (Stufe ≤ 9) und 1 (Stufe ≥ 10). Die Versamung vor dem Heuschnitt und vor dem Emdschnitt wurde einerseits getrennt ausgewertet und andererseits kombiniert zur "Versamung insgesamt", d. h. Stufe ≥ 10 zu mindestens einem der zwei Zeitpunkte.

Aus den 0/1-Werten wurden die folgenden Masse zur Möglichkeit der Versamung berechnet:

Erstens: für jede Aufnahmefläche und jedes Jahr wurden Arten mit Versamung gezählt. Die Artenzahlen wurden pro Heu- und Emdschnittvariante gemittelt und grafisch dargestellt. Der Einfluss der Heu- und Emdschnittvarianten und der Jahre auf die Artenzahl mit Versamung wurde mit einem gemischten Modell analysiert. Zusätzlich wurde bestimmt, wie viele Arten sich in den drei Jahren (2019, 2023 und 2024) mindestens einmal in mindestens einer der Flächen versamen kommen.

Zweitens: für jede Heuschnittvariante und jede Art wurde die Häufigkeit der Versamung bestimmt, d. h. der prozentuale Anteil der Aufnahmen (Flächen und Jahre), in denen eine Versamung möglich war. Zum Vergleich der Heuschnittvarianten wurden die Prozentwerte über alle Arten gemittelt, die mindestens in einer Heuschnittvariante 50% Versamung erreichten. Durch diese Einschränkung wurden zufällige Unterschiede durch Arten mit sporadischer Versamung minimiert.

4. Ergebnisse

Die Resultate der ersten Projektphase (2012-2017) sind im Schlussbericht 2017 festgehalten. Nachfolgend werden die Ergebnisse zur zweiten Projektphase (2018-2024) und des Gesamtversuches vorgestellt.

4.1 Fromentalwiese

4.1.1 Vegetation und Artenzusammensetzung

Während der gesamten Versuchszeit wurden auf der Fromentalwiese 84 Pflanzenarten gefunden. Die gesamte Artenliste samt Abkürzungen der Artnamen befindet sich im Anhang (Tabelle A.2, Artenliste Fromentalwiese). Die Hauptkoordinatenanalysen (HKA) aller Aufnahmen der **2. Projektphase (2018 bis 2024)** zeigen eine gewisse Differenzierung der Artenzusammensetzung nach Jahr (Abbildung F.1) und nach Heuschnittvariante (Abbildung F.2), nicht jedoch nach Emdschnittvariante (Abbildung F.3). In Abbildung F.1 deutet die Verschiebung der Punktwolken einzelner Jahre entlang der 2. Achse auf eine zeitliche Entwicklung der Artenzusammensetzung vor allem am Anfang der zweiten Projektphase hin. In Abbildung F.2 überlappen sich die Heuschnittvarianten teilweise, jedoch gibt es eine erkennbare Gruppierung für die frühe (rot) und späte Heuschnittvariante (blau). In Abbildung F.3 gibt es keine erkennbare Trennung zwischen der frühen und der späten Emdschnittvariante.

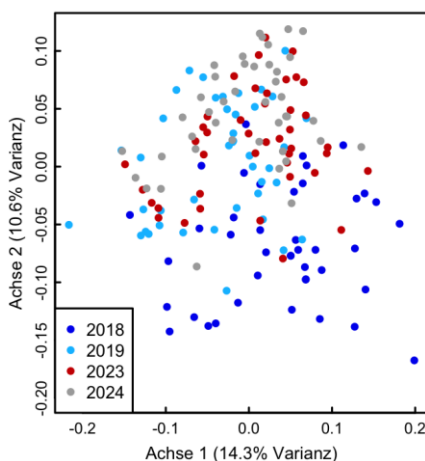


Abbildung F.1: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) mit Einfärbung nach den Versuchsjahren.

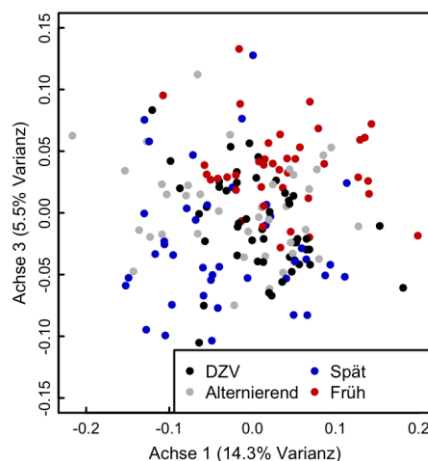


Abbildung F.2: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) mit Einfärbung nach den Heuschnittvarianten.

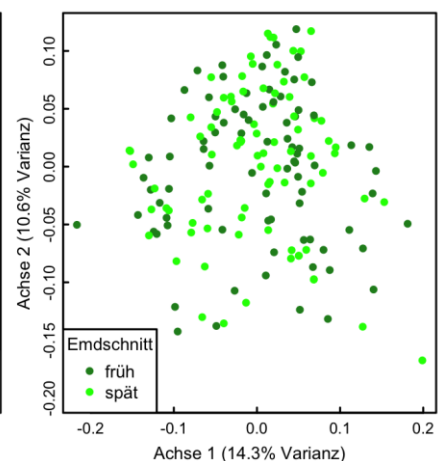


Abbildung F.3: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) nach den Emdschnittvarianten.

Insgesamt ist die Differenzierung der Artenzusammensetzung aufgrund der Schnittvarianten schwach. Die Unterschiede zwischen den Schnittvarianten erklären nur wenige Prozent der gesamten Variation der Artenzusammensetzung. Sie sind geringer als die Schwankungen von Jahr zu Jahr. Die Ergebnisse der Redundanzanalyse (Tabelle A.3, oben) verdeutlichen die Ergebnisse der HKA. Die Unterschiede zwischen den Heuschnittvarianten tragen zur Erklärung der Variation in der Artenzusammensetzung bei (F-Wert = 5.1), wenn auch in geringerem Umfang als die jährlichen Schwankungen (F-Wert = 7.8). Besonders die Emdschnittvarianten zeigen praktisch keinen Einfluss (F-Wert = 2.3), selbst in Kombination mit den Heuschnittvarianten (keine Interaktion, F-Wert = 1.4).

In den Abbildungen F.4 und F.5 sind die Ergebnisse der HKA **aller Aufnahmen von 2012 bis 2024** zu sehen, wobei die Punkte (Aufnahmen) nach Jahr (Abbildung F.4) und nach Heuschnittvariante (Abbildung F.5) eingefärbt wurden. Ähnlich wie bei den Daten der 2. Projektphase ändert sich die Artenzusammensetzung mit der Zeit und es ordnen sich Punktgruppen dergleichen Jahre zusammen, insbesondere für die Jahre am Anfang des Projekts (Abbildung F.4). In Abbildung F.5 überlappen sich die Heuschnittvarianten stark, jedoch gibt es eine leichte Verschiebung zwischen den Punktgruppen der beiden Heuschnittvarianten: früh (rot) und spät (blau).

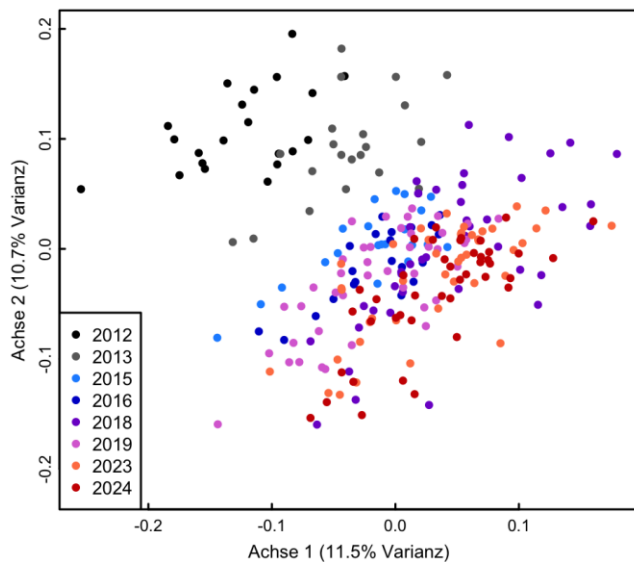


Abbildung F.4: HKA der Vegetationsaufnahmen (2012-2024) nach den Versuchsjahren.

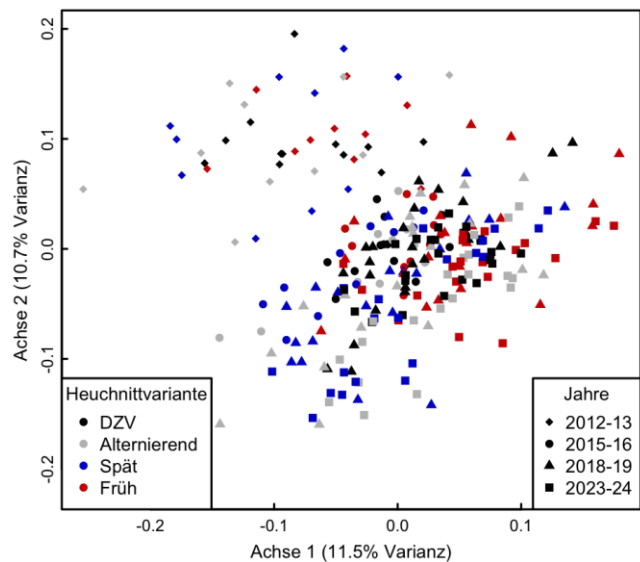


Abbildung F.5: HKA der Vegetationsaufnahmen (2012-2024) nach den Heuschnittvarianten.

Bei Betrachtung des **Gesamtversuches** verdeutlichen die Ergebnisse der Redundanzanalyse (Tabelle A.3, unten) wieder die Ergebnisse der HKA. Die allgemeine zeitliche Entwicklung (Faktor «Jahr»), erklärt die Änderungen der Artenzusammensetzung, während der 12 Jahre mit Abstand am besten (F -Wert = 9.5), wobei die verschiedenen Heuschnittvarianten einen geringeren Einfluss darauf haben (F -Wert = 5.9).

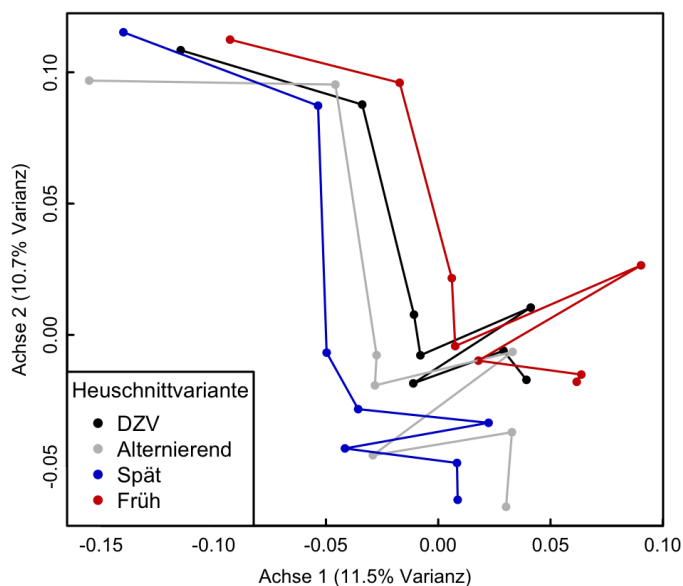


Abbildung F.6: HKA mit dem gemittelten Wert der Ähnlichkeiten der Vegetationsaufnahmen pro Jahr und pro Variante. Die einzelnen Jahre sind mit Strichen verbunden, um die zeitliche Entwicklung (von links oben nach rechts unten) darzustellen. Die Punkte beginnen links im Jahr 2012 und enden rechts im Jahr 2024.

Abbildung F.6 zeigt, dass die mittlere Entwicklung der Vegetation bei den verschiedenen Heuschnittvarianten weitgehend parallel verläuft, wobei eine geringfügige Auseinanderentwicklung in den letzten Jahren erkennbar ist. Diese zeitliche Entwicklung der Vegetation, die auch in den vorangegangenen Analysen erkennbar wurde, ist auf die Zu- und Abnahme bestimmter Arten im Gesamtversuch zurückzuführen. Dabei sind die Arten, deren Korrelation mit den Ordinationsachsen am höchsten ist ($r \geq 0.5$) eher triviale und häufige Arten und werden daher nicht dargestellt.

Beim Vergleich der Heuschnittvarianten gemäss DZV mit den Nuller-Plots (Abbildung A.1), welche von den Bewirtschaftern den Schnittzeitpunktvorgaben nach DZV bewirtschaftet wurden, ist zu erkennen, dass die mittlere Entwicklung der Vegetation weitgehend parallel verläuft. Somit können die Daten der Versuchsflächen nach DZV als Grundlage für die normal nach DZV bewirtschafteten Flächen verwendet und mit den verschiedenen Heuschnittvarianten verglichen werden.

Deckungsänderungen der Artengruppen

Die Deckungsänderungen der fünf Artengruppen (Zuordnung siehe Tabelle A.2) über **die gesamte Versuchsdauer** sind in Abbildung F.7 oben dargestellt. Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Heuschnittvarianten bei den kleinen Kräutern ($p = 0.038$) und ein Trend für die anderen Artengruppen. Ein später oder alternierender Schnitt ist für die kleinen Wiesenkräuter weniger günstig als der Schnittzeitpunkt gemäss DZV oder der frühe Schnittzeitpunkt im Mai. Tendenziell ist die Zunahme der grossen Wiesengräser und Leguminosen beim frühen Schnitt geringer. Diese nachteilige Tendenz vom frühen Schnitt ist auch bei den grossen Kräutern zu sehen. In der **Projektphase 2** zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Heuschnittvarianten bei den Leguminosen und nur ein Trend für die anderen Artengruppen (Abbildung A.2). Die Leguminosen nehmen beim späten Heuschnitt am meisten zu ($p=0.037$). Zwischen den Emdschnittvarianten in der Projektphase 2 zeigen sich signifikante Unterschiede für die kleinen Gräser und Seggen ($p = 0.009$) sowie für die kleinen Kräuter ($p = 0.024$, Abbildung F.7, unten). Bei beiden Gruppen führt der späte Emdschnitt zu einer höheren Deckung als der frühe Schnitt. Die anderen Gruppen zeigen jeweils einen Trend in die umgekehrte Richtung.

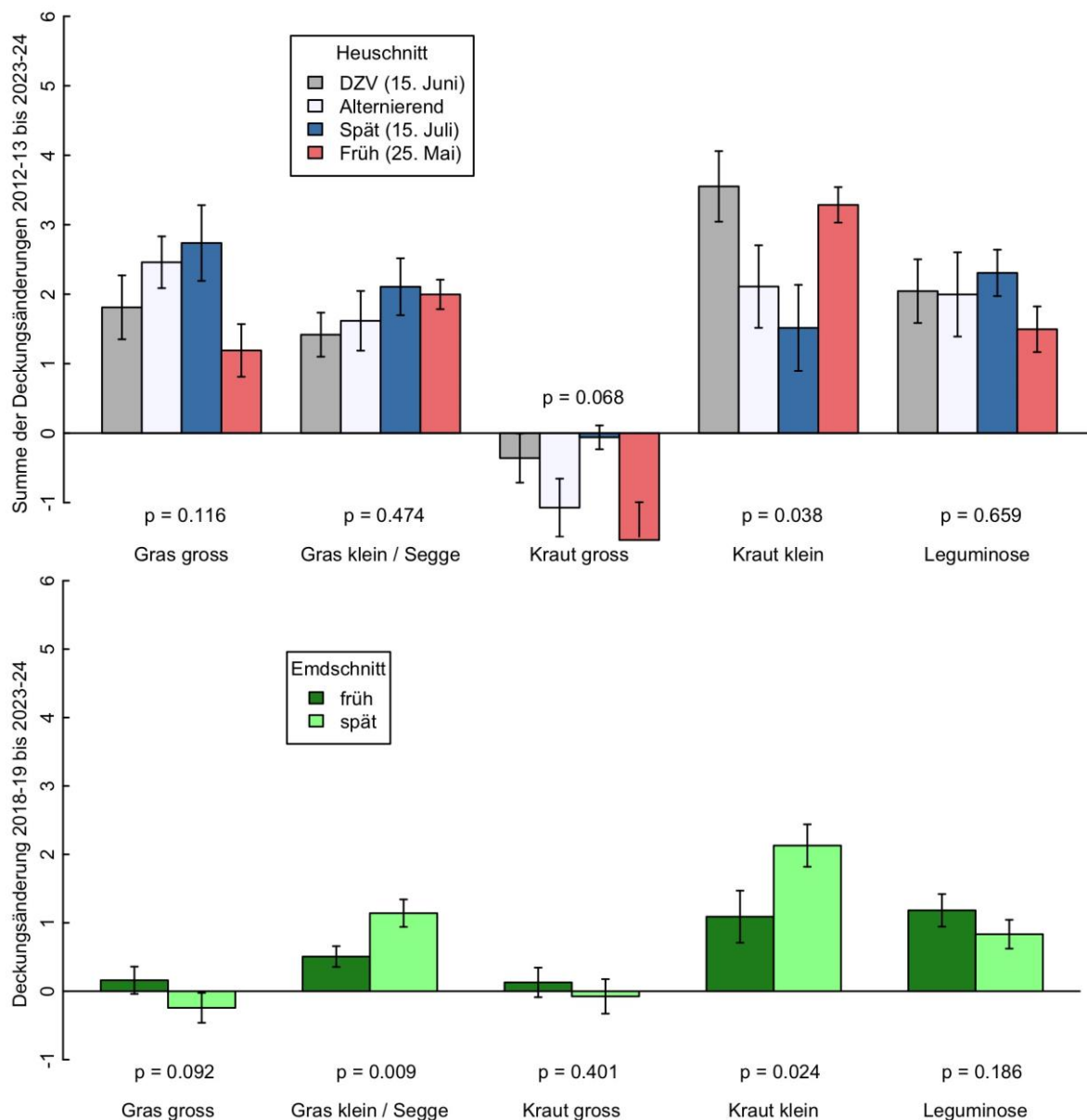


Abbildung F.7: Summe der Deckungsänderungen beim Vergleich der Heu- und Emdschnittvarianten für die fünf

Artengruppen: Gras gross, Grass klein/ Segge, Kraut gross, Kraut klein und Leguminosen. Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die summierte Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2012–13 (obere Abb.) bzw. 2018–19 (untere Abb.) zu 2023–24 (Summe aller Arten einer Gruppe) und p-Werte der Varianzanalyse für den Vergleich der Varianten. P-Werte < 0.05 sind signifikant. Oben: Heuschnitt, ganze Versuchsdauer. Unten: Emdschnitt, Projektphase 2.

Wenn die Deckungsänderungen von 2018–19 bis 2023–24 mit gemischten Modellen analysiert werden, um auch mögliche Interaktionen zwischen dem Einfluss von Heuschnitt und Emdschnitt zu testen, zeigt sich keine signifikante Interaktion (Tabelle A.4).

Deckungsänderungen einzelner Arten

Zusätzlich zu den fünf Artengruppen wurde die Deckungsänderung einzelner Arten analysiert, da diese unterschiedlich auf die Heu- und Emdschnittzeitpunkte reagieren und sich so artspezifisch variierende Deckungen ergeben können. Von allen untersuchten Arten zeigen 9 Arten über die gesamte Versuchsdauer bei der Varianzanalyse der unterschiedlichen Heuschnittvarianten (Abbildung F.8) und 7 Arten bei den beiden Emdschnittvarianten (Abbildung F.10) signifikante Unterschiede ($p > 0.05$).

Ranunculus bulbosus und *Knautia arvensis* profitieren von einem späteren Heuschnitt ab dem 15. Juni/ Juli. Dies scheint bei mehreren grossen Kräutern so zu sein, was die Tendenz der Deckungsänderung bei der Artengruppen «Kraut gross» aufzeigt. Jedoch sind die Deckungen generell sehr variabel, wie am Beispiel von *Rhinanthus alectorolophus*, welcher im Versuch bei allen Heuschnittvarianten stark abnimmt, deutlich wird.

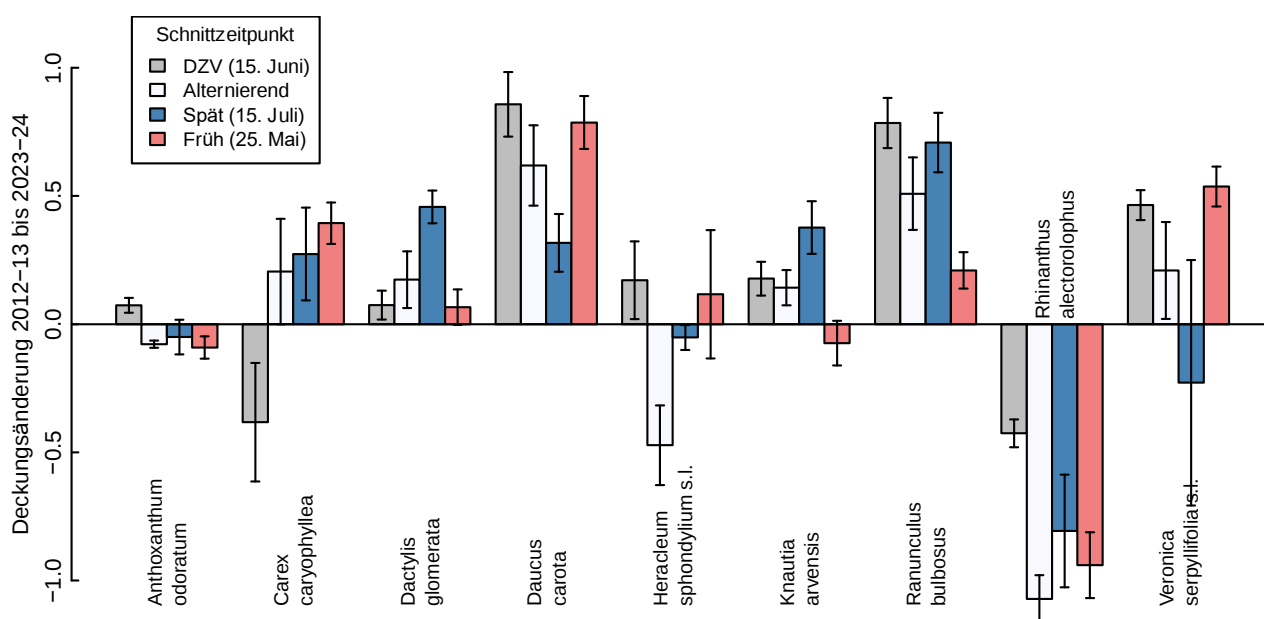


Abbildung F.8: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der Heuschnittvarianten (gesamte Versuchsdauer).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2012–13 zu 2023–24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p -Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

In Abbildung F.9 sind die Arten gezeigt, bei denen sich die mittlere Deckung (der Jahre 2023 und 2024) am Ende des Versuches, signifikant zwischen den vier Heuschnittzeitpunkten unterscheidet. Zu nennen sind beispielsweise *Onobrychis vicifolia* und *Ranunculus bulbosus*, welche vom späten Schnitt profitieren, was zu den Auswertungen der jeweiligen Artengruppen passt. Andere Ergebnisse der mittleren Deckung, wie die vom kleinen Kraut *Veronica serpyllifolia* hingegen, scheinen eher zufällig zu sein.

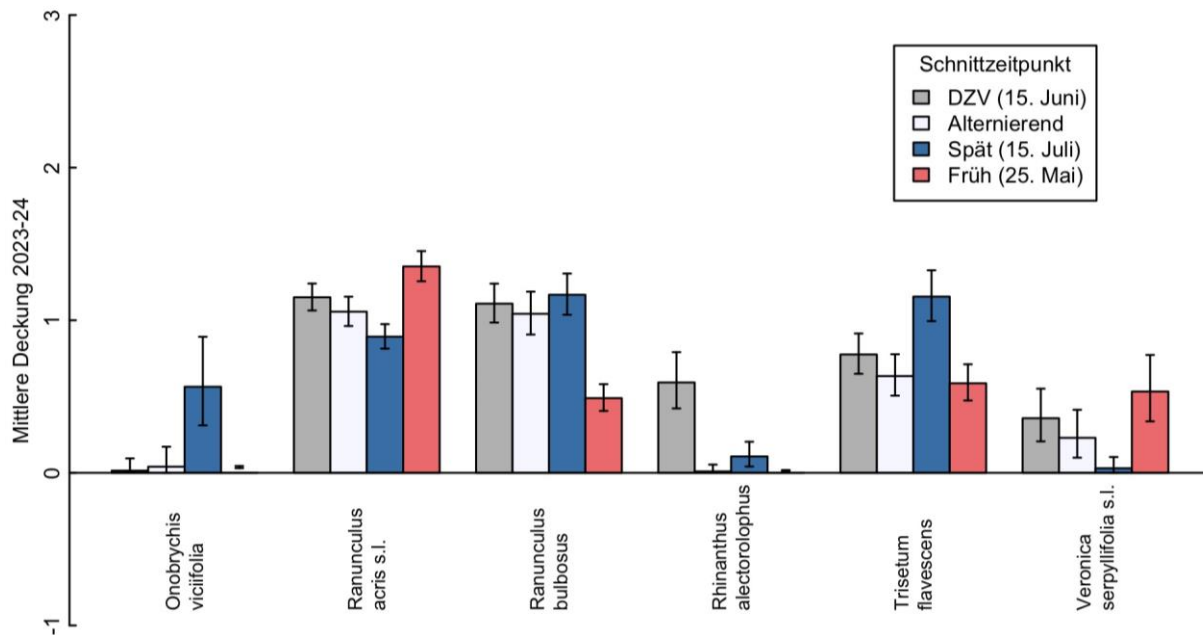


Abbildung F.9 Mittlere Deckung der einzelner Arten beim Vergleich der Heuschnittvarianten am Versuchsende (2023-24).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die wurzeltransformierte Deckung der Jahre 2024-24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p-Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Beim Vergleich der Deckungsänderung der Emdschnittvarianten in der **2. Projektphase** sind *Linum catharticum*, *Prunella vulgaris* und *Veronica serpyllifolia* hervorzuheben (Abbildung F.10). Bei diesen Arten führt der frühe Emdschnitt zu einer signifikanten Abnahme und der späte Emdschnitt zu einer Zunahme des Deckungsgrads. Alle drei Arten lassen sich in die Artgruppe «Kraut klein» einteilen, bei welcher diese Richtung beim Emd auch zutrifft. Die Abnahme von *Bromus erectus* beim späten Emdschnitt trifft auch auf die Tendenz der Artengruppe «Gras gross» zu, auch wenn das Ergebnis für die einzelne Art ein zufälliges Ergebnis darstellen kann (Abb. F.7, unten).

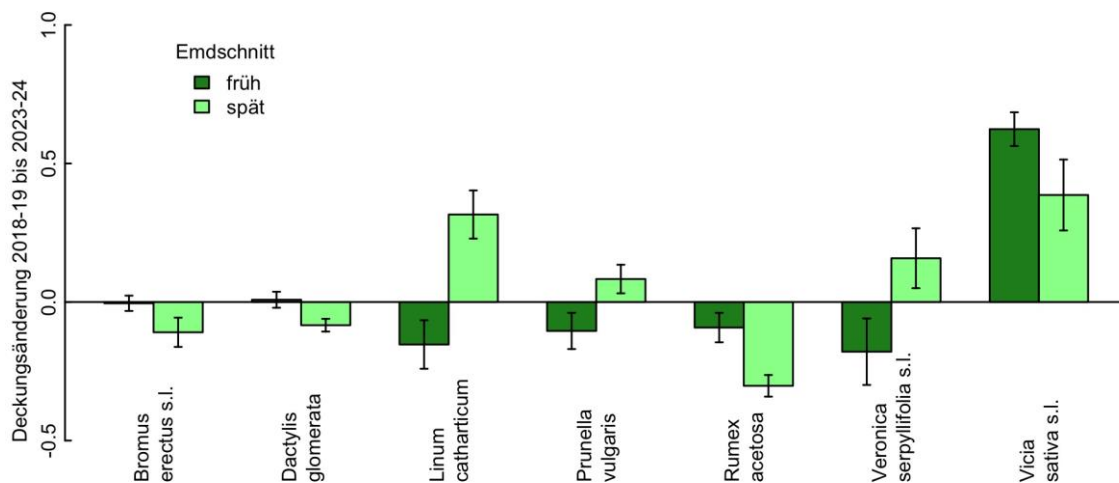


Abbildung F.10: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der Emdschnittvarianten (Projektphase 2).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die summierte Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2018-19 zu 2024-24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p-Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Beim Test der Interaktionen zwischen Heu- und Emdschnitt zeigen nur 4 Arten einen p-Wert unter 0.05. Das ist nicht mehr, als rein zufällig zu erwarten ist.

Entwicklung der Artenzahlen

Die statistische Auswertung der Artenzahlen (Varianzanalyse für wiederholte Beobachtungen auf Plot- und Subplot-Ebene) zeigt keinen signifikanten Einfluss der Schnittvariante auf die Artenzahlen.

Ausschliesslich das Jahr hat einen signifikanten Einfluss (siehe auch Anhang Tabelle A.5 und A.6). In Abbildung F.11 ist die mittlere Artenzahl über die Jahre zu sehen, welche für die verschiedenen Schnittvariante (Heu- und Emdschnitt) weitestgehend parallel verläuft, sich jedoch über die Jahre verändert. Die mittlere Artenzahl am Ende des Versuches im Jahr 2024 ist beim Heuschnitt nach DZV knapp am höchsten (Abb. F.11, oben). Für den Emdschnitt ist die Dauer der Durchführung (3 Jahre) zu kurz, um eine abschliessende Aussage zu machen (Abb. F.11, unten).

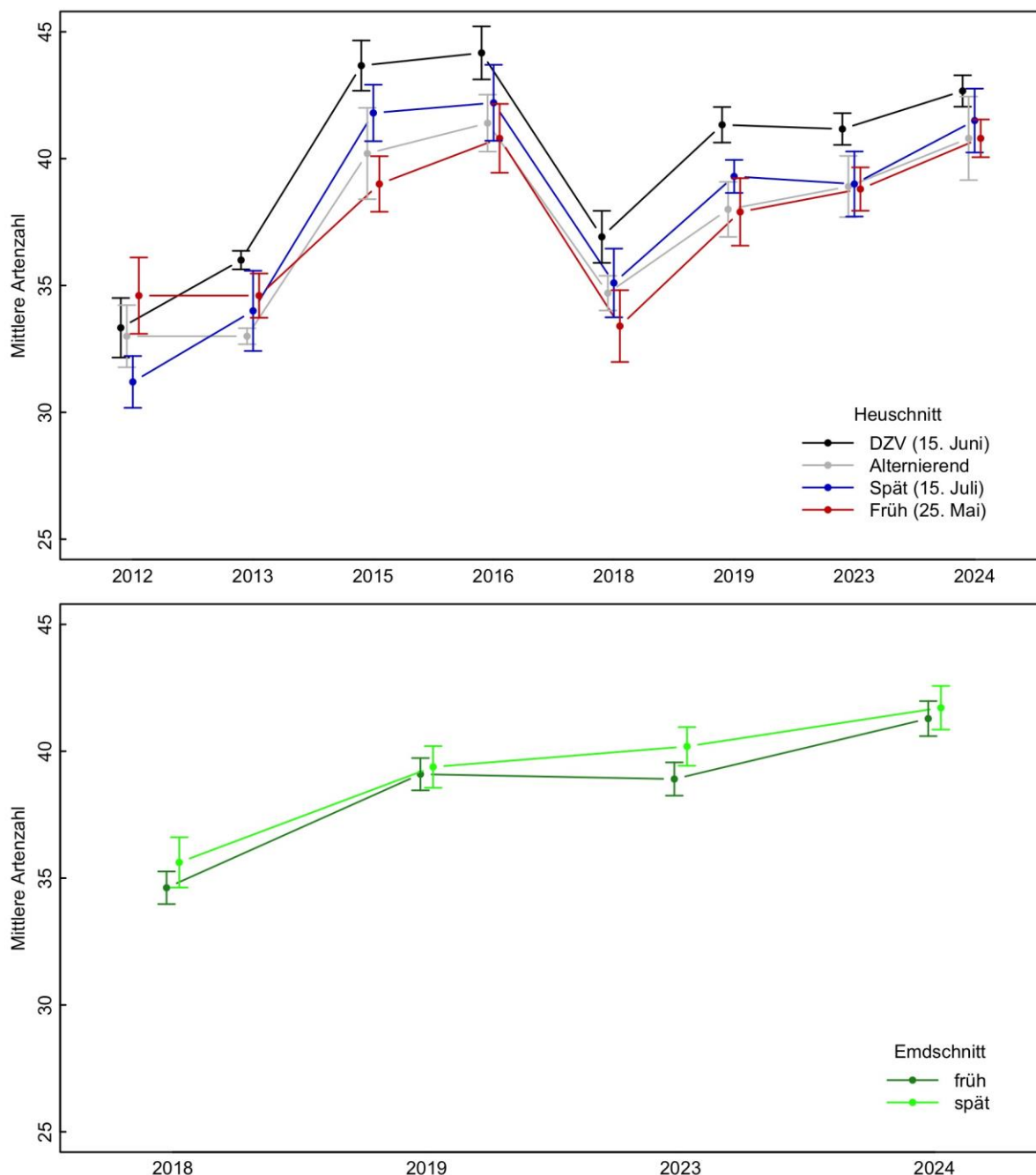


Abbildung F.11: Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) der Artenzahlen pro Schnittvariante und Jahr. Oben: Heuschnitt, ganze Versuchsdauer (2012-2024). Unten: Emdschnitt, Projektphase 2 (2018-2024).

4.1.2 Versammlungsmöglichkeit der Arten (Phänologie)

In Abbildung F.12 und F.13 ist die Versammlungsmöglichkeit dargestellt. In Abbildung F.12 sind Unterschiede bei der Artenanzahl mit Versammlung zwischen den drei Heuschnittverfahren zu erkennen und in Abb. F.13 die Unterschiede beim Anteil der Flächen mit einer Versammlung. Die Unterschiede der Artenanzahlen mit Versammlung sind zwischen den Heuschnittvarianten ($p < 0.001$), den Emdschnittvarianten ($p = 0.0504$) und den Jahren ($p < 0.001$) signifikant (Tabelle A.7). Die Artenanzahl sowie der Anteil an Flächen mit einer Versammlung ist vergleichbar und die Versammlungsmöglichkeit kann daher zusammen betrachtet werden.

Die Versammlungsmöglichkeit vor dem Heuschnitt ist viel höher (grüne Linie) als vor dem Emdschnitt (blaue Linie). Deshalb wird die gesamte Versammlungsmöglichkeit (schwarze Linie = über beide Zeitpunkte) vor allem durch die Versammlung vor dem Heuschnitt bestimmt. Je später der Heuschnitt, desto mehr Arten können sich vorher versammeln, und auch die Häufigkeit der Versammlung insgesamt ist bei spätem Heuschnitt am grössten. Beim frühen Heuschnitt können sich die Arten zwar etwas häufiger vor dem Emdschnitt versammeln als auf Flächen mit spätem Heuschnitt. Ausserdem kommen nach einem frühen Heuschnitt zusätzliche Arten vor dem Emdschnitt zur Versammlung, während nach einem spätem Heuschnitt vor allem die Arten Samen bilden, die das bereits vor dem Heuschnitt getan haben. Eine bessere Versammlung vor dem Emdschnitt kann eine schlechtere Versammlung vor dem Heuschnitt jedoch nicht ausgleichen. Das liegt an der insgesamt deutlich geringeren Versammlungshäufigkeit vor dem Emdschnitt.

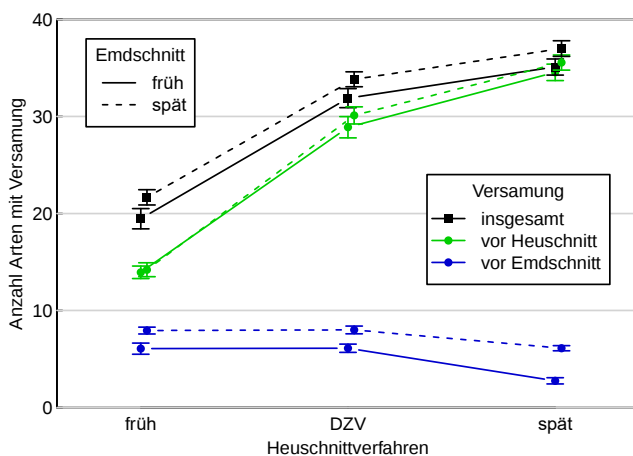


Abbildung F.12: Anzahl der Arten mit einer Versammlung, verglichen für die Heuschnitt- und Emdschnittvarianten, und aufgeteilt nach Versammlung vor dem Heuschnitt, vor dem Emdschnitt und insgesamt (vor dem Heuschnitt und/oder vor dem Emdschnitt). Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) derjenigen Arten, welche am gegebenen Standort prinzipiell zu einer guten Versammlung fähig sind, d. h. die mindestens in einem Verfahren eine gesamte Versammlungshäufigkeit über 50% aufweisen.

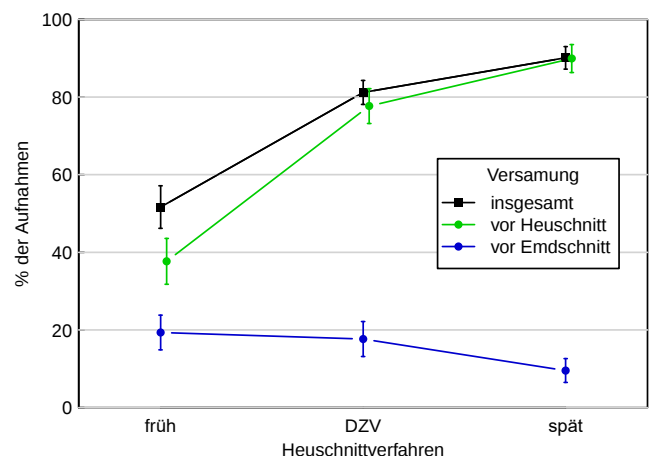


Abbildung F.13: Anteil der Aufnahmeflächen mit einer Versammlung, verglichen für die Heuschnittvarianten, und aufgeteilt nach Versammlung vor dem Heuschnitt, vor dem Emdschnitt und insgesamt (vor dem Heuschnitt und/oder vor dem Emdschnitt). Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) derjenigen Arten, welche am gegebenen Standort prinzipiell zu einer guten Versammlung fähig sind, d. h. die mindestens in einem Verfahren eine gesamte Versammlungshäufigkeit über 50% aufweisen.

4.2 Zwei-Schnitt Magerwiese

Während der gesamten Versuchszeit wurden auf der Magerwiese 111 Pflanzenarten gefunden (Artenliste samt Abkürzungen, Tabelle A.2, Artenliste Magerwiese).

4.2.1 Vegetation und Artzusammensetzung

Die HKA aller Aufnahmen der **2. Projektphase (2018 bis 2024)** zeigen zwar eine gewisse Differenzierung nach Jahr (Abbildung M.1), im Gegensatz zur Fromentalwiese jedoch keine Unterschiede zwischen den Heuschnittvarianten (Abbildung M.2). Stattdessen ist eine leichte Differenzierung nach Emdschnitt erkennbar (Abbildung M.3). In Abbildung M.1 deutet die Verschiebung der Punkte entlang der 2. Achse, auf eine Entwicklung der Artzusammensetzung mit der Zeit (Jahre) hin. Dieses Ergebnis wurde auch bei der Fromentalwiese beobachtet. Die Punktwolken der Heuschnittvarianten scheinen sich auf der Magerwiese jedoch weitestgehend zu überlappen und es gibt keine erkennbare Gruppierung. In Abbildung M.3 wird durch die Verschiebung der Punkte einzelner Emdschnittvarianten entlang der 2. Achse deutlich, dass vor allem eine Entwicklung in der Artzusammensetzung zwischen der Variante «kein Emdschnitt» und «Emdschnitt vorhanden» (früh oder spät) stattfand.

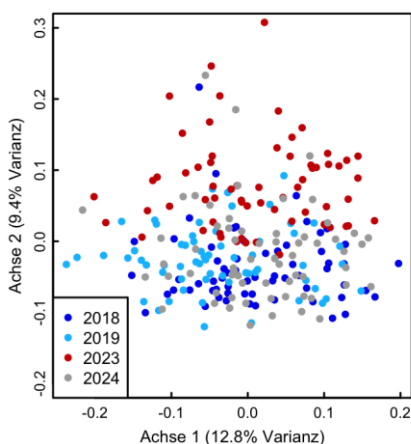


Abbildung M.1: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) nach den Versuchsjahren.

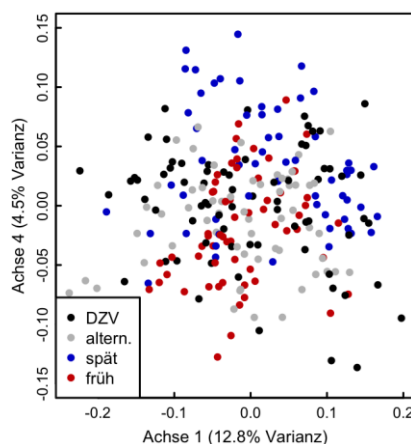


Abbildung M.2: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) nach den Heuschnittvarianten.

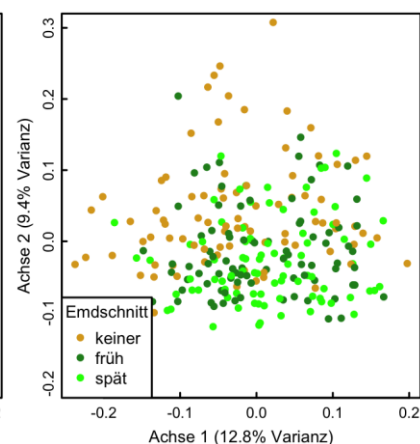


Abbildung M.3: HKA der Vegetationsaufnahmen (2018-2024) nach den Emdschnittvarianten.

Die Ergebnisse der Redundanzanalyse (Tabelle A.8) verdeutlichen die Ergebnisse der HKA. Insgesamt sind die Unterschiede in der Artzusammensetzung aufgrund der Heuschnittvariante sehr schwach (F-Wert = 4.6), jedoch erklärt der Emdschnitt bei der Magerwiese einen bedeutenderen Varianzanteil (F-Wert = 7.1). Wie in Abbildung M.1 zu sehen ist, lässt sich der Varianzanteil mit dem Faktor «Jahr» am besten erklären. Die zeitliche Entwicklung hat demnach den grössten Einfluss (höchster F-Wert = 9.3) auf die Artzusammensetzung. Die Interaktion zwischen Heu- und Emdschnitt erklärt keinen bedeutenden Varianzanteil (F-Werte = 1.4) und ist deshalb nicht dargestellt.

Bei der Auswertung der Daten des **Gesamtversuches (2012 bis 2024)**, zeigen die HKA eine leichte Differenzierung sowohl nach Jahr (Abbildung M.4) als auch nach Emdschnittvariante (Abbildung M.5). Es ordnen sich Punktgruppen dergleichen Jahre zusammen (Abbildung M.4) und in Abbildung M.5 ist eine leichte Differenzierung nach den Emdschnittvarianten zu sehen. Hingegen tragen die Heuschnittvarianten, wie in der zweiten Projektphase, nur in sehr geringem Masse zur Erklärung der Artzusammensetzung bei.

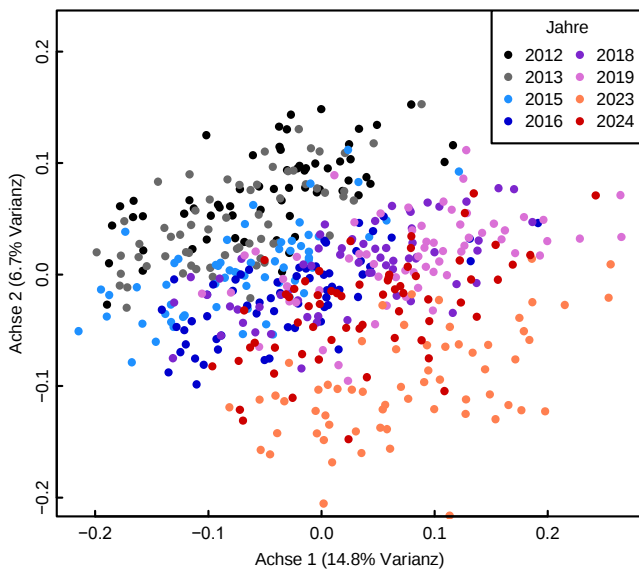


Abbildung M.4: HKA der Vegetationsaufnahmen (2012-2024) nach den Versuchsjahren.

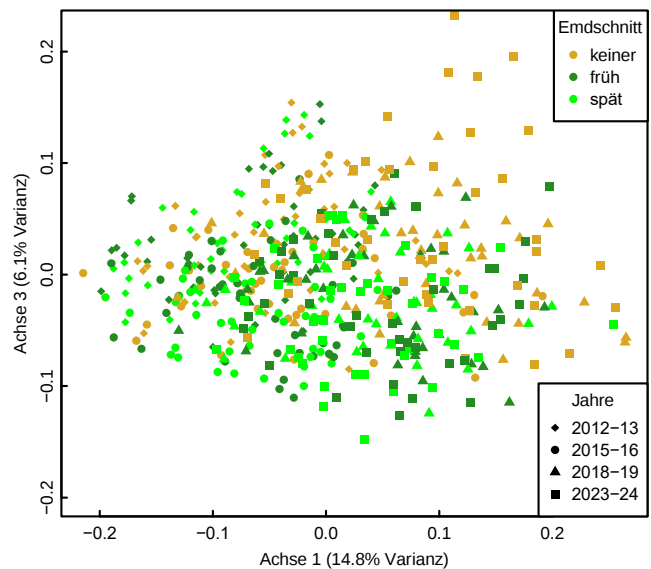


Abbildung M.5: HKA der Vegetationsaufnahmen (2012-2024) nach den Emdschnittvarianten.

Bei Betrachtung des **Gesamtversuches** verdeutlichen die Ergebnisse der Redundanzanalyse (Tabelle A.9) wieder die Ergebnisse der HKA. Die allgemeine zeitliche Entwicklung (Faktor «Jahr»), erklärt die Entwicklung der Artenzusammensetzung während des Versuches mit Abstand am besten (höchster F-Wert = 15.4). Die unterschiedlichen Emdschnittvarianten haben einen etwas geringeren Einfluss auf diese Entwicklung (F-Wert = 7.0).

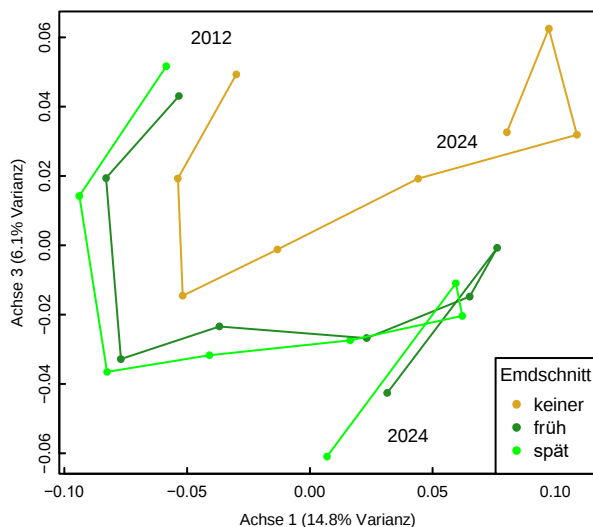


Abbildung M.6: HKA mit dem gemittelten Wert der Ähnlichkeiten der Vegetationsaufnahmen pro Jahr und pro Emdschnittvariante. Die einzelnen Jahre sind mit Strichen verbunden, um die zeitliche Entwicklung (von links oben nach rechts unten) darzustellen.

Abbildung M.6 zeigt, dass die mittlere Entwicklung der Vegetation bei dem frühen und späten Emdschnitt weitgehend parallel verläuft, wobei eine geringfügige Auseinanderentwicklung am Ende erkennbar ist. Die Vegetationsentwicklung der Flächen ohne Emdschnitt weicht deutlich stärker von den Trajektorien der beiden Varianten mit Emdschnitt ab. Mit zunehmender Versuchsdauer verstärken sich diese Unterschiede. Diese zeitliche Entwicklung der Vegetation, die auch in den vorangegangenen Analysen erkennbar wurde, ist auf die Zu- und Abnahme bestimmter Arten im Gesamtversuch zurückzuführen. Dabei sind die Arten, deren Korrelation mit den Ordinationsachsen am höchsten ist ($r \geq 0.5$) eher triviale und häufige Arten und werden daher nicht dargestellt.

Der Vergleich der Nuller-Plots mit den Flächen der Heuschnittvariante nach DZV bestätigt eine weitgehend parallele Entwicklungsdynamik (Abbildung A.3). Somit sind die entstandenen Vegetationsentwicklungen in den Versuchsflächen eindeutig auf die abgeänderten Schnittzeitpunkte zurückzuführen.

Deckungsänderungen der Artengruppen

Die Deckungsänderungen der fünf Artengruppen (Zuordnung siehe Tabelle A.2) über die **gesamte Versuchsdauer** sind in Abbildung M.7 dargestellt. Bei den Heuschnittvarianten (Abbildung M.7, oben) ist bei keiner Artengruppe eine signifikante Deckungsänderung zu sehen, was die Ergebnisse der HKA unterstreicht. Nur für die Gruppe der Leguminosen gibt es eine Tendenz hin zur grösseren Abnahme durch den frühen und den alternierenden Heuschnitt.

Werden die Emdschnittvarianten (Abbildung M.7, unten) betrachtet, verändert sich die Deckung bei drei der fünf Gruppen signifikant. Zum einen bei der Gruppe der kleinen Gräser und Seggen ($p = 0.003$) und zudem bei den kleinen Kräutern ($p < 0.001$) und den Leguminosen ($p < 0.001$). Die Artengruppe der kleinen Gräser und Seggen sowie die kleinen Kräuter profitieren von einem Emdschnitt (früh und spät) im Vergleich zu keinem Emdschnitt. Während bei den kleinen Gräsern und Seggen keine Deckungsänderung bei den Flächen ohne Emdschnitt festgestellt wurde, zeigt sich bei den Arten in der Gruppe «Kraut klein» eine klare negative Deckungsänderung mit der Zeit. Eine klar negative Deckungsänderung zeigt sich auch bei den Leguminosen beim Auslassen des Emdschnitts. Ein früher Emdschnitt wirkt sich ebenfalls negativ auf die Deckung der Leguminosen aus. Bei den späten Emdschnittflächen ist dieser negative Effekt nicht mehr vorhanden (Abbildung M.7, unten).

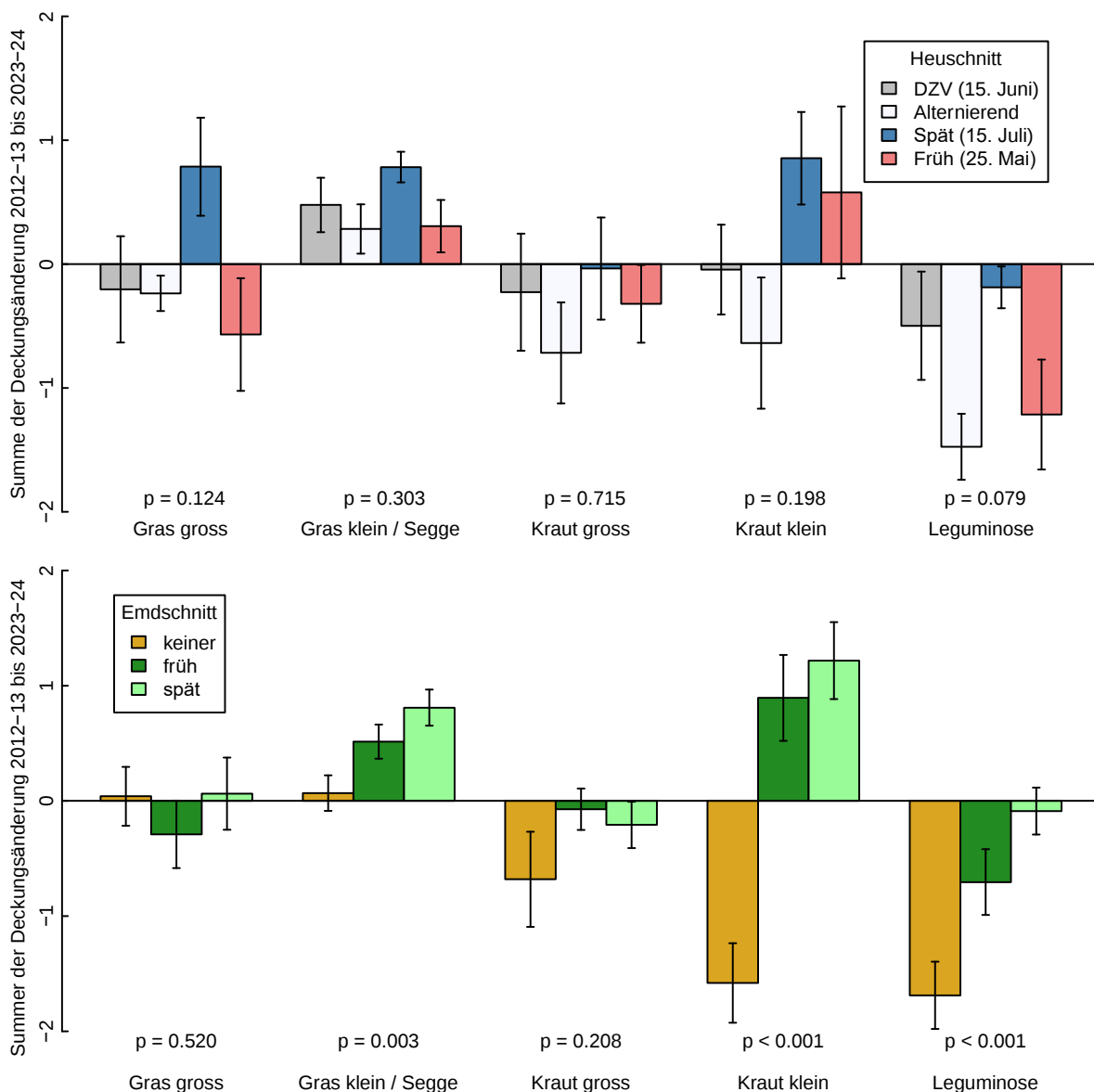


Abbildung M.7: Summe der Deckungsänderungen beim Vergleich der verschiedenen Heu- und Emdschnittvarianten für die fünf Artengruppen: Gras gross, Grass klein/ Segge, Kraut gross, Kraut klein und Leguminosen. Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die summierte Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2012–13 zu 2023–24 (Summe aller Arten einer Gruppe) und p-Werte der Varianzanalyse für den Vergleich der Varianten. P-Werte < 0.05 sind signifikant. Oben: Heuschnitt. Unten: Emdschnitt.

Wenn die Deckungsänderungen von 2018–19 bis 2023–24 mit gemischten Modellen analysiert werden, um auch mögliche Interaktionen zwischen dem Einfluss von Heuschnitt und Emdschnitt zu testen, zeigt sich wie bei der Fromentalwiese keine signifikante Interaktion (Tabelle A.10).

Deckungsänderung einzelner Arten

Beim Vergleich der Deckungsänderungen der unterschiedlichen Schnittvarianten zeigt sich bei einigen Artengruppen eine signifikante Änderung, jedoch reagiert jede Art anders auf die unterschiedlichen Schnittzeitpunkte. Darum wurden zusätzlich die Deckungsänderungen der einzelnen Arten abhängig von den Heu- und Emdschnittvarianten ausgewertet.

Von den untersuchten Arten zeigen 10 Arten über die gesamte Versuchsdauer (Abbildung M.8) und 3 in der Projektphase 2 (Abbildung A.4) bei der Varianzanalyse der unterschiedlichen Heuschnittvarianten signifikante Unterschiede.

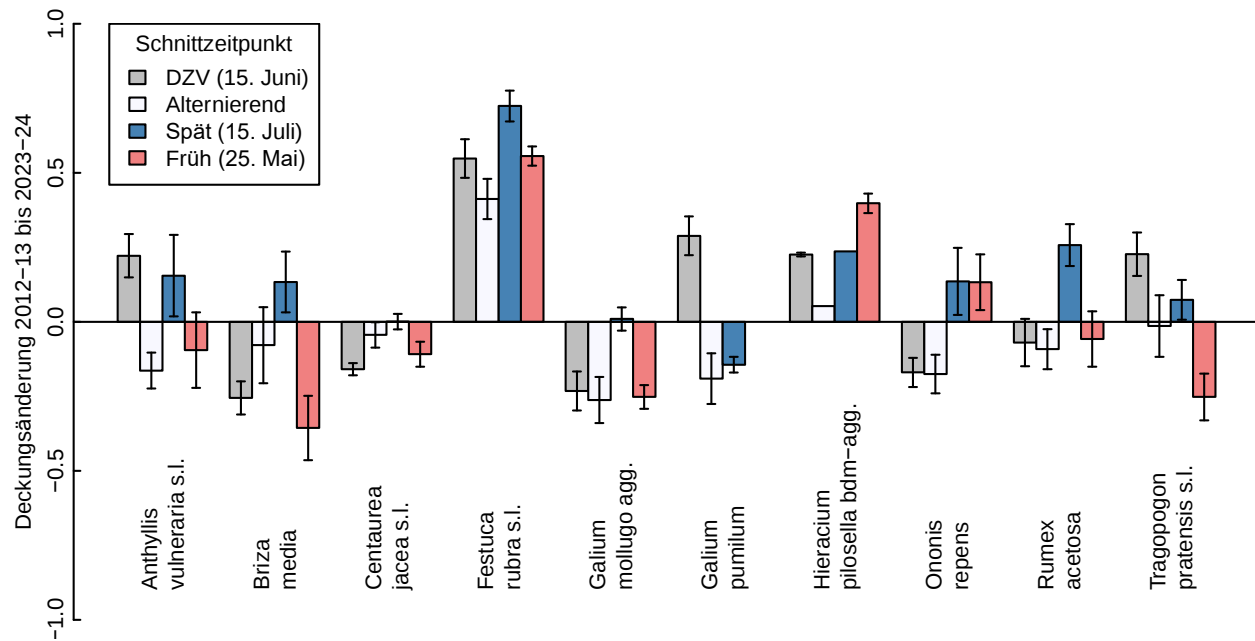


Abbildung M.8: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der Heuschnittvarianten (gesamte Versuchsdauer).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2012–13 zu 2023–24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p -Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Beim Vergleich der Deckungsänderung der Emdschnittvarianten zeigen über die **gesamte Versuchsdauer** 23 Arten signifikante Unterschiede (Abbildung M.9). Zu nennen sind beispielsweise *Anacamptis pyramidalis* und *Anthoxanthum odoratum*: wie die meisten anderen Arten profitieren sie von einem Emdschnitt (früh und spät), wobei das Auslassen des Emdschnitts jeweils zu einer signifikanten Abnahme oder weniger starken Zunahme der Deckung führt (dies gilt für alle Arten ausser *Bromus erectus* und *Galium mollugo agg.* (Abbildung M.9)).

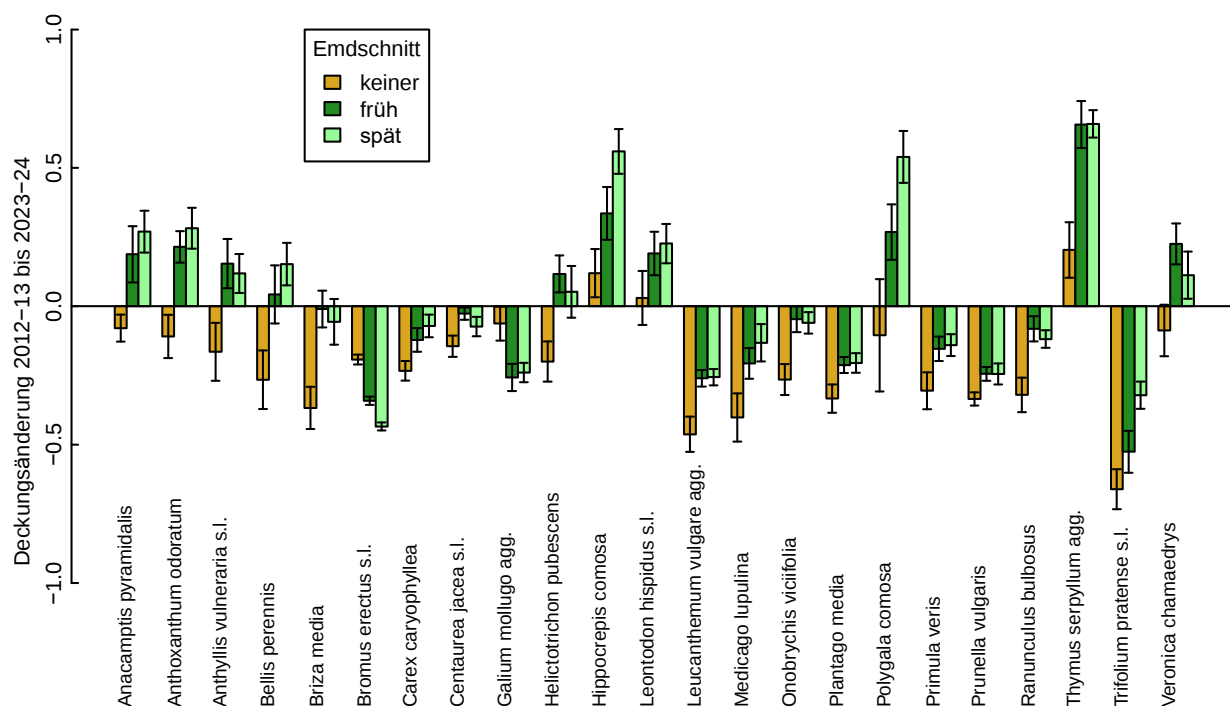


Abbildung M.9: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der Emdschnittvarianten (gesamte Versuchsdauer).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2012-13 zu 2023-24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p -Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Abbildungen M.10 und M.11 zeigen die Arten, bei welchen sich die mittlere Deckung am Ende des Versuchs im Jahr 2023/24 signifikant zwischen den Schnittvarianten unterscheidet. In Abbildung M.10 ist *Anthyllis vulneraria* hervorzuheben, der sowohl beim Heuschnitt nach DZV als auch beim späten Heuschnitt die höchste mittlere Deckung aufweist, was der Tendenz von der Artengruppe der Leguminosen entspricht (Abbildung M.7, oben). Insgesamt sind die Unterschiede sehr gering (transformierte Skala) und es wird nicht weiter auf einzelne Arten eingegangen.

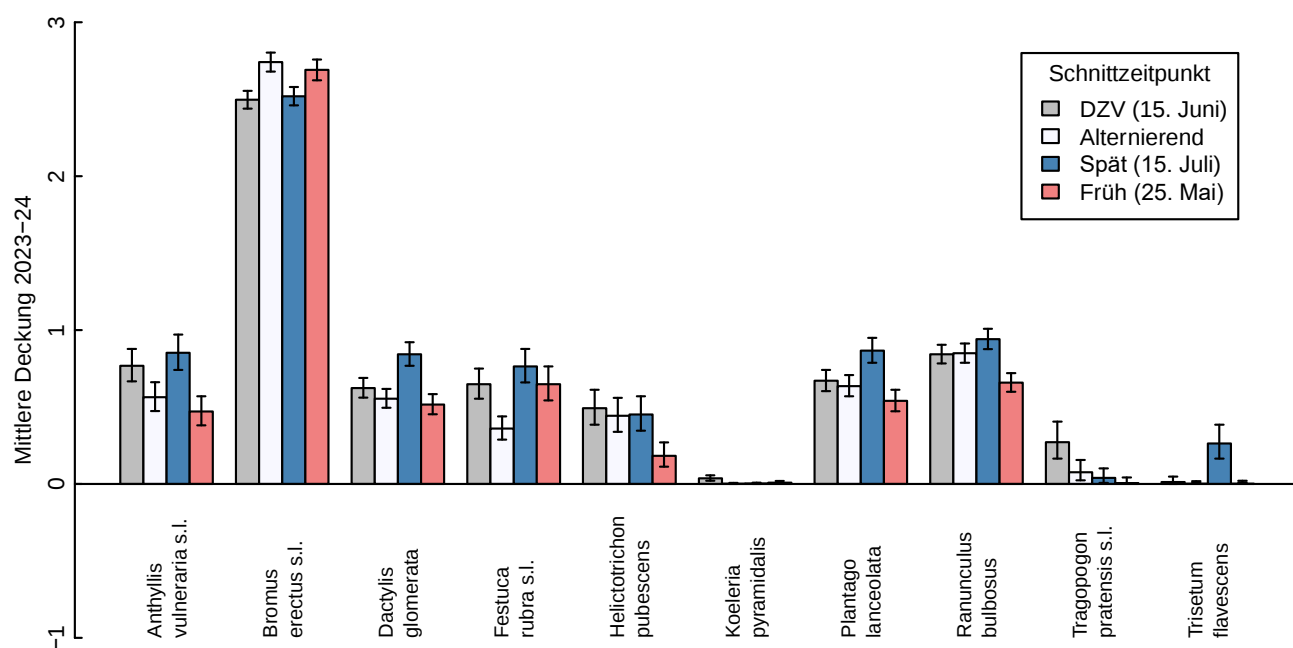


Abbildung M.10: Mittlere Deckung der einzelner Arten beim Vergleich der Heuschnittvarianten (Versuchsende 2023-24).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die wurzeltransformierte Deckung der Jahre 2023-24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p -Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Abbildung M.11 zeigt, dass die einzelnen Arten ähnlich auf die unterschiedlichen Emdschnittvarianten reagieren. Alle Arten ausser vier haben am Ende die grösste mittlere Deckung in den Flächen mit einem Emdschnitt. Die vier Ausnahmen bilden die Arten: *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Carex flacca* und *Gallium mollugo*. Bei ihnen ist die mittlere Deckung ohne Emdschnitt am grössten.

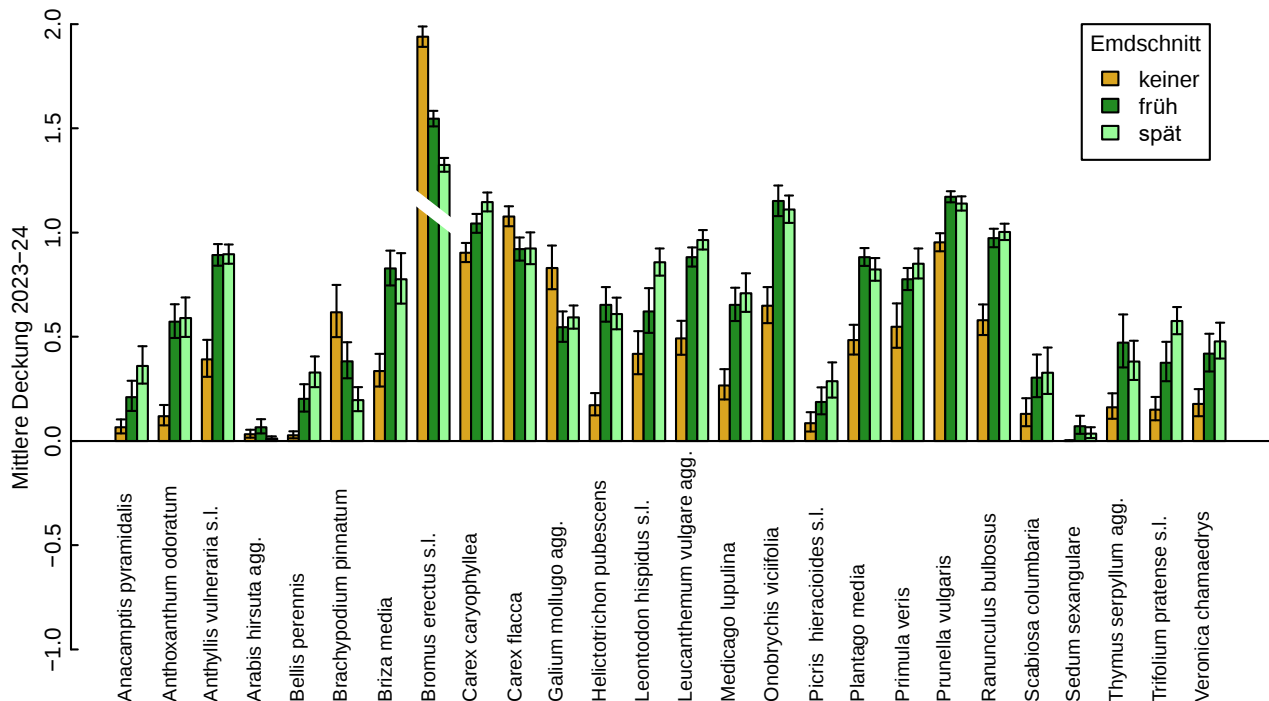


Abbildung M.11: Mittlere Deckung der einzelner Arten beim Vergleich der Emdschnittvarianten (Versuchsende 2023-24).

Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die wurzeltransformierte Deckung der Jahre 2023-24. Es sind die Arten mit signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten (p-Werte < 0.05 in der Varianzanalyse) dargestellt.

Insgesamt ist die mittlere Deckung bei den meisten Arten weitgehend mit den Ergebnissen der Deckungsänderung über den Versuch hinweg vergleichbar (Vergleich der Abbildungen M.7 & M.9 mit M.10 & M.11). Zum Beispiel zeigt sich in Abbildungen M.8 und M.10, dass ein Heuschnitt ab dem 15. Juni oder später für *Anthyllis vulneraria s.l.* vorteilhaft ist. In den Abbildungen M.9 und M.11 wird außerdem deutlich, dass ein zusätzlicher Emdschnitt – egal ob früh oder spät – ebenfalls einen positiven Effekt hat.

Entwicklung der Artenzahlen

Die statistische Auswertung der Artenzahlen (Varianzanalyse für wiederholte Beobachtungen auf Plot- und Subplot-Ebene) zeigt einen signifikanten Einfluss der Emdschnittvarianten auf die Artenzahlen. Zudem hat das Jahr einen signifikanten Einfluss, sowie die Faktoren Jahr und Emdschnitt kombiniert (Tabelle A.11). In Abbildung M.12 oben ist die mittlere Artenzahl über die Jahre zu sehen, welche für die verschiedenen Heuschnittvarianten weitgehend parallel verläuft, sich jedoch über die Jahre hinweg verändert. In der unteren Grafik beim Emdschnitt (Abbildung M.12) ist zu sehen, dass die Artenzahl ohne Emdschnitt ab 2016 deutlich abnimmt und am Ende für den späten Emdschnitt am höchsten ist.

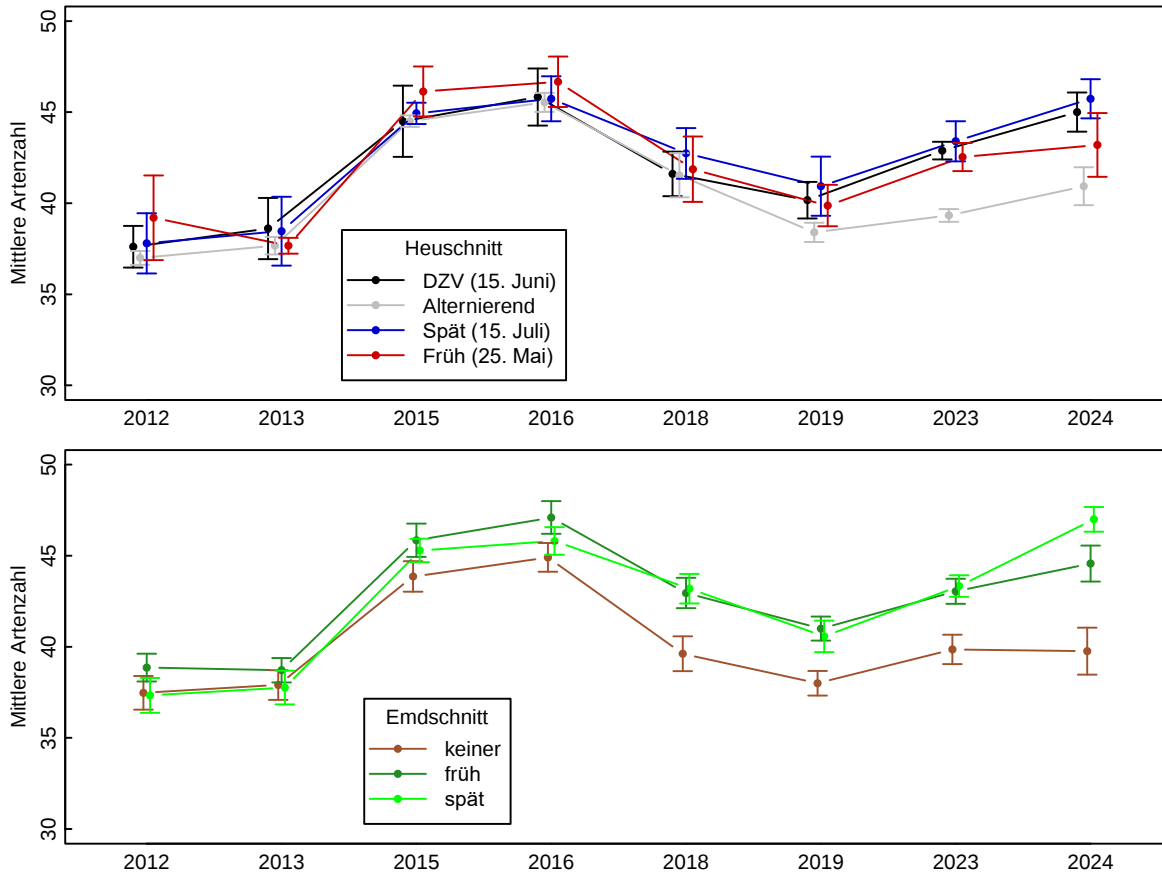


Abbildung M.12: Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) der Artenzahlen pro Schnittvariante und Jahr (2012-2024). Oben: Heuschnitt. Unten: Emdschnitt.

Abbildung M.13 stellt die Verteilung der Artenzahlen am Ende des Versuches (2023/2024) dar, wobei hier ebenso die signifikanten Unterschiede zwischen den Emdschnittvarianten erkennbar sind ($p < 0.001$, Tabelle A.11). Bei den Flächen ohne Emdschnitt sind die Artenzahlen in beiden Jahren am geringsten.

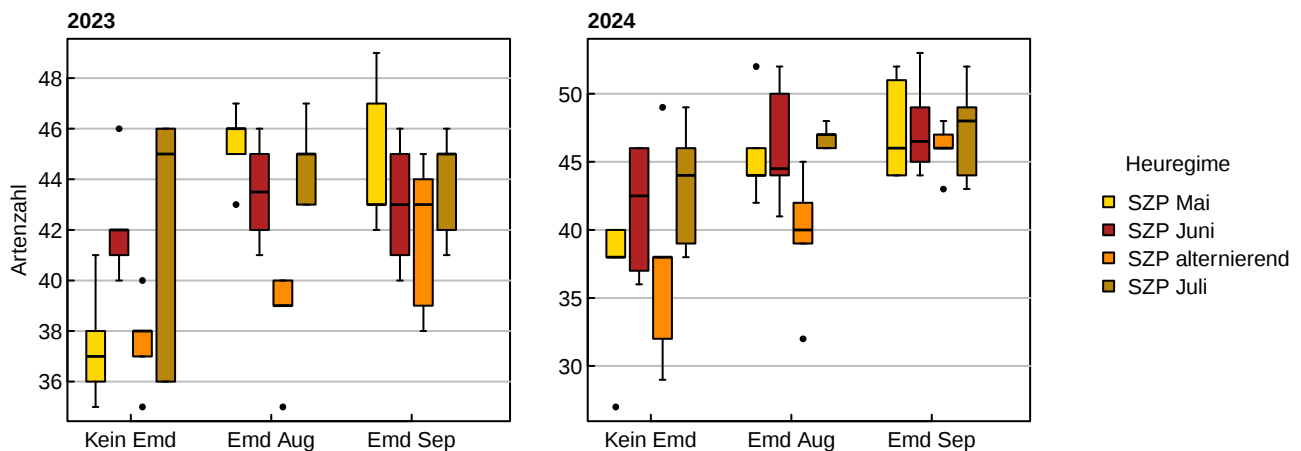


Abbildung M.13: Verteilung der Artenzahlen in den Jahren 2023 und 2024, aufgeteilt nach Heuschnitt- und Emdschnittvarianten. Es sind der Median (Querstriche), die Quartile (Eingefärbte Balken) sowie die Extreme (einzelne Punkte) dargestellt.

Die Ergebnisse zur Gesamtzahl von Arten und Blüten der studentischen Arbeit (Zbinden, 2024) auf der Magerwiese zeigen eine vergleichbare Entwicklung (Abb. M.14). Insgesamt liess sich ein positiver Einfluss eines zusätzlichen Emdschnitts (früh im August oder spät im September) auf die Arten- und Blütenzahl nachweisen ($p < 0.001$). Besonders deutlich wird dieser Effekt bei einem frühen Heuschnitt im Mai. Der Zeitpunkt des Heuschnitts allein zeigt hingegen nur tendenzielle Auswirkungen auf die Entwicklung von Arten- und Blütenzahl und wird daher nicht weiter berücksichtigt.

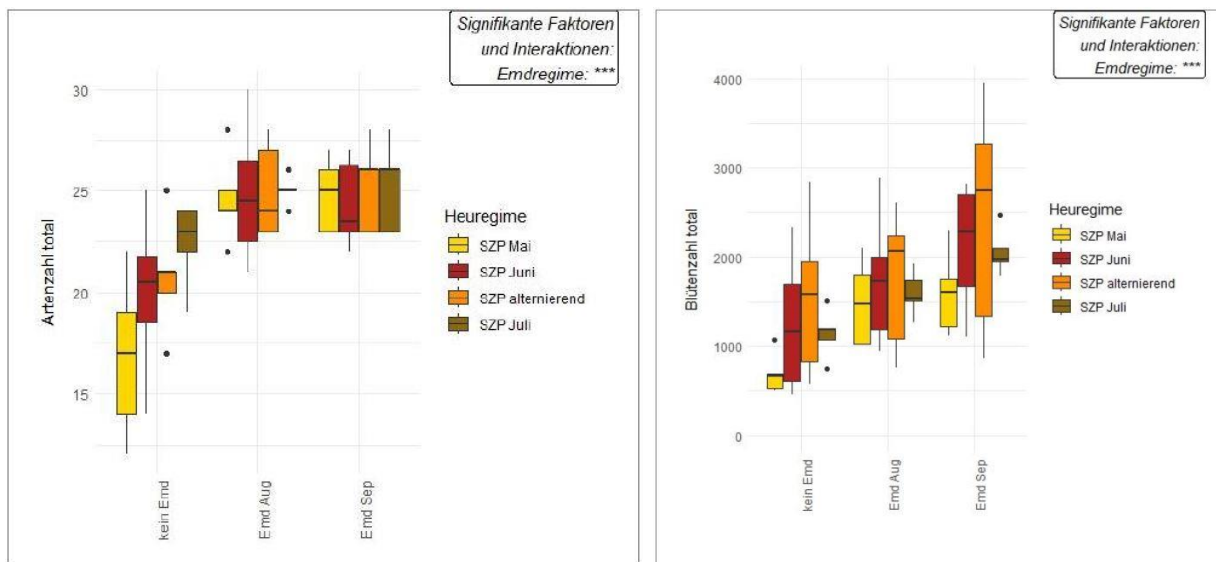


Abbildung M.14: Verteilung der totalen Artenzahl (links) und Blütenzahl (rechts) im Jahr 2024, aufgeteilt nach Heuschnitt- und Emdschnittvarianten. Es sind der Median (Querstriche), die Quartile (Eingefärbte Balken) sowie die Extreme (einzelne Punkte) dargestellt.

4.2.2 Versammlungsmöglichkeit der Arten (Phänologie)

In Abbildung M.15 und M.16 ist ein ähnliches Ergebnis zur Versammlung wie auf der Fromentalwiese zu sehen. In Abbildung M.15 sind Unterschiede bei der Artenanzahl mit Versammlung zwischen den drei Heuschnittverfahren zu erkennen und in Abb. M.16 die Unterschiede beim Anteil der Flächen mit einer Versammlung. Die Unterschiede der Artenanzahlen mit Versammlung sind zwischen den Heuschnittvarianten ($p < 0.0001$), den Emdschnittvarianten ($p = 0.0031$) und den Jahren ($p = 0.001$) signifikant (Tabelle A.12). Die Entwicklung der Artenanzahl und der Anteil an Flächen mit einer Versammlung ist vergleichbar und die Versammlungsmöglichkeit kann daher zusammen betrachtet werden. Die Versammlungsmöglichkeit vor dem Heuschnitt ist viel höher (grüne Linie) als vor dem Emdschnitt (blaue Linie) und daher wird die gesamte Versammlungskapazität (schwarze Linie) fast nur durch die Versammlung vor dem Heuschnitt bestimmt. Beim Heuschnitt nach DZV (Juni) und beim späten Schnitt ist die Versammlungsmöglichkeit zudem deutlich höher als beim frühen Heuschnitt. Nach einem späten Heuschnitt bilden praktisch nur noch solche Arten Samen, die das bereits vor dem Heuschnitt getan haben. Beim frühen Heuschnitt hingegen haben zusätzlich weitere Arten Zeit, sich vor dem Emdschnitt zu versamen. Allerdings kann diese bessere Versammlung vor dem Emdschnitt die geringere Samenbildung vor dem frühen Heuschnitt nicht ausgleichen, da die Versammlungsmöglichkeit vor dem Emdschnitt insgesamt zu gering ist.

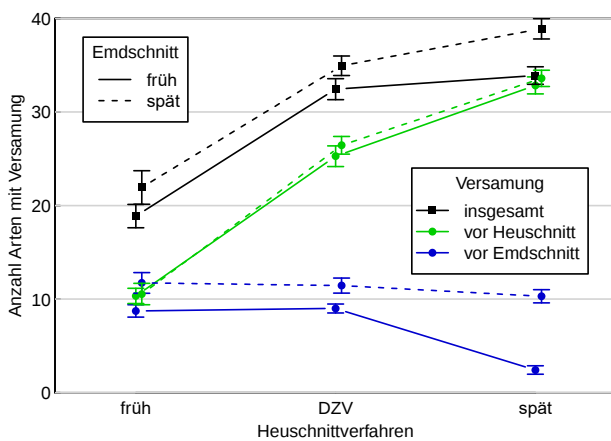


Abbildung M.15: Anzahl der Arten mit einer Versammlung, verglichen für die Heuschnitt- und Emdschnittvarianten, und aufgeteilt nach Versammlung vor dem Heuschnitt, vor dem Emdschnitt und insgesamt (vor dem Heuschnitt und/oder vor dem Emdschnitt). Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) der Arten, welche am gegebenen Standort prinzipiell zu einer guten Versammlung fähig sind, d. h. die mindestens in einem Verfahren eine gesamte Versammlungshäufigkeit über 50% aufweisen.

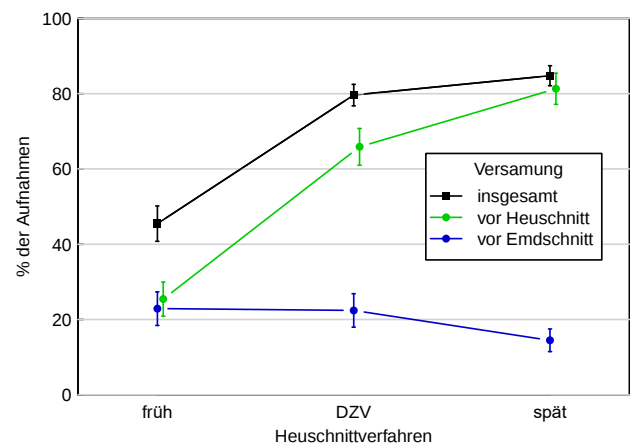


Abbildung M.16: Anteil der Aufnahmeflächen mit einer Versammlung, verglichen für die Heuschnittvarianten, und aufgeteilt nach Versammlung vor dem Heuschnitt, vor dem Emdschnitt und insgesamt (vor dem Heuschnitt und/oder vor dem Emdschnitt). Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) der Arten, welche am gegebenen Standort prinzipiell zu einer guten Versammlung fähig sind, d. h. die mindestens in einem Verfahren eine gesamte Versammlungshäufigkeit über 50% aufweisen.

5. Diskussion

5.1 Fromentalwiese

In der zweiten Projektphase zeigten sich deutlicher ausgeprägte Effekte der untersuchten Schnittzeitpunkte. Für die kleinen Kräuter war ein später oder alternierender Heuschnitt weniger günstig als der Schnittzeitpunkt gemäss DZV oder der frühe Schnittzeitpunkt im Mai. Bei den einzelnen Arten gab es jedoch Entwicklungen in beide Richtungen. So profitierten einige QII-Zeigerarten (Arten, die die ökologische Qualität von extensiven Wiesen nach den Richtlinien der Qualitätsstufe II anzeigen) vom späteren Heuschnitt ab dem 15. Juni/ Juli wie *Ranunculus bulbosus* und *Knautia arvensis*. Bei *K. arvensis* nahm der Deckungsgrad beim frühen Heuschnitt wie bereits in der ersten Projektphase deutlich ab. Vermutlich wegen ausbleibender Samenreife, fiel der frühe Schnitt für die grossen Kräuter und auch die grossen Gräser in der Tendenz negativ aus. Auch nach angepasster Methode bestätigten die Phänologiedaten die Ergebnisse von der ersten Versuchsphase, dass bei spätem Heuschnitt am meisten Arten versamen können, es aber keine Korrelation zur Deckungsgradänderung gibt. Das deutet darauf hin, dass weitere Faktoren wie etwa das Nutzungsintervall zwischen zwei Schnitten, die Lichtverfügbarkeit zu bestimmten Zeitpunkten oder auch die Witterung artspezifisch eine Rolle spielen.

Bei Betrachtung des Emdschnitts waren die signifikanten Unterschiede bei den kleinen Kräutern sowie bei den kleinen Gräsern und Seggen besonders auffällig: In beiden Gruppen führte der späte Emdschnitt zu einer deutlich stärkeren Zunahme der Deckung als der frühe Emdschnitt. Kleine Kräuter wie *Linum catharticum*, *Prunella vulgaris* und *Veronica serpyllifolia* bestärken diese Erkenntnis. Möglicherweise begünstigt der, durch spätes Emden, erhöhte Lichteinfall im Frühjahr das Wachstum klein gewachsener Kräuter. Bei den übrigen Artengruppen wurden dagegen lediglich tendenzielle Veränderungen festgestellt. Es ist jedoch festzuhalten, dass die Wiese erst seit 2018 mit unterschiedlichen Emdschnittvarianten bewirtschaftet wird, während der Heuschnitt seit vielen Jahren und bereits vor Versuchsbeginn nach DZV geschnitten wird.

Trotz der Unterschiede lief die Entwicklung in vielen Fällen unabhängig vom Schnittverfahren. Arten wie *Rhinanthus alectorolophus* nahmen unabhängig vom Heuschnittzeitpunkt über die Jahre stark ab. Die allgemeine zeitliche Entwicklung erklärte die Änderungen der Artenzusammensetzung, während der 12 Jahre mit Abstand am besten, wobei die verschiedenen Heu- und Emdschnittvarianten einen geringeren Einfluss darauf hatten. Dies bestätigt die Ergebnisse der ersten Projektphase und zeigt, dass der Pflanzenbestand auch nach 12 Jahren nicht stabil ist: es gab zwischen den einzelnen Jahren teils erhebliche Deckungsgradschwankungen. Diese Veränderungen können witterungsbedingt sein, durch die unterschiedliche Topografie der Plots (weniger homogene Plots als angenommen) verursacht worden sein oder auch durch subjektive Unterschiede bei den Deckungsgradschätzungen entstanden sein. Zudem spielt die Anzahl der Wiederholungen beim Emdschnitt eine entscheidende Rolle. Da die Unterscheidung früher und später Emdschnitt erst bei der zweiten Projektphase eingeführt wurde, liegen dort weniger Wiederholungen vor.

5.2 Zwei-Schnitt Magerwiese

Bereits in der ersten Projektphase zeigten sich in beiden Wiesentypen – Fromentalwiese und Magerwiese – nur begrenzte Unterschiede zwischen den Heuschnittvarianten. In der Magerwiese waren erste Tendenzen erkennbar, dass der Emdschnitt einen stärkeren Einfluss auf die Vegetationsentwicklung haben könnte als der Zeitpunkt des Heuschnitts. Viele Arten reagierten nur schwach auf Veränderungen im Heuschnitt, während der zweite Schnitt insbesondere bei kleinen Arten und Leguminosen eine gewisse Bedeutung zu haben schien. Die Effekte blieben jedoch in Phase 1 aufgrund der kurzen Beobachtungsdauer, der Mehrjährigkeit vieler Arten und der Samenreserven im Boden nur im Bereich von Trends. Wie bei der Fromentalwiese stand die Versamung nicht in Zusammenhang mit dem Deckungsgrad.

Die zweite Projektphase bestätigt und präzisiert diese Beobachtungen deutlich. Auch für die Magerwiese in Biberstein wurde erneut festgestellt, dass der Zeitpunkt des Heuschnitts nur einen geringen Einfluss auf die Vegetation ausübt. In der Magerwiese konnten zwischen den verschiedenen Heuschnittverfahren keine signifikanten

Unterschiede festgestellt werden. Dies legt nahe, dass der Heuschnittzeitpunkt, zumindest innerhalb der getesteten Zeitfenster, für die Artenzusammensetzung eine eher untergeordnete Rolle spielt. Zu erwähnen ist, dass es aufgrund des Split-Plot-Designs beim Heuschnitt deutlich weniger Wiederholungen pro Variante (5-6 Wiederholungen) gab als beim Emdschnitt (21 Wiederholungen). Möglich ist auch, dass die Schnitttermine nicht weit genug voneinander entfernt lagen. Daher wäre es spannend zu untersuchen, wie sich noch extremere Schnitttermine (vor dem 25. Mai oder nach dem 15. Juli) auf die Entwicklung der Arten auswirken würden.

Bei den Emdschnittvarianten in der Magerwiese wurden klare und statistisch signifikante Ergebnisse sichtbar. Besonders der späte Emdschnitt förderte kleine Kräuter, kleine Gräser und Seggen sowie Leguminosen. Eine plausible Erklärung dafür ist, dass ein spätes Emd im darauffolgenden Frühjahr einen erhöhten Lichteinfall in Bodennähe gewährleistet. Die kleingewachsenen Arten profitieren davon. Ohne Emdschnitt war hingegen eine deutliche Abnahme vieler Arten, insbesondere bei den Kräutern, zu beobachten, während gleichzeitig die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) stark zunahm und so zu einer deutlichen Vergrasung beitrug. Wird eine Fläche nicht geemdet, überwintert der Pflanzenbestand relativ hoch. Das zurückbleibende Altgras verfilzt, schwächt die licht- und wärmebedürftigen Kräuter und erschwert ein Austreiben oder Auskeimen kleinerer Arten.

Im Gesamten zeigt sich somit eine klare Entwicklung zwischen den beiden Projektphasen. Während in der ersten Phase vor allem Trends und Hypothesen zu erkennen waren, liefert die zweite Phase brauchbare Belege dafür, dass vor allem der späte Emdschnitt wichtig ist, um die Pflanzenvielfalt auf Magerwiesen zu fördern, das Blütenangebot zu erhöhen und Vergrasung zu vermeiden.

5.3 Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Ergebnisse bestätigen die bereits lang gestellten Vermutungen im Kanton AG: der Emdschnitt, insbesondere ein spät angesetzter Emdschnitt dient zur Erhaltung der Artenvielfalt in Magerwiesen. Er wirkt nicht nur als Pflegemassnahme, sondern gezielt gegen eine Verschiebung hin zu artenarmen, grasdominierten Beständen. Die nun vorliegenden Ergebnisse unterstreichen, dass das Ausbleiben des Emdschnitts auf der Magerwiese in Biberstein mittelfristig zu einem Verlust an Arten und geringerem Blütenangebot führt, wobei besonders Artengruppen wie kleinwachsende Kräuter und Gräser/ Seggen betroffen sind. Ein später Emdschnitt schafft auch auf der Fromentalwiese generell günstige Bedingungen zum Erhalt dieser Artengruppen und hält gleichzeitig dominante Gräser (wie z.B. die Aufrechte Trespe) in Schach. Die zentrale Bedeutung des Emdschnittzeitpunktes stellt eine neue Erkenntnis dar, es sind keine vergleichbaren Untersuchungsergebnisse bekannt. Auch in Hinblick auf Bewirtschaftungsvorgaben wird seitens Kantone bisher kaum auf den Emdschnittzeitpunkt geachtet.

Es ist jedoch wichtig zu unterstreichen, dass Wiesenbestände nicht per se stabil sind und große jährliche Schwankungen im Deckungsgrad einzelner Arten auftreten – und zwar unabhängig vom Schnittzeitpunkt. Deshalb ist es auch wichtig, die Geschichte einer Wiese zu kennen: Wurde sie neu angesät? Seit wann wird sie extensiv genutzt? Wurde die Bewirtschaftung über die Jahre gleich beibehalten? Neben der Wiesengeschichte hängt die Art der Bewirtschaftung auch von den Bodengegebenheiten (Bodentyp, Nährstoffverfügbarkeit) sowie von Lage und Exposition ab. Schnittzeitpunkt und Anzahl der Schnitte müssen bei jeder Wiese unter Berücksichtigung dieser Parameter individuell beurteilt werden. Dazu kommt die Klimaerwärmung, welche längere Vegetationsperioden (bereits 2 bis 4 Wochen länger als in 1960er Jahren) mit sich bringt. Dadurch wird die Bedeutung des Emdschnitts und dessen Zeitpunkt noch zentraler werden.

Schlussfolgernd gilt es festzuhalten, dass die Ergebnisse bezüglich des Emdschnitts eindeutig sind. Die Wiesenbestände sowie deren Pflanzenvielfalt entwickeln sich positiv, wenn ein später Emdschnitt durchgeführt wird.

6. Literatur

- Bertschinger, M. (2016). Auswirkungen verschiedener Schnittzeitpunkte und -Rhythmen auf das Blütenangebot einer 2-Schnitt-Magerwiese in Biberstein AG. CAS-Arbeit Vegetationsanalyse & Feldbotanik, ZHAW Wädenswil.
- Braun-Blanquet, J. (2013). Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag.
- Bundesamt für Umwelt, BAFU (2014). Biodiversitätsförderflächen. Schweizerische Eidgenossenschaft.
- Bundesamt für Landwirtschaft, BLW (2017). Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft, DZV. Schweizerische Eidgenossenschaft.
- Dierschke, H. (1995). Phänologische und symphänologische Artengruppen von Blütenpflanzen Mitteleuropas.
- Dirnberger R. (2025). Both First and Second Cut Strategies Impact Bryophytes in Swiss Semi-natural Grasslands, Masterthesis, Universität Zürich.
- Hagmann M. (2020). Einfluss verschiedener Schnittregime auf das Blütenangebot eines mitteleuropäischer Halbtrockenrasen mit zwei Schnitten am JuraSüdfuss in Biberstein AG, Bachelorarbeit BSc Geowissenschaften, Universität Basel.
- Humbert, J. Y., Ghazoul, J., Richner, N., & Walter, T. (2012a). Uncut grass refuges mitigate the impact of mechanical meadow harvesting on orthopterans. *Biological Conservation*, 152, 96-101.
- Humbert, J. Y., Pellet, J., Buri, P., & Arlettaz, R. (2012b). Does delaying the first mowing date benefit biodiversity in meadowland? *Environmental Evidence*, 1(1), 9.
- Köhler, B. (2001). Mechanisms and extent of vegetation changes in differently managed limestone grasslands. Doctoral Thesis, ETH Zürich.
- Küchler, M. (2008). Software VEGEDAZ. Programm für die Erfassung und Auswertung von Vegetationsdaten.
- Lauber, K., Wagner, G. & Gyax, A (2012). *Flora helvetica*. Bern, Haupt.
- Landolt J., Lüthy M. (2017). Auswirkungen verschiedener Schnittverfahren auf die Vegetation von ungedüngten Fromental- und Magerwiesen, Schlussbericht 1. Projektphase, Agrofutura AG, Brugg.
- Oppermann, R. (Ed.). (2003). Artenreiches Grünland: bewerten und fördern; MEKA und ÖQV in der Praxis. Ulmer.
- Ploner M., Zwimpfer E. (2020). Auswirkungen verschiedener Schnittzeitpunkte und -häufigkeiten auf die Vegetation von ungedüngten Fromental- und Magerwiesen, Kurzbericht 2020, Agrofutura AG, Brugg.
- Peter, M., Babbi M. & Kronauer L. (2010). Trendanalyse der Vertragswiesen mit der Landwirtschaft. Projekt Bewirtschaftungsverträge Naturnahe Landwirtschaft, Beve. Agrofutura AG & Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Natur und Landschaft, Kt. Aargau.
- Studer U. (2018). Einfluss verschiedener Schnittregime auf das Blütenangebot einer Magerwiese mit zwei Schnitten am Jura-Südfuss in Biberstein AG, Bachelorarbeit BSc Geowissenschaften, Universität Basel.
- Team, R. C. (2000). R language definition. Vienna, Austria: R foundation for statistical computing.
- van Klink, R., Boch, S., Buri, P., Rieder, N. S., Humbert, J. Y., & Arlettaz, R. (2017). No detrimental effects of delayed mowing or uncut grass refuges on plant and bryophyte community structure and phytomass production in low-intensity hay meadows. *Basic and Applied Ecology*.
- Zbinden D. (2024). Auswirkungen von verschiedenen Schnittregimen auf das Blütenangebot einer Magerwiese in Biberstein AG, Bachelorarbeit BSc Umweltingenieurwesen, ZHAW Wädenswil.

7. Anhang

Tabelle A.1: Adaptierte Braun-Blanquet-Skala (Braun-Blanquet 2013) zur Erhebung des Deckungsgrades.

Symbol	Individuenzahl	Deckung
r	selten, ein Exemplar	deutlich < 1%
+	wenige (2-5) Expl.	bis 1%
1	viele (6-50) Expl.	bis 5%
2m	sehr viele > 50 Expl.	bis 5%
2a	beliebig	5-15%
2b	beliebig	15-25%
3	beliebig	26-50%
4	beliebig	51-75%
5	beliebig	75-100%

Tabelle A.2: Artenlisten der Fromentalwiese und der Zwei-Schnitt-Magerwiese (2012-2024).

Die Artabkürzungen setzen sich immer aus den ersten vier Buchstaben des Gattungsnamens und den ersten vier Buchstaben des Art-namens zusammen. Die Einteilung in Artengruppen wurde nur für Arten mit einem Deckungsgrad > 5% vorgenommen.

Fromentalwiese

Art	Abkürzung	Artengruppe
Ajuga reptans L.	Ajugrept	Kraut klein
Agrostis stolonifera	Agrostol	
Allium sp.	Allisp	
Alopecurus pratensis L.	Alopprat	
Anthoxanthum odoratum L.	Anthodor	Gras/Segge
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.	Anthsylv	
Arrhenatherum elatius (L.) J. & C. Presl	Arrhelat	Gras gross
Bellis perennis L.	Bellpere	Kraut klein
Brachypodium pinnatum aggr.	Bracpinn	
Briza media L.	Brizmedi	Gras/Segge
Bromus erectus s.l.	Bromerec	Gras gross
Campanula patula L.	Camppatu	
Cardamine pratensis agg.	Cardprat	Kraut klein
Carex caryophyllaea Latourr.	Carecary	Gras/Segge
Carex flacca Schreb.	Careflac	Gras/Segge
Carex montana L.	Caremont	
Carum carvi L.	Carucarv	Kraut gross
Centaurea jacea s.l.	Centjace	Kraut gross
Centaurium erythraea Rafn	Centeryt	
Cerastium fontanum s.l.	Cerafont	Kraut klein
Colchicum autumnale L.	Colcautu	
Crepis biennis L.	Crepbien	Kraut gross
Cynosurus cristatus L.	Cynocris	Gras/Segge
Dactylis glomerata L.	Dactglom	Gras gross
Daucus carota L.	Dauccaro	Kraut gross
Festuca arundinacea	Festarun	Gras gross
Festuca pratensis s.l.	Festprat	Gras gross
Festuca rubra s.l.	Festrubr	Gras/Segge
Galium mollugo agg.	Galimoll	Kraut gross
Geum urbanum L.	Geumurba	
Helianthemum nummularium	Helinum	
Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.	Helipube	Gras gross
Heracleum sphondylium s.l.	Herasphon	Kraut gross
Holcus lanatus L.	Holclana	Gras gross
Hypericum perforatum L.	Hypeperf	
Knautia arvensis (L.) Coult.	Knauarve	Kraut gross
Lathyrus pratensis L.	Lathprat	Leguminose
Leontodon hispidus s.l.	Leonhisp	
Leucanthemum vulgare agg.	Leucvulg	Kraut klein
Linum catharticum L.	Linucath	Kraut klein
Lolium perenne L.	Lolipere	Gras gross
Lotus corniculatus agg.	Lotucorn	Leguminose
Luzula campestris bdm-agg.	Luzucamp	Gras/Segge
Lysimachia nemorum L.	Lysinemo	

Lysimachia nummularia L.	Lysinumm	Kraut klein
Medicago lupulina L.	Medilupu	Leguminose
Myosotis arvensis Hill	Myosarve	Kraut klein
Onobrychis viciifolia Scop.	Onobvivi	Leguminose
Phleum pratense	Phleprat	Gras gross
Picris hieracioides	Picrhier	
Plantago lanceolata L.	Planlanc	Kraut klein
Plantago media L.	Planmedi	Kraut klein
Poa pratensis agg.	Poaprat	Gras/Segge
Poa trivialis s.l.	Poatriv	Gras/Segge
Potentilla reptans	Poterept	
Potentilla reptans L.	Poterept	
Primula veris L.	Primveri	Kraut klein
Prunella vulgaris L.	Prunvulg	Kraut klein
Ranunculus acris s.l.	Ranuacri	Kraut gross
Ranunculus bulbosus L.	Ranubulb	Kraut gross
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich	Rhinalec	Kraut gross
Rumex acetosa L.	Rumeacet	Kraut gross
Salvia pratensis	Salvprat	
Sanguisorba minor s.l.	Sangmino	Kraut gross
Scabiosa columbaria L.	Scabcolu	
Silaum silaus	Silasila	Kraut gross
Silene flos-cuculi (L.) Clairv.	Sileflos	
Taraxacum officinale agg.	Taraoffi	Kraut gross
Tragopogon pratensis s.l.	Tragprat	Kraut gross
Trifolium dubium Sibth.	Trifdubi	Leguminose
Trifolium pratense s.l.	Trifprat	Leguminose
Trifolium repens L.	Trifrepe	Leguminose
Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.	Trisflav	Gras gross
Veronica arvensis L.	Veroarve	Kraut klein
Veronica chamaedrys L.	Verocham	Kraut klein
Veronica serpyllifolia s.l.	Veroserp	Kraut klein
Vicia cracca	Vicicrac	
Vicia sativa s.l.	Vicisati	Leguminose

Zwei-Schnitt-Magerwiese

Art	Abkürzung	Artengruppe
<i>Aceras anthropophorum</i> (L.) W. T. Aiton	Aceranth	
<i>Achillea millefolium</i> agg.	Achimille	Kraut klein
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Agrimill	Kraut klein
<i>Ajuga reptans</i> L.	Ajugrept	
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	Anacpyra	Kraut klein
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Anthodor	Gras/Segge
<i>Anthyllis vulneraria</i> s.l.	Anthvuln	Leguminose
<i>Arabis hirsuta</i> agg.	Arabhirs	Kraut klein
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. Presl	Arrhelat	Gras gross
<i>Bellis perennis</i> L.	Bellpere	Kraut klein
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	Bracpinn	Gras gross
<i>Briza media</i> L.	Brizmedi	Gras/Segge
<i>Bromus erectus</i> s.l.	Bromerec	Gras gross
<i>Buphthalmum salicifolium</i> L.	Buphsali	Kraut klein
<i>Carex caryophylla</i> Latourr.	Carecary	Gras/Segge
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Careflac	Gras/Segge
<i>Carex montana</i> L.	Caremont	Gras/Segge
<i>Carex panicea</i>	Carepani	
<i>Carex pilulifera</i> L.	Carepilu	
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Caresylv	Gras/Segge
<i>Carex tomentosa</i>	Caretome	
<i>Carum carvi</i> L.	Carucarv	
<i>Centaurea jacea</i> s.l.	Centjace	Kraut gross
<i>Centaurea scabiosa</i> s.l.	Centscab	Kraut gross
<i>Cerastium fontanum</i> s.l.	Cerafont	Kraut klein
<i>Cirsium acaule</i> Scop.	Cirsacau	Kraut klein
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cirsvulg	
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Clinvulg	Kraut klein
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Colcautu	Kraut klein
<i>Crepis biennis</i> L.	Crepbien	Kraut gross
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Cynocris	
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Dactglom	Gras gross
<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	Dantdecu	
<i>Daucus carota</i> L.	Dauccaro	Kraut gross
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.	Diancart	
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Euphcypa	
<i>Euphorbia verrucosa</i> L.	Euphverr	Kraut klein
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Festaru	
<i>Festuca ovina</i> bdm-agg.	Festovin	Gras/Segge
<i>Festuca pratensis</i> s.l.	Festprat	Gras gross
<i>Festuca rubra</i> s.l.	Festrubr	Gras/Segge
<i>Galium mollugo</i> agg.	Galimoll	Kraut gross
<i>Galium pumilum</i> Murray	Galipumi	Kraut klein
<i>Globularia bisnagarica</i> L.	Globbisen	
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	Helipube	Gras gross
<i>Hieracium pilosella</i> bdm-agg.	Hierpilo	Kraut klein
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	Hippcomo	Leguminose
<i>Holcus lanatus</i> L.	Holclana	Gras gross
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Hyporadi	
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Knauarve	Kraut gross
<i>Koeleria pyramidalis</i>	Koelpyra	
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Lathprat	Leguminose
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	Leonhisp	Kraut klein

Leucanthemum vulgare agg.	Leucvulg	Kraut klein
Linum catharticum L.	Linucath	Kraut klein
Listera ovata (L.) R. Br.	Listovat	
Lolium perenne	Lolipere	
Lotus corniculatus agg.	Lotucorn	Leguminose
Luzula campestris (L.) DC.	Luzucamp	
Medicago falcata L.	Medifalc	
Medicago lupulina L.	Medilupu	Leguminose
Myosotis arvensis Hill	Myosarve	
Onobrychis viciifolia Scop.	Onobvici	Leguminose
Ononis repens L.	Ononrepe	Leguminose
Ophrys apifera Huds.	Ophrapif	
Orchis militaris L.	Orchmili	
Orchis ustulata L.	Orchustu	Kraut klein
Pastinaca sativa L.	Pastsati	
Picris hieracioides s.l.	Picrhier	Kraut gross
Pimpinella major (L.) Huds.	Pimpmajor	
Pimpinella saxifraga L.	Pimpsaxi	Kraut klein
Plantago lanceolata L.	Planlanc	Kraut klein
Plantago major L. s.l.	Planmajor	
Plantago media L.	Planmedi	Kraut klein
Poa pratensis agg.	Poaprat	Gras/Segge
Polygala comosa Schkuhr	Polycomo	Kraut klein
Potentilla neumanniana Rchb.	Poteneum	
Primula veris L.	Primveri	Kraut klein
Prunella grandiflora (L.) Scholler	Prungran	Kraut klein
Prunella vulgaris L.	Prunvulg	
Ranunculus acris	Prunacr	
Ranunculus bulbosus L.	Ranubulb	Kraut gross
Rhinanthus alectorolophus (Scop.) Pollich	Rhinalaec	Kraut gross
Rumex acetosa L.	Rumeacet	Kraut gross
Salvia pratensis L.	Salvprat	Kraut gross
Sanguisorba minor s.l.	Sangmino	Kraut gross
Scabiosa columbaria L.	Scabcolu	Kraut gross
Sedum sexangulare L.	Sedusexa	Kraut klein
Senecio jacobaea L.	Senejaco	
Silaum silaus (L.) Schinz & Thell.	Silasila	Kraut gross
Silene nutans L.	Silenuta	
Taraxacum officinale aggr.	Taraoffi	
Thlaspi perfoliatum L.	Thlaperf	Kraut klein
Thymus serpyllum agg.	Thymserp	Kraut klein
Tragopogon pratensis s.l.	Tragprat	Kraut gross
Trifolium campestre Schreb.	Trifcamp	Leguminose
Trifolium dubium Sibth.	Trifdubi	
Trifolium medium L.	Trifmedi	Leguminose
Trifolium montanum L.	Trifmont	Leguminose
Trifolium pratense s.l.	Trifprat	Leguminose
Trifolium repens L.	Trifrepe	Leguminose
Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.	Trisflav	Gras gross
Veronica arvensis	Veroarve	
Veronica chamaedrys L.	Verocham	Kraut klein
Veronica teucrium L.	Veroteuc	
Vicia cracca s.l.	Vicicrac	Leguminose
Vicia sativa	Vicisati	
Vicia sepium L.	Vicisepi	
Viola hirta L.	Violhirt	Kraut klein

Fromentalwiese:

Tabelle A.3: Redundanzanalysen der Artenzusammensetzung. Einfluss von Versuchsblock, Heuschnitt, Emdschnitt, der Interaktion von Heuschnitt und Emdschnitt und Jahr. Oben: Projektphase 2 (2018-2024). Unten: Gesamte Versuchsdauer (2012-2024). Höchster F-Wert ist jeweils markiert.

Faktor	Freiheitsgrade (DF)	Varianz	Varianz in %	F-Wert
Versuchsblock	2	0.23	3.5%	3.6
Heuschnitt	3	0.49	7.4%	5.1
Emdschnitt	1	0.07	1.1%	2.3
Heuschnitt x Emdschnitt	3	0.13	2.0%	1.4
Jahr	3	0.75	11.3%	7.8
Residuen	158	4.96	74.8%	

Faktor	Freiheitsgrade (DF)	Varianz	Varianz in %	F-Wert
Versuchsblock	2	0.18	2.7%	4.5
Heuschnitt	3	0.36	5.3%	5.9
Jahr	7	1.37	20.3%	9.5
Jahr x Heuschnitt	21	0.39	5.8%	0.9
Residuen	158	4.46	66.0%	

Abbildung A.1: HKA mit den Mittelwerten der Flächen nach DZV und der Nuller-Plots pro Jahr. Die gemittelten Werte der einzelnen Jahre sind mit Strichen verbunden, um die zeitliche Entwicklung (von links oben nach rechts unten) darzustellen.

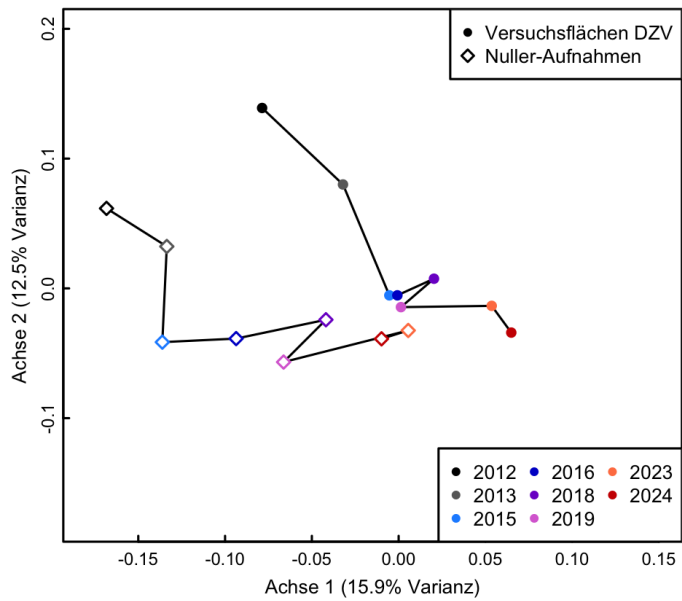


Abbildung A.2: Deckungsänderungen beim Vergleich der verschiedenen Heuvarianten für die fünf Artengruppen: Gras gross, Grass klein/ Segge, Kraut gross, Kraut klein und Leguminosen. Mittelwerte $\pm$ SE (Standardfehler) für die summierte Differenz der wurzeltransformierten Deckungen der Jahre 2018-19 zu 2023-24 (Summe aller Arten einer Gruppe) und p-Werte der Varianzanalyse für den Vergleich der Varianten. Keine P-Werte sind signifikant ($P > 0.05$).

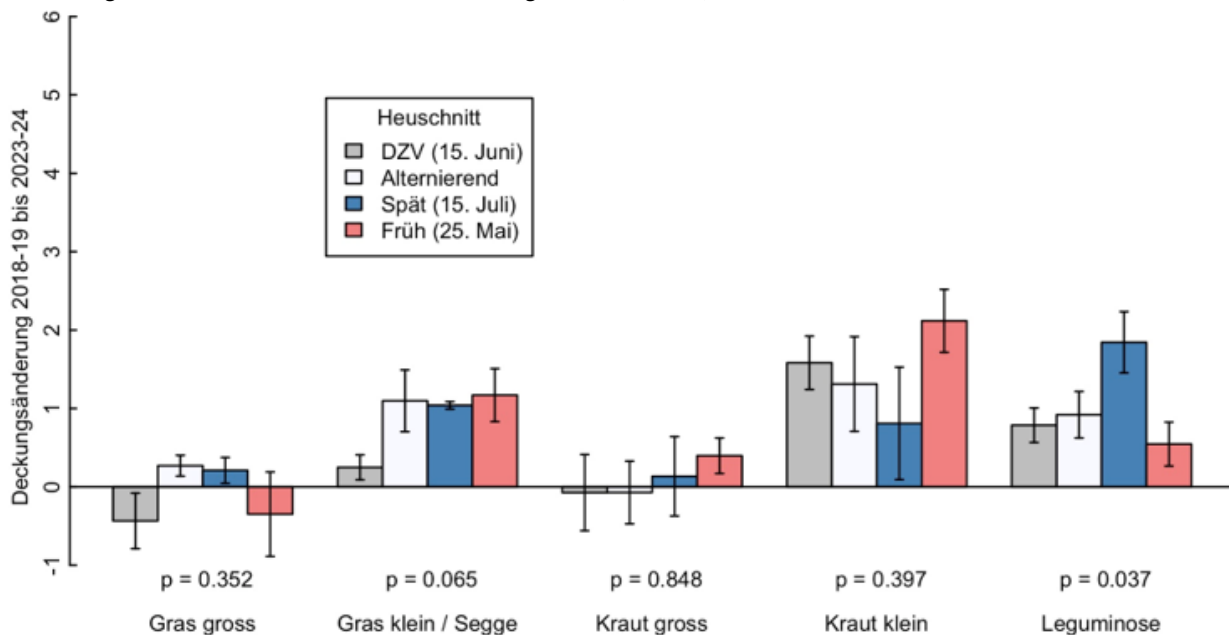


Tabelle A.4: Gemischte Modelle der Deckungsänderungen von 2018–19 bis 2023–24 um die Interaktion zwischen dem Einfluss von Heuschnitt und Emdschnitt zu testen.

Modell

`lme (x~Heuschnitt*Emdschnitt,random=~1|plot)))` # x = Deckungsänderung einer Gruppe

Gras gross

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	0.845	0.4880
Emdschnitt	1	17	3.410	0.0823
Heuschnitt:Emdschnitt	3	17	1.587	0.2295

Gras klein / Segge

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	2.33	0.1110
Emdschnitt	1	17	9.11	0.0077
Heuschnitt:Emdschnitt	3	17	1.71	0.2025

Kraut gross

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	0.2295	0.8746
Emdschnitt	1	17	0.7191	0.4082
Heuschnitt:Emdschnitt	3	17	0.8311	0.4950

Kraut klein

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	1.34	0.2943
Emdschnitt	1	17	5.88	0.0267
Heuschnitt:Emdschnitt	3	17	0.95	0.4397

Leguminose

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	4.22	0.0210
Emdschnitt	1	17	1.98	0.1772
Heuschnitt:Emdschnitt	3	17	1.37	0.2860

Tabelle A.5: Ergebnisse einer Varianzanalyse der Artenzahlen von 2012 bis 2024 auf Plot-Ebene.

	DF Faktor	DF Fehler	F-Wert	P-Wert
Heuschnitt	3	17	2.2	0.12
Jahr	7	119	57.6	<0.001
Heuschnitt x Jahr	21	119	1.0	0.53

Tabelle A.6: Ergebnisse einer Varianzanalyse der Artenzahlen von 2018 bis 2024 auf Subplot-Ebene.

	DF Faktor	DF Fehler	F-Wert	P-Wert
Heuschnitt	3	17	1.9	0.17
Emdschnitt	1	17	1.5	0.24
Jahr	3	102	42.5	<0.001
Heuschnitt x Emdschnitt	3	17	1.5	0.25
Heuschnitt x Jahr	9	102	0.3	0.98
Emdschnitt x Jahr	3	102	0.3	0.80
Heuschnitt x Emdschnitt x Jahr	9	102	0.8	0.58

Tabelle A.7: Ergebnisse einer Varianzanalyse der Artenzahlen mit Versamung «insgesamt» von 2019 und 2023/24 auf Subplot-Ebene.

	DF Faktor	DF Fehler	F-Wert	P-Wert
Heuschnitt	2	13	102	<0.001
Emdschnitt	1	13	5	0.0504
Heuschnitt x Emdschnitt	2	13	0	0.9699
Jahr	2	50	16	<0.001

Zwei-Schnitt-Magerwiese:

Tabelle A.8: Redundanzanalyse der Artenzusammensetzung (2018-2024): Einfluss von Versuchsblock, Heuschnitt, Emdschnitt, der Interaktion von Heuschnitt und Emdschnitt und Jahr. Höchster F-Wert ist markiert.

Faktor	Freiheitsgrade (DF)	Varianz	Varianz in %	F-Wert
Versuchsblock	2	0.32	4.5%	7.0
Heuschnitt	3	0.32	4.5%	4.6
Emdschnitt	2	0.32	4.5%	7.1
Heuschnitt x Emdschnitt	6	0.19	2.7%	1.4
Jahr	3	0.63	8.8%	9.3
Residuen	235	5.36	75.1%	

Tabelle A.9: Redundanzanalyse der Artenzusammensetzung (2012-2024): Einfluss von Versuchsblock, Heuschnitt, Emdschnitt, der Interaktion von Heuschnitt und Emdschnitt und Jahr. Höchster F-Wert ist markiert.

Faktor	Freiheitsgrade (DF)	Varianz	Varianz in %	F-Wert
Versuchsblock	2	0.36	4.8%	15.2
Heuschnitt	3	0.20	2.7%	5.6
Emdschnitt	2	0.17	2.3%	7.0
Heuschnitt x Emdschnitt	6	0.11	1.5%	1.6
Jahr	7	1.27	16.9%	15.4
Heuschnitt x Jahr	21	0.23	3.1%	1.0
Emdschnitt x Jahr	14	0.15	2.0%	0.9
Heuschnitt x Emdschnitt x Jahr	42	0.25	3.3%	0.5
Residuen	405	4.77	63.5%	

Abbildung A.3: HKA mit den Mittelwerten der Flächen nach DZV und der Nuller-Plots pro Jahr. Die gemittelten Werte der einzelnen Jahre sind mit Strichen verbunden, um die zeitliche Entwicklung (von links oben nach rechts unten) darzustellen.

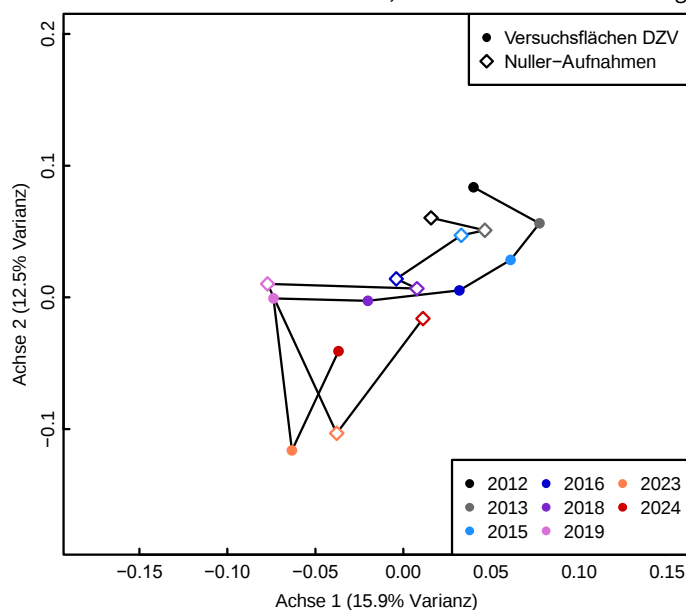


Tabelle A.10: Gemischte Modelle der Deckungsänderungen von 2018–19 bis 2023–24 um die Interaktion zwischen dem Einfluss von Heuschnitt und Emdschnitt auf die 2-Schnitt-Magerwiese zu testen.

Modell

lme (x~Heuschnitt*Emdschnitt,random=~1|plot))) # x = Deckungsänderung einer Gruppe

Gras gross

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	2.2116	0.1240
Emdschnitt	2	34	0.5824	0.5640
Heuschnitt:Emdschnitt	6	34	0.1832	0.9796

Gras klein / Segge

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	1.313	0.3028
Emdschnitt	2	34	7.375	0.0022
Heuschnitt:Emdschnitt	6	34	1.383	0.2498

Kraut gross

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	0.4581	0.7151
Emdschnitt	2	34	1.5168	0.2339
Heuschnitt:Emdschnitt	6	34	0.5171	0.7912

Kraut klein

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	1.732	0.1983
Emdschnitt	2	34	27.391	<.0001
Heuschnitt:Emdschnitt	6	34	0.753	0.6111

Leguminose

	numDF	denDF	F-value	p-value
Heuschnitt	3	17	2.691	0.0789
Emdschnitt	2	34	16.717	<.0001
Heuschnitt:Emdschnitt	6	34	1.649	0.1640

Abbildung A.4: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der verschiedenen Heuschnittvariante (2. Projektphase).

Die Arten sind bei der Varianzanalyse signifikant ($p < 0.05$).

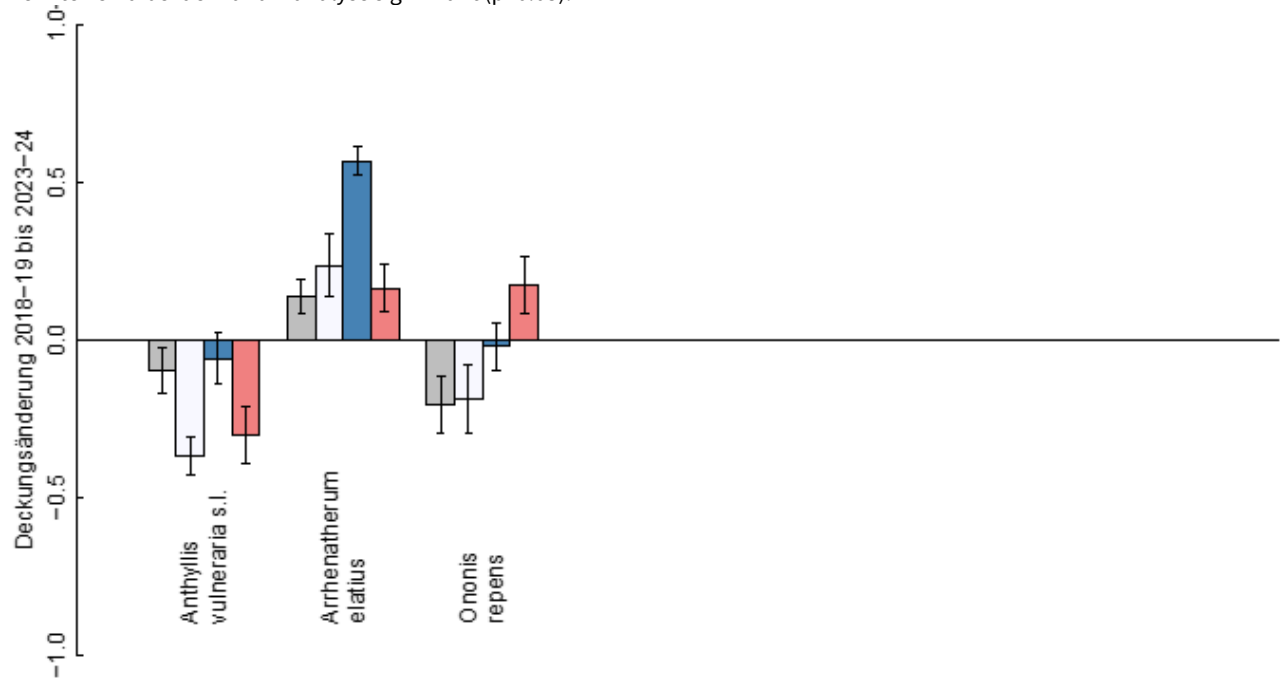


Abbildung A.5: Deckungsänderungen einzelner Arten beim Vergleich der verschiedenen Emdschnittvariante (2. Projektphase).

Die Arten sind bei der Varianzanalyse signifikant ($p < 0.05$).

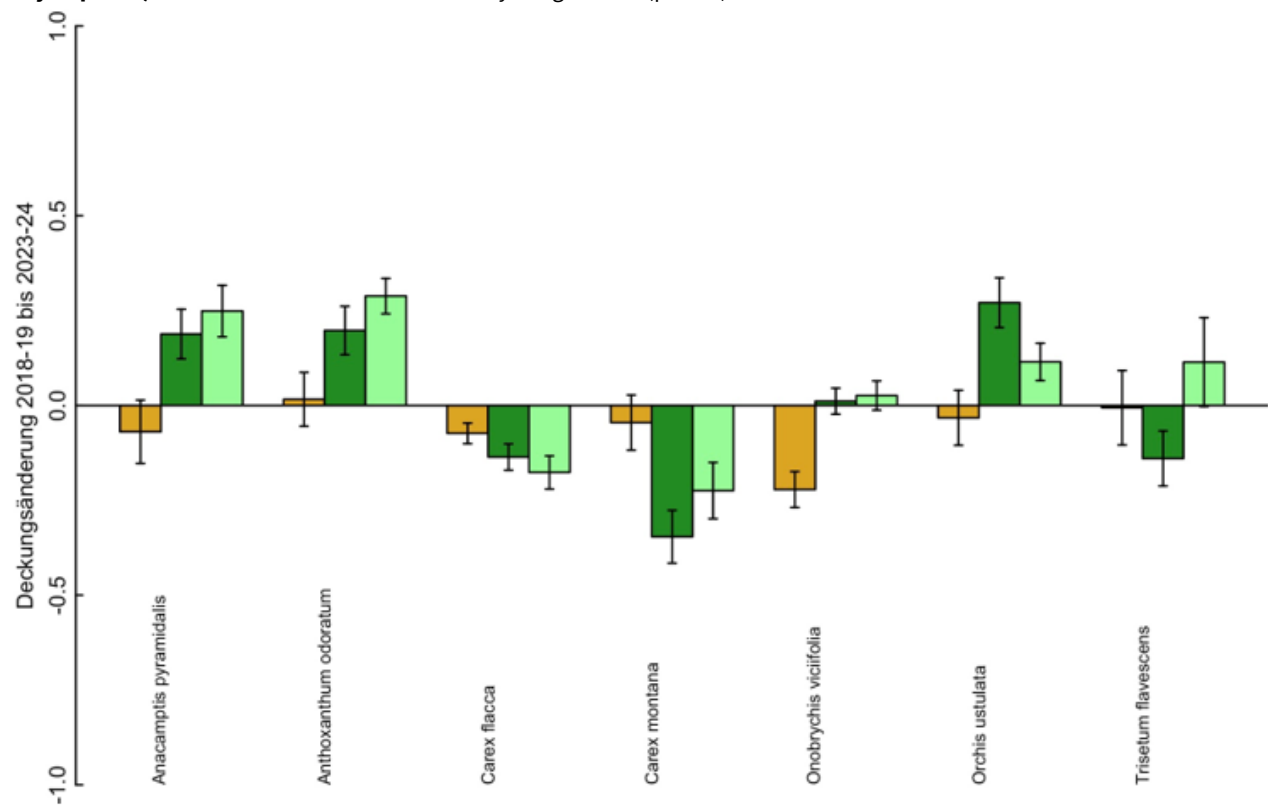


Tabelle A.11: Ergebnisse einer Varianzanalyse der Artenzahlen von 2012 bis 2024 auf Plot-Ebene.

	DF Faktor	DF Fehler	F-Wert	P-Wert
Heuschnitt	3	17	0.8	0.51
Emdschnitt	2	34	12.0	<0.001
Jahr	7	356	63.0	<0.001
Heuschnitt x Emdschnitt	6	34	1.3	0.28
Heuschnitt x Jahr	21	356	1.4	0.10
Emdschnitt x Jahr	14	356	3.5	<0.001
Heuschnitt x Emdschnitt x Jahr	42	356	0.7	0.94

Tabelle A.12: Ergebnisse einer Varianzanalyse der Artenzahlen mit Versamung «insgesamt» von 2019 und 2023/24 auf Subplot-Ebene.

	DF Faktor	DF Fehler	F-Wert	P-Wert
Heuschnitt	2	13	61	<0.0001
Emdschnitt	1	13	13	0.0031
Heuschnitt x Emdschnitt	2	13	1	0.5907
Jahr	2	51	12	0.0001