Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

BÖL
BUNDESPROGRAMM
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Schlussbericht zum Thema

Förderung blütenbesuchender Insekten durch Diversifizierung im Grünbrachemanagement

FKZ: 2819OE103, 2819OE157

Projektnehmer/Projektnehmerin:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

BÖL
BUNDESPROGRAMM
ÖKOLOGISCHER LANDBAU

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Abschlussbericht

Förderung blütenbesuchender Insekten durch Diversifizierung im Grünbrachemanagement

Förderkennzeichen: 28190E103 und 28190E157

Projektnehmer:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramm Ökologischer Landbau.

Abschlussbericht

Förderung blütenbesuchender Insekten durch Diversifizierung im Grünbrachemanagement

Laufzeit des Vorhabens: 02.08.2021 – 31.12.2025

Förderkennzeichen: 2819OE103 und 2819OE157

Kooperationspartner:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Autorinnen:

Nina Weiher[1], Chantal Syrovy[2], Sophie Henninger[1], Paula Lauterwasser[1], Peer Urbatzka[1], Thomas Döring[2]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
[2]Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Gefördert durch:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

BÖL BUNDESPROGRAMM ÖKOLOGISCHER LANDBAU

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

KURZFASSUNG (DEUTSCH)

FÖRDERUNG BLÜTENBESUCHENDER INSEKTEN DURCH DIVERSIFIZIERUNG IM GRÜNBRACHEMANAGEMENT

Ziel des Vorhabens war es, Produktionssysteme im ökologischen Landbau zu entwickeln, die sowohl eine substanzielle Förderung von Bienen und anderen Bestäubern erreichen als auch ökonomisch und agronomisch nachhaltig und für die Praxis attraktiv sind. Die Kleegrasphase in ökologischen Fruchtfolgen bietet eine Möglichkeit, das Blütenangebot durch angepasstes Management zu erhöhen. Hier wurde untersucht, wie zwei Ansätze im Grünbrachenmanagement kombiniert werden können, um das Ressourcenangebot für Blütenbesuchende Insekten substantiell zu steigern. Der erste dieser Ansätze bestand in einer Diversifizierung, d.h. mehr Pflanzenarten wurden verwendet, um u.a. über die Vegetationsperiode das Blühangebot zu verlängern, und dabei auch verschiedene Arten an Insekten zu fördern, die auf unterschiedliche Pflanzenarten(gruppen) spezialisiert sind. Anhand der untersuchten Parameter eignete sich vor allem der Inkarnatklee als Mischungspartner im Kleegras. Der Inkarnatklee ist sowohl ökonomisch als auch ökologisch tragfähig und sorgt vor allem im Frühjahr für eine signifikante Steigerung des Bestäuber Vorkommens. Später in der Vegetationsperiode waren vor allem der Rot- und Weißklee beliebte Arten für diverse Bestäuber. Die in FINDIG ausgewählten Kräuterarten konnten sich aufgrund ihrer geringen Konkurrenzkraft kaum etablieren und waren außerdem durch hohe Saatgutkosten gekennzeichnet. Lediglich die Kornblume war zahlreich auf einigen Standorten im Frühjahr vertreten, doch auch die Kornblume zeichnet sich durch höhere Saatgutkosten aus. Bei der Ertragsauswertung der Nachfrucht Weizen gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den vielfältigeren Mischungen und der weniger artenreichen Kontrolle. Der zweite Ansatz war eine Extensivierung durch Kombination aus geringerer Nutzungsfrequenz und einer Verschiebung des Nutzungszeitpunktes, mit dem Ziel, unter Minimierung agronomischer Zielkonflikte den Blühaspekt zu fördern. Diese Art des Managements ist v.a. für vieharme oder viehlose ökologisch wirtschaftende Betriebe interessant, die eine Grünbrachephase in der Fruchtfolge haben. Deren hohe Flexibilität hinsichtlich Nutzungszeitpunkt wird jedoch gegenwärtig nicht ausgeschöpft. Eine Reduktion der Nutzungshäufigkeit von drei auf zwei Nutzungen führte nur in der Leguminosen- und Kräutermischung der Nutzungsvariante Cut+Carry zu vergleichbaren Kleegraserträgen. Bezüglich der Weizenerträge waren in Cut+Carry allerdings die niedrigsten Werte zu verzeichnen, zurückzuführen auf den geringeren Vorfruchtwert durch die Abfuhr des Mulchmaterials. Bei Cut+Carry besteht allerdings auch die Möglichkeit eines zusätzlichen Erlöses durch den Verkauf der Biomasse, beispielsweise für die Nutzung in einer Biogasanlage. Gegenstand dieses Projektes war es, die potenziellen Zielkonflikte zu untersuchen und durch Vorschläge zu Formen des Grünbrachenmanagements aufzulösen. Durch die Identifikation von geeigneten Arten (insbesondere Inkarnatklee) in diversifizierten Kleegrasmischungen und die Benennung von geeigneten Nutzungsregimen gelang es in FINDIG neue, nachhaltige und praxistaugliche Bewirtschaftungsformen zur Förderung und zum Schutz von Bestäubern zu entwickeln, die dabei die Stärken und Potenziale, die der ökologische Landbau bereits bietet, weiter auszubauen.

KURZFASSUNG (ENGLISCH)

PROMOTING FLOWER-VISITING INSECTS THROUGH DIVERSIFICATION IN GRASSLAND MANAGEMENT

The aim of this project was to develop organic production systems which substantially support bees and other pollinators and are also economically and agronomically sustainable and attractive for practitioners. The grass-clover phase in organic rotation offers the possibility of increasing flower resources by adapting management. Here we investigated how two approaches of ley management can be combined to increase resource supply for flower visiting insects. The first approach consisted of diversification, i.e. more crop plant species are grown to extend flower period and to support differently specialized insect species. Based on the parameters examined, crimson clover proved to be the most suitable species for inclusion in clover-grass mixtures. Crimson clover is both economically and ecologically viable and leads to a significant increase in pollinator numbers, particularly in spring. Later in the growing season, red clover and white clover were the most popular species amongst various pollinators. The herb species selected in FINDIG were unable to establish themselves due to their low competitive ability and were also characterised by high seed costs. Only the cornflower was found in abundance at a few sites in the spring, but the cornflower is also characterised by higher seed costs. In the yield analysis of the subsequent crop, wheat, there was no significant difference between the more diverse mixtures and the less species-rich control. The second approach involved extensification through a combination of reduced utilisation frequency and a shift in the timing of utilisation, with the aim of promoting flowering whilst minimising agronomic trade-offs. This type of management is of particular interest to organically managed farms with few or no livestock that include a period of grass fallow in their crop rotation. However, the lowest wheat yields were recorded in the Cut+Carry system, attributable to the reduced value of the preceding crop due to the removal of the mulch material. With the 'Cut+Carry' system, however, there is also the potential for additional revenue through the sale of biomass, for example for use in a biogas plant. The aim of this project was to investigate potential conflicts of interest and to resolve them by proposing methods of green fallow management. By identifying suitable species (in particular crimson clover) in diversified clover-grass mixtures and defining appropriate management regimes, the FINDIG project succeeded in developing new, sustainable and practical management approaches to promote and protect pollinators, whilst further building on the strengths and potential already offered by organic farming.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung (deutsch) 3

Förderung blütenbesuchender Insekten durch Diversifizierung im Grünbrachemanagement 3

Kurzfassung (englisch) 4

Promoting flower-visiting insects through diversification in grassland management 4

Abkürzungsverzeichnis 8

Abbildungsverzeichnis 10

Tabellenverzeichnis 12

Abbildungsverzeichnis des Anhangs 16

Tabellenverzeichnis des Anhangs 17

1 Projektangaben 19

2 Einführung 19

2.1 Gegenstand des Vorhabens 19

2.2 Ziele des Projektes FINDIG sowie Bezug zu den förderpolitischen Zielen 20

2.2.1 Gesamtziel des Vorhabens 20

2.2.2 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen 21

2.2.3 Wissenschaftliche und/oder technische Arbeitsziele des Vorhabens 21

3 Wissenschaftlicher und technischer Stand 23

4 Material und Methoden 27

4.1 Versuchsserie A: Erhebungen auf den Exaktversuchen 27

4.1.1 Standorte der Exaktversuche 27

4.1.2 Aufbau der Exaktversuche 28

4.1.3 Bestimmung der Trockenmasse 31

4.1.4 Deckungsgradschätzung 32

4.1.5 Feststellung der Artenzusammensetzung 34

4.1.6 Qualitätsbestimmung des Kleegrasaufwuchses 34

4.1.7 Erhebungen in der Nachfrucht Weizen 35

4.1.8 Mineralischer Stickstoff (N_{min}) in drei BodenSchichten 35

4.1.9 Erfassung der Blütenressourcen und blütenbesuchenden Insekten 36

4.2 Versuchsserie B: Erhebungen auf den Praxisflächen 37

4.2.1 Standorte der Praxisbetriebe 38

4.2.3 Deckungsgradschätzung 41

4.2.4 Quantifizierung der Blütenresourcen 42
4.2.5 Erfassung der Nektarmenge 42
4.2.6 Insektenbeobachtung/Besuchsfrequenz 43
4.2.7 Kescherfänge in Transekten 43
4.3 Statistische Auswertung 46
4.4 Ökonomische Betrachtung 47
5 Ergebnisse 48
5.1 Versuchsserie A: Agronomie der Exaktversuche 48
5.1.1 Kleegras-Trockenmasseerträge 48
5.1.2 Deckungsgradschätzungen Exaktversuch 50
5.1.3 Artsortierungen 54
5.1.4 Qualitätsbestimmungen im Kleegras 64
5.1.5 Nachfrucht Winterweizen 70
5.2 Versuchsserie A: Blütenressourcen und Blütenbesucher auf den Exaktversuchen 74
5.2.1 Blühphänologie Exaktversuch 74
5.2.2 Bestäuberbeobachtung Exaktversuch 80
5.2.3 Nektarerfassung 83
5.3 Versuchsserie B: Ergebnisse auf den Praxisflächen 86
5.3.1 Deckungsgradschätzungen Praxisflächen 86
5.3.2 Blühphänologie Praxisflächen 86
5.3.3 Bestäuberbeobachtung auf den Bayerischen Praxisflächen 87
5.3.4 Kescherfänge 90
5.3.5 Zusammenhang zwischen Blüten und Bestäubern 91
6 Diskussion der Ergebnisse 94
6.1 Agronomie Kleegras 94
6.1.1 Kleegras-Trockenmasseerträge 94
6.1.2 Deckungsgradschätzungen und Artsortierung im Kleegras 95
6.1.3 Qualitäten im Kleegras 97
6.2 Nachfrucht Winterweizen 99
6.3 Blütenbesucher und Blütenressourcen 99
6.3.1 Blühphänologie und Bestäuberbeobachtung 99
6.3.2 Nektarerfassung 101
6.3.3 Kescherfänge 102

6.4 Ökonomische Betrachtung 103
7 Nutzen des Projektes und Verwertbarkeit der Ergebnisse 107
8 Geplante und erreichte Ziele 108
9 Zusammenfassung 111
10 Literaturverzeichnis 112
11 Veröffentlichungen 120
12 Anhang 123

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AUC	Area under the curve
BSA	Bundessortenamt
BY	Bayern
°C	Grad Celsius
cm	Centimeter
DB	Deckungsbeitrag
dt	Dezitonne
dt/ha	Dezitonnen je Hektar
g	Gramm
h	Stunde
ha	Hektar
HNJ	Hauptnutzungsjahr
ICC	International Commission on Cereal Improvement
i.d.R.	in der Regel
kg	Kilogramm
kg/ha	Kilogramm je Hektar
km	Kilometer
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
m	Meter
m²	Quadratmeter
ME	Metabolische Energie
min	Minute
MJ	Megajoule
mg	Milligramm
ml	Milliliter
µl	Mikroliter
m/s	Meter pro Sekunde
mind.	mindestens
mm	Millimeter
NEL	Netto-Energie-Laktation
NN	Normal-Null
N_{min}	mineralischer Stickstoff
NRW	Nordrhein-Westfalen
ökol.	ökologisch
RP	Rohprotein
s.	siehe
sign.	signifikant
Tab.	Tabelle
TM	Trockenmasse

u.a.	unter Anderem
VP	Vegetationsperiode
z.B.	zum Beispiel

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Beispiele für Deckungsgradschätzung in verschiedenen Parzellen 33

Abbildung 2: Sortieren der Proben nach Pflanzenarten 34

Abbildung 3: Keschern und Insektenfang und -bestimmung: a) Keschern am Feld, b) Verbringen in Schnappdeckelgläschen, c) Schachbrettfalter in Falterglas und d) genadelte Belegexemplare 44

Abbildung 4: Verlauf des Deckungsgrades in % von a) Leguminosen, b) Kräutern, c) Gras, d) offenem Boden und e) Mulch für verschiedene Mischungen (linke Spalte) und Nutzungsvarianten (rechte Spalte) 51

Abbildung 5: Anteil in % von Leguminosen, Kräutern, Gras, Beikraut und Rest für die vier verschiedenen Mischungen vor der ersten Nutzung im Mai; unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Kategorie (Tukey, p<0,05)..... 55

Abbildung 6: Art-Anteile in % von den Mischungen a) Kontrolle (links oben), b) Leguminosen (links unten), c) Kräutern (rechts oben) und d) Vielfalt (rechts unten) vor der ersten Nutzung 57

Abbildung 7: Art-Anteile bei der in % von den Nutzungsregimen Praxisüblich (linke Spalte) und Sommerblüte (rechte Spalte) in den Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräutern und Vielfalt vor der letzten Nutzung im Herbst für alle Standorte und Jahre..... 59

Abbildung 8: Art-Anteile in % von den Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräutern und Vielfalt vor der ersten (Mai) und vor der letzten Nutzung (September); unterschiedliche Buchstaben = Unterschiede zwischen den Terminen der einzelnen Mischungen (Tukey, p<0,05)..... 62

Abbildung 9: Mittlere Anzahl der Blüten der im Mai vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2025 75

Abbildung 10: Mittlere Anzahl der Blüten der im Juni vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2024 76

Abbildung 11: Mittlere Anzahl der Blüten der im Juli vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2023-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2024 77

Abbildung 12: Mittlere Anzahl der Blüten der im August vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023 und 2025 78

Abbildung 13: Mittlere Blütenanzahl der einzelnen Leguminosenarten a) Rotklee, b) Weißklee, c) Luzerne, d) Inkarnatklee, e) Gelbklee, f) Hornklee und g) Schwedenklee..... 79

Abbildung 14: Mittlere Blütenanzahl der einzelnen Kräuterzielarten a) Kümmel, b) Schafgarbe, c) Wiesen-Pippau, d) Kornblume, e) Kl. Wiesenknopf, f) Taubenkropf-Leimkraut und g) Herbst-Löwenzahn (unterschiedliche Kleinbuschstaben = signifikante Unterschiede innerhalb einer Art zwischen den Monaten)..... 80

Abbildung 15: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen im Mai gemittelt über alle Jahre am Neuhof für die Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt und die Nutzungsvarianten Praxisübliche Nutzung (Praxis), Frühjahrsblüte (Frühjahr), Sommerblüte (Sommer) und Cut+Carry 81

Abbildung 16: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen im September gemittelt über alle Jahre am Neuhof für die Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt und die Nutzungsvarianten Praxisüblich (Praxis), Frühjahrsblüte (Frühjahr), Sommerblüte (Sommer) und Cut+Carry.....82

Abbildung 17: Mittlere Gesamtzahl der Blütenbesuche (je 5 min je m²) in den Mischungsvarianten nach Beobachtungen am a) 16.5.2023 (links) und b) 13.5.2025 (rechts), Mittelwerte und Standardfehler 83

Abbildung 18: Nektarmenge je Blütenkopf im Freiland (Wiesengut und Lescheid) und Gewächshaus 2024; unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05) 84

Abbildung 19: Nektarmenge je Blütenkopf im Freiland an den Standorten Wiesengut und Lescheid in 2024 (Juni – August); unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05) 84

Abbildung 20: Nektarmenge je Einzelblüte im Freiland an den Standorten Wiesengut und Lescheid in 2024 (Juni – August); unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05) 85

Abbildung 21: Gemessene durchschnittliche Nektarmenge pro Blütenkopf [µl] und durchschnittliche Anzahl an Blütenköpfen pro Quadratmeter [m2], Leguminosen sind mit einem Quadrat und Kräuter mit einem Dreieck dargestellt, der Standardfehler ist als Fehlerbalken angegeben, die Schwelllinie wurde bei 7,5ml/m2 und 1 ml/m2 festgelegt, um Arten oberhalb bzw. unterhalb dieses Wertes zu unterscheiden. 85

Abbildung 22: Mittlere Anzahl an Blüten der Praxisflächen 2022-2025 im kleinen (0,25 m^2) und großen (4 m^2) Rahmen; unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Pflanzenarten 87

Abbildung 23: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen in den Mischungen Referenz und Vielfalt in der Summe über die drei Standorte im Mai und September auf den bayerischen Praxisflächen 88

Abbildung 24: Bestäuber in den beiden Mischungen auf den Praxisflächen 2022-2025.....90

Abbildung 25: Nichtlineare Regressionsanalysen für beide Mischungen zwischen Anzahl beobachteter Insekten und Anzahl der Gesamtblüten, der Rotklee-Blüten und der Inkarnatklee-Blüten, Beobachtungen im großen (links, 4 m²) und kleinen (rechts, 0,25 m^2) Rahmen;.....93

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Artenzusammensetzung der Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt auf dem Exaktversuch; auf der Praxisfläche wurde zusätzlich zur üblichen Vielfaltsmischung Esparsette eingesät 29

Tabelle 2: Nutzungsvarianten im Exaktversuch 30

Tabelle 3: Liste der Untersuchungsparameter im Exaktversuch mit deren Einheiten und Zeitpunkten; Verweise der einzelnen Parameter zur ausführlichen methodischen Beschreibung 31

Tabelle 4: Aussaattermine und die drei Schnitttermine der Exaktversuche 2022-2025 auf den drei Standorten 32

Tabelle 5: Termine der Deckungsgradschätzungen in den Exaktversuchen 2022-2025 auf den drei Standorten 33

Tabelle 6: Aussaat- und Erntetermine des Winterweizens von 2023-2025 auf den drei Standorten des Exaktversuches 35

Tabelle 7: Termine der Bestäuberbeobachtung in den Exaktversuchen 2022-2025 36

Tabelle 7: Methodik der Quantifizierung der Blütenressourcen, die zugehörigen Zeitpunkte und in welcher Serie diese erfasst wurden; VP: Vegetationsperiode 37

Tabelle 8: Übersicht über Aussaat und Schnitttermine auf den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten 38

Tabelle 9: Termine der Deckungsgradschätzung in den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten 41

Tabelle 10: Termine der Bestäuberbeobachtung in den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten 43

Tabelle 11: Übersicht über die Keschertermine auf den Praxisflächen 2022-2025 der sechs Standorte 45

Tabelle 12: Gesamt-TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) (alle Umwelten) für die Wechselwirkung Mischung und Nutzungsvariante 48

Tabelle 13: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die erste Nutzung 2022-2025 (alle Standorte) 49

Tabelle 14: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die zweite Nutzung 49

Tabelle 15: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die dritte Nutzung für den Faktor Mischung 49

Tabelle 16: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die dritte Nutzung für den Faktor Nutzung 50

Tabelle 17: Area under the curve (AUC in %) für Leguminosen 51

Tabelle 18: Area under the curve (AUC in %) für Kräuter für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW) 52

Tabelle 19: Area under the curve (AUC in %) für Kräuter für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW) 52

Tabelle 20: Area under the curve (AUC in %) für Gras - transformierte Daten (TD; Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW) 53

Tabelle 21: Area under the curve (AUC in %) für offener Boden - transformierte Daten (TD, OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW) 53

Tabelle 22: Area under the curve (AUC in %) für Mulch - transformierte Daten (TD; OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW) 54

Tabelle 23: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Leguminosen vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte 60

Tabelle 24: Einfluss von Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Leguminosen vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW) 60

Tabelle 25: Einfluss von Mischung und Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil gesäte Kräuter vor der letzten Nutzung im Herbst transformierte Daten (TD; Log-Transformation) und Originalwerte (OW) 60

Tabelle 26: Einfluss von Mischung und Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Rest vor der letzten Nutzung im Herbst 61

Tabelle 27: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Gras vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-transformation) und Originalwerte (OW) 61

Tabelle 28: Einfluss von Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Gras vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW) 61

Tabelle 29: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Beikräuter vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW) 62

Tabelle 30: Einfluss von Nutzungszeitpunkt auf den prozentualen Anteil gesäte Kräuter und Rest 63

Tabelle 31: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Rest 63

Tabelle 32: N-Gehalt (in % der TM) für die erste Nutzung 2022-2025 (alle Standorte) 64

Tabelle 33: N-Gehalt (in % der TM) für die zweite Nutzung 2022-2025 (alle Standorte) 64

Tabelle 34: N-Gehalt (in % der TM) für die dritte Nutzung 2022-2025 (alle Standorte) 65

Tabelle 35: N-Ertrag (in kg N/ha) für alle drei Standorte 2022-2025 65

Tabelle 36: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die erste Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) 66

Tabelle 37: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die zweite Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) 66

Tabelle 38: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die dritte Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW) 67

Tabelle 39: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten für die dritte Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW) 67

Tabelle 40: Metabolische Energie (MJ ME/ha) in der Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 67

Tabelle 41: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die Mischungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 68

Tabelle 42: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die Nutzungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 68

Tabelle 43: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Mischungen und Nutzungen in der Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 69

Tabelle 44: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Mischungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 69

Tabelle 45: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Nutzungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 69

Tabelle 46: Weizenkornerträge (in dt/ha) transformiert (OrderNorm-Transformation) und Originaldaten bei 86% gemittelt über die Jahre 2023-2025 70

Tabelle 47: Rohproteingehalt (RP in % TM) transformiert (OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW) des Winterweizens gemittelt über die Jahre 2023-2025 70

Tabelle 48: Rohprotein-Ertrag (kg N/ha) transformiert (Center-Scale-Transformation) und Originalwerte (OW) des Winterweizens gemittelt über die Jahre 2023-2025 71

Tabelle 49: Rohproteingehalt (RP in % TM), RP-Ertrag (kg/ha) und Sedimentationswert (ml) des Winterweizens am Neuhof gemittelt über die Jahre 2023-2025 71

Tabelle 50: N_{min} 60-90 cm für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha 72

Tabelle 51: N_{min} 60-90 cm für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha 72

Tabelle 52: N_{min} gesamt 0-90 cm für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha 73

Tabelle 53: N_{min} gesamt 0-90 cm für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha 73

Tabelle 54: Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 74

Tabelle 55: Gesamt-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Monate 75

Tabelle 56: Kräuter-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Nutzungsvarianten 79

Tabelle 57: Kräuter-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Monate 80

Tabelle 58: AUC in % für die Praxisflächen 2022-2025 – transformierte Daten und Originalwerte (OW) 86

Tabelle 59: Abundanz der blütenbesuchenden Insekten bei der Bestäuberbeobachtung auf den bayerischen Standorten im Mai und September in Summe über die Jahre 2022-2025 89

Tabelle 60: Bestäuberbeobachtung im Mittel auf den bayerischen Praxisflächen im Mai und September 2022-2025 (unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen Mischungen) 89

Tabelle 61: Abundanz der Bestäuber in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre auf den 7 Standorten der Praxisflächen 90

Tabelle 62: Bestäuber der Kescherfänge auf den bayerischen Praxisflächen gemittelt über alle Versuchsjahre 91

Tabelle 63: Saatgutkosten der verschiedenen Mischungen 104

Tabelle 64: Deckungsbeiträge in €/ha von Kleegras (KG), Weizen (WW) und in Summe (∑) in Abhängigkeit von der Kleegrasmischung und -nutzung 105

ABBILDUNGSVERZEICHNIS DES ANHANGS

Abbildung A 1: Lage der Praxisflächen in Bayern (Quelle: BayernAtlas) 123

Abbildung A 2: Lage der Praxisflächen in NRW (Quelle: Geoportal.nrw) 123

Abbildung A 3: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Neuhof 2022-2025 124

Abbildung A 4: Wetter in der Vegetationsperiode an Standorten Kranzberg & Hohenkammer 2022-2025 124

Abbildung A 5: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Wiesengut 2022-2025 125

Abbildung A 6: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Lescheid 2023-2025 125

Abbildung A 7: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Wachtberg 2023-2025 126

Abbildung A 8: Ausgelegte Blüten und Umrechnung der gezählten Blüten auf die Fläche 129

Abbildung A 9: mittlere Anzahl der Blüten im April an den Standorten Neuhof und Wiesengut 2025 132

Abbildung A 10: mittlere Anzahl der Blüten im September am Standort Neuhof 2022-2025, am Standort Lescheid 2023 und 2025, am Standort Dortmund 2022 133

TABELLENVERZEICHNIS DES ANHANGS

Tabelle A 1: Saatstärken der einzelnen Saatgutmischungen 126

Tabelle A 2: Keimfähigkeit der einzelnen Pflanzenarten in % 2022-2025 127

Tabelle A 3: Umrechnung der Blüten in % zur Schätzung des Blütendeckungsgrads 128

Tabelle A 4: Artsortierungen im Mittel über alle Standorte und Jahre von den Exaktversuchen ... 129

Tabelle A 5: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die unterschiedlichen Mischungen und Nutzungen für die drei Termine gemittelt und die Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 131

Tabelle A 6: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die unterschiedlichen Mischungen und Nutzungen für die drei Termine gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof) 131

Tabelle A 7: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2022 134

Tabelle A 8: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2022 135

Tabelle A 9: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2022 136

Tabelle A 10: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2023 137

Tabelle A 11: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2023 138

Tabelle A 12: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2023 139

Tabelle A 13: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2023 140

Tabelle A 14: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) in den Praxisflächen 2023 141

Tabelle A 15: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2023 142

Tabelle A 16: Summe der erfassten Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2024 143

Tabelle A 17: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2024 144

Tabelle A 18: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2024 145

Tabelle A 19: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2024 146

Tabelle A 20: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2024 147

Tabelle A 21: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2024 148

Tabelle A 22: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2025 149

Tabelle A 23: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) und im großen Rahmen (4 m^2) auf den Praxisflächen 2025 150

Tabelle A 24: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2025 151

Tabelle A 25: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m^2) 2025 152

Tabelle A 26: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) 2025 153

Tabelle A 27: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m^2) 2025 154

Tabelle A 28: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2022 155

Tabelle A 29: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2023 156

Tabelle A 30: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2024 156

Tabelle A 31: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2025 157

Tabelle A 32: Insektenbeobachtungen auf den Praxisflächen 158

Tabelle A 33: Abundanz der Wildbienen-Gattungen in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre in den Mischungen Vielfalt (V) und Kontrolle (K) 160

Tabelle A 34: Abundanz der Tagfalter-Familien in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre 161

Tabelle A 35: taxonomische Artenliste mit Vorkommen in Bayern (BY) und Nordrhein-Westfalen (NRW) (gekennzeichnet durch X) und dem Rote Liste Status (RL) in Deutschland (BRD), BY und NRW (nur Gebiet Niederrheinische Bucht, NRBU) 162

1 PROJEKTANGABEN

Vorhabensbezeichnung:

Förderung blütenbesuchender Insekten durch Diversifizierung im Grünbrachemanagement.

Laufzeit des Vorhabens:
02.08.2021 – 31.12.2025

Das Verbundvorhaben umfasst folgende Teilprojekte:

2819OE103 und 2819OE157

Zuwendungsempfänger:
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
(Förderkennzeichen: 2819OE103)
Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES)
Professur Agrarökologie und Organischer Landbau (AOL)
Auf dem Hügel 14
53121 Bonn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
(Förderkennzeichen: 2819OE157)
Vöttinger Straße 38
D-85354 Freising

Autorinnen:

Nina Weiher (LfL)
Chantal Syrovy (AOL)
Sophie Henninger (LfL)
Paula Lauterwasser (LfL)
Peer Urbatzka (LfL)
Thomas Döring (AOL)

2 EINFÜHRUNG

2.1 GEGENSTAND DES VORHABENS

Gegenstand dieses Projektes war es, Produktionssysteme im ökologischen Landbau zu entwickeln, die sowohl eine substanzielle Förderung von diversen Bestäubern erreicht als auch ökonomisch und agronomisch nachhaltig, tragfähig und für die Praxis attraktiv sind. Die gegenwärtige landwirtschaftliche Praxis ist sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Landbau in der Regel wenig bestäuberfreundlich, u.a. durch den Schwerpunkt des Anbaus auf Pflanzenarten, die keinen Nektar bieten wie z.B. Getreide. Die Kleegrasphase in ökologischen Fruchtfolgen bietet hier bereits eine wichtige Möglichkeit, das Blütenangebot zu erhöhen. Bisherige Managementstrategien im Kleegras zielen jedoch nicht auf die Förderung von blütenbesuchenden Insekten ab. Üblicherweise wird eine sehr geringe Anzahl an potenziell nektarliefernden Arten eingesät (z.B. ausschließlich Weißklee, Rotklee und/oder Luzerne). Darüber hinaus führen eine hohe Mahd- bzw. Mulchfrequenz sowie frühe Mahdzeitpunkte dazu, dass das tatsächliche Blütenangebot weiter reduziert wird. Daher besteht in dieser Phase der Fruchtfolge ein wesentliches Steigerungspotential des Nektar- und Pollenangebots durch angepasstes Management.

2.2 ZIELE DES PROJEKTES FINDIG SOWIE BEZUG ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN

2.2.1 GESAMTZIEL DES VORHABENS

Ziel war es, zu untersuchen, wie zwei bestäuberfördernde Ansätze im Grünbrachenmanagement kombiniert werden können, um das Nektarangebot substantiell zu steigern. Der erste dieser Ansätze bestand in einer Diversifizierung, d.h. mehr Pflanzenarten wurden verwendet, so dass sich u.a. über die Vegetationsperiode das Blühangebot einerseits verlängern sollte. Dabei sollten andererseits auch verschiedene Arten an Bestäuberinsekten gefördert werden, die auf unterschiedliche Pflanzenarten(gruppen) spezialisiert sind. Der zweite Ansatz war eine Extensivierung durch Kombination aus geringerer Nutzungsfrequenz und einer Verschiebung des Nutzungszeitpunktes, mit dem Ziel unter Minimierung agronomischer Zielkonflikte den Blühaspekt zu fördern.

Diese Art des Grünbrachenmanagements ist insbesondere für vieharme oder viehlose ökologisch wirtschaftende Betriebe interessant, die eine Grünbrachephase (i.d.R. mit Kleegras) in der Fruchtfolge haben. Diese Phase dient im ökologischen Landbau insbesondere dazu, über die Fixierung und eine Humusmehrung von Stickstoff durch die Leguminosen und durch das Mulchen die Bodenfruchtbarkeit zu fördern. Während viehhaltende Betriebe durch einen Schnittzeitpunkt der Grünbrache vor der Blüte/zu Blühbeginn das Ziel verfolgen, eine hohe Futterqualität zu erreichen, bietet sich hier für vieharme bzw. viehlose Betriebe grundsätzlich eine höhere Flexibilität im Schnittzeitpunkt an. Diese Flexibilität wird jedoch gegenwärtig nicht ausgeschöpft. Schätzungsweise gehören bundesweit >20 % der Ökobetriebe in die Kategorie vieharme bzw. viehlose Betriebe (SCHMIDT 2003, SCHULZ *et al*. 2013). Nach den InVeKoS-Daten der LfL wirtschafteten Stand August 2026 insgesamt 10.750 Betriebe in Bayern den Gesamtbetrieb ökologisch. Davon waren 2.376 Ökobetriebe beziehungsweise 22,1 % ohne Getreidevieheinheiten und somit viehlos. Weitere 726 Betriebe hielten mehr als 0, aber weniger als 1

Getreidevieheinheiten. Insgesamt wiesen damit 3.102 Ökobetriebe beziehungsweise 28,9 % weniger als 1 Getreidevieheinheiten auf (LfL Betriebsstruktur2026).

2.2.2 BEZUG DES VORHABENS ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN

Das Förderprogramm zielte darauf ab, nachhaltige and effiziente landwirtschaftliche Produktionssysteme im Sinne des Schutzes natürlicher Ressourcen weiterzuentwickeln und zu stärken. Dabei nannte das Programm die ökologische Landwirtschaft als eine „besonders ressourcenschonende und umweltverträgliche Wirtschaftsform". FINDIG zielte darauf ab, Faktoren zu identifizieren, welche es der ökologischen Landwirtschaft ermöglicht, noch nachhaltiger zu wirtschaften. Insbesondere ging es dabei um den Schutz und die Förderung der Vielfalt von blütenbesuchenden Insekten als wichtiger funktioneller Komponente in Agrarökosystemen. Übergeordnetes Förderziel war im Programm die „Realisierung intakter Insektenpopulationen im Zusammenspiel mit einer nachhaltigen Landwirtschaft in Deutschland." FINDIG untersuchte dabei Maßnahmen auf ökologischen Betrieben, welche die Lebensbedingungen für Insekten und die Nahrungsressourcen für Bestäuber verbessern können, um damit dem Rückgang von Insekten entgegenzuwirken. Insbesondere wurde im Projekt nach Wegen gesucht, um mögliche Nahrungsressourcen für Bestäuber zu steigern und Zielkonflikte zwischen Bestäuberschutz und landwirtschaftlichen Produktionszielen zu minimieren. Damit wirkte FINDIG hin auf das Programmziel einer Förderung des „synergistischen Zusammenwirkens von Bestäuberinsekten, der Imkerei und der Landwirtschaft."

2.2.3 WISSENSCHAFTLICHE UND/ODER TECHNISCHE ARBEITSZIELE DES VORHABENS

In der Praxis werden im Kleegrasmanagement gegenwärtig Zielkonflikte zwischen Belangen der Bestäuberförderung einerseits und agronomischen oder ökonomischen Erwägungen andererseits gesehen. Ein früher Schröpfschnitt dient in der Regel der Beikrautkontrolle. Ein häufiger Schnitt zielt darauf ab, die Bildung von Biomasse und damit auch die Menge an fixierten Stickstoff zu fördern. In viehhaltenden Betrieben, oder solchen, die geerntetes Kleegras als Futter an andere Betriebe verkaufen, spielt darüber hinaus die Futterqualität eine Rolle: eine hohe Schnittfrequenz führt hier in der Regel zu höheren Qualitäten. Die Konzentration auf nur wenige Leguminosenarten (Weiß- und Rotklee, Luzerne) erfolgt u.a. aus dem Grund, bei hoher Nutzungsverträglichkeit die N-Fixierung zu maximieren und die Saatgutkosten zu reduzieren.

Gegenstand dieses Projektes war es, diese (wahrgenommenen) Zielkonflikte zu untersuchen und durch konkrete Vorschläge zu Formen des Grünbrachenmanagements zumindest teilweise aufzulösen. Dabei zielte FINDIG darauf ab, neue, nachhaltige und praxistaugliche Bewirtschaftungsformen zur Förderung und zum Schutz von Bestäubern zu entwickeln, die dabei die Stärken und Potenziale, die der ökologische Landbau bereits bietet, weiter auszubauen. Durch

Einbindung von On-Farm Versuchen sollte eine Validierung der Versuchsergebnisse mit Identifikation möglicher Hindernisse bei der Umsetzung im laufenden Betrieb erfolgen.

In Feldversuchen wurde der Faktor Diversifizierung mit unterschiedliche Artenzusammensetzungen (Faktor 1), mit verschiedenen Nutzungsmaßnahmen (Faktor 2) kombiniert.

Drei unterschiedliche Artenmischungen (Tabelle 1) wurden dabei verglichen: (A) die praxisübliche Saatmischung (**Kontrolle**); (B) eine mit weiteren leistungsstarken und über einen längeren Zeitraum blühenden Leguminosenarten ergänzte Saatmischung (**Leguminosen**); (C) eine artenreichere Mischung mit zusätzlichen Vertretern aus unterschiedlichen Pflanzenfamilien (**Kräuter**), sowie (D) eine noch artenreichere Mischung, bei denen alle Familien noch zusätzlich mit weiteren Arten belegt waren (**Vielfalt**).

Die zu vergleichenden Maßnahmen umfassten vier Stufen (Tabelle 2): (a) praxisübliche Nutzungshäufigkeit mit Nutzungszeitpunkten im Mai, Juli und Oktober (**Praxisüblich**), (b) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Mai und Oktober (**Sommerblüte**), (c) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Juli und Oktober (**Frühjahrsblüte**) und (d) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Mai und Oktober plus Abfuhr des Materials (**Cut+Carry**). Alle Kombinationen aus den Faktorstufen von Faktor 1 und 2 wurden getestet, um eine maximale statistische Auswertbarkeit der Versuche zu gewährleisten.

Konkret waren die Arbeitsziele des Projektes:

(1) Überprüfung und Optimierung der Praxistauglichkeit verschiedener Optionen der Bestäuberförderung in der Grünbrachephase der Fruchtfolge. Dazu wurden an drei Standorten die Effekte der unterschiedlichen Verfahren und Artenmischungen auf die relevanten agronomischen Parameter untersucht (Versuchsserie A).

(2) Quantifizierung der Blütenressourcen und der Bestäuber (bzw. Blütenbesucher) in den einzelnen Varianten der Versuchsserie A.

(3) Quantifizierung agronomischer und tierökologischer Effekte auf größeren Maßnahmenflächen (mind. 50 m x 30 m) auf je drei Praxisbetrieben in NRW und Bayern.

(4) Gemeinsame Datenanalyse zu Agronomie, Ökologie sowie ökonomische Bewertung

(5) Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit zu den Projektergebnissen

3 WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND

Über die letzten Jahrzehnte ist in der Agrarlandschaft ein deutlicher Rückgang der Biodiversität zu verzeichnen (WHITTINGHAM 2011, OLLERTON *et al*. 2014). Trotz Bemühungen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene ist es bislang nicht gelungen, diesen negativen Trend umzukehren – im Gegenteil: In den letzten Jahren haben etliche Studien dokumentiert, dass der Rückgang der Biodiversität weiter anhält oder sich sogar noch verstärkt (OLLERTON *et al.* 2014, BOWLER *et al.* 2019, SANCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019, RADA *et al*. 2019). Besonders in den Fokus geraten ist dabei der deutliche und anhaltende Rückgang verschiedener Insektengruppen (SANCHEZ-BAYO & WYCKHUYS 2019, LEATHER S. 2018, HALLMANN *et al.* 2017, BIESMEIJER *et a*l. 2006), da Insekten vielfältige und essentielle Funktionen in Agrarökosystemen spielen, unter anderem als Bestäuber von Wild- und Kulturpflanzen (BIESMEIJER *et al*. 2006, POTTS *et al*. 2010), als natürliche Gegenspieler von Schädlingen (SCHMIDT *et al.* 2003), als Nahrungsgrundlage für andere Tiergruppen wie Vögel (HALLMANN *et al*. 2014), oder durch den Fraß von Beikrautsamen (WESTERMAN *et al.* 2003). Die Ursachen des Insektenrückgangs in der Agrarlandschaft sind dabei vielfältig und komplex (GOULSON *et al.* 2015), und umfassen unter anderem den Verlust an Landschaftsstrukturen und Landschaftsheterogenität (PLEĆAŠ *et al*. 2014) und damit einhergehend die Zunahme der Betriebsflächengröße (BELFRAGE *et al*. 2005), die generelle Intensivierung der Landwirtschaft insbesondere durch Verwendung von Insektiziden (GOULSON *et al.* 2015, RUNDLÖF *et al*. 2018, GILBURN *et al*. 2015), Fungiziden (GOULSON *et al*. 2015) und Herbiziden (CAPINERA 2018), sowie einen allgemeinen dramatischen Mangel an Nektar und Pollen (OLLERTON *et al*. 2014, HARDMAN *et al*. 2016). Sowohl Wildbienen als auch Honigbienen sind der Blütenarmut in der Agrarlandschaft negativ betroffen. Um Bestäuber, insbesondere Wild- und Honigbienen zu fördern, ist es daher, neben einer Extensivierung insbesondere im Pflanzenschutz, wichtig, in der Landbewirtschaftung solche Praktiken umzusetzen, die zu einem höheren Blütenreichtum führen (HARDMAN *et al*. 2016, KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI *et al*. 2017), und zwar sowohl in der Blütenabundanz als auch im Pflanzenartenreichtum. Während nicht-bewirtschaftete Blühstreifen zwar prinzipiell Bestäuber fördern (RUNDLÖF *et al*. 2018), stehen sie doch in direkter Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Produktion. Daher ist es wichtig, auch in der Fläche Bewirtschaftungsmaßnahmen umzusetzen, welche den Blütenreichtum erhöhen. Unter den Kulturpflanzen bieten sich dabei etliche Arten als potentielle Nektar- und Pollenquelle an, u.a. Leguminosen. So ist z.B. die herausragende Bedeutung von Weißklee als Nektarquelle nachgewiesen (BAUDE *et al*. 2016). Gleichzeitig haben aber auch andere Leguminosenarten das Potential, die fördernde Wirkung auf blütenbesuchende Insekten substantiell weiter zu steigern (BROWN 2014, DÖRING *et al.* 2013, BROWN *et al*. 2012). Aus diesen Überlegungen ergab sich der Ansatz, durch gezielte Auswahl und optimierte Bewirtschaftung von Kulturpflanzenarten blütenbesuchende Insekten zu fördern. Für den ökologischen Landbau ist eine generell insektenfördernde Wirkung im Vergleich zum konventionellen Landbau bereits gut dokumentiert (DÖRING & KROMP 2003, DÖRING *et al.* 2003, PUECH *et al*. 2014, TUCK *et al*. 2014), jedoch ist eine weitergehende Entwicklung hin zu biodiversitätsfördernden Anbausystemen im ökologischen Landbau weiterhin geboten (van ELSEN 2000, STEIN-BACHINGER & FUCHS 2012).

Grünbrachen aus landwirtschaftlicher und naturschutzfachlicher Sicht

In ökologischen Fruchtfolgen kann die Kleegrasphase, bzw. Grünbrache, als besonders geeigneter Ansatzpunkt zur gezielten Förderung von Bestäubern und anderen Insekten genutzt werden (BROWN 2014, LANGER 2001), da hier vielfältige nektarliefernde Pflanzenarten leicht integriert werden können. Für eine praktische Umsetzung von insektenfördernden Maßnahmen in Anbausystemen ist es dabei essentiell, auch die agronomischen Auswirkungen zu bewerten. Die ein- bis mehrjährige Kleegrasphase hat in ökologischen Fruchtfolgen vielfältige Funktionen (DÖRING & KÖPKE 2018), u.a. die Bereitstellung von Futter in viehhaltenden Betrieben; die Bereitstellung von Stickstoff durch die Leguminosen für die Nachfrüchte (PHILIPPS *et al.*, LOGES *et al*. 1999); die Mehrung organischer Bodensubstanz (Watson *et al.* 2002); sowie die Kontrolle von annuellen Beikräutern durch regelmäßiges Schneiden oder Mulchen (DÖRING *et al.* 2017). Agronomische Kriterien für das Management der Kleegrasphase sind daher u.a. die Maximierung der Biomassebildung und der Stickstoff-Fixierung, der Ertrag und Qualität der Nachfrucht. Für viehhaltende Betriebe spielt daneben die Futterqualität eine entscheidende Rolle. Je nach Betriebstyp unterscheidet sich das Management des Kleegrases, insbesondere zwischen viehhaltenden und viehlosen (bzw. vieharmen) Betrieben. Dabei ergeben sich Optionen hinsichtlich Nutzungsart, Art der Etablierung, Saatzeitpunkt, Schnitthäufigkeit, Schnittzeitpunkt, Schnitthöhe, Düngung und Artenzusammensetzung. Mit Bezug auf die Nutzungsart gibt es grundsätzlich vier Optionen (1) Schneiden und verfüttern, meist als Silage, weniger häufig als Heu; (2) Beweidung; (3) Schneiden und auf andere Flächen verteilen (sog. Cut+Carry-Verfahren) (URBATZKA 2017 & KÖPKE 2017); sowie (4) Schneiden und auf der Fläche belassen (= mulchen). Im geplanten Projekt lag der Fokus vor allem auf viehlosen und vieharmen Betrieben, daher wurden die ersten beiden Optionen im Projekt nicht berücksichtigt, jedoch waren Erkenntnisse aus der Schnittnutzung für die Futtergewinnung auch hier relevant. Hinsichtlich der Schnitthäufigkeit wird aus verschiedenen agronomischen bzw. futterbaulichen Gründen eine höhere Schnitthäufigkeit sowie ein relativ früher Schnittzeitpunkt angestrebt. Mit diesen Maßnahmen wird u.a. eine dichtere Narbe und damit eine stärkere Beikrautunterdrückung durch die Kulturpflanzen erreicht. Für einige Beikrautarten des Grünlandes sind die Effekte der Schnittfrequenz allerdings auch gegenläufig (SEITHER M. *et al.* 2013). Während die Qualität von erzeugtem Futter stark durch die Schnitthäufigkeit bestimmt wird (DIEPOLDER M. & RASCHBACHER S. 2011) d.h. höhere Verdaulichkeit bei häufigerem Schnitt, spielt dieser Aspekt für viehlose Betriebe keine Rolle. Erfahrungsgemäß sinkt sogar bei häufiger Nutzung im gleichen Zeitraum der Gesamttrockenmasseertrag. Insofern ergibt sich bei viehlosen Betrieben in Grünbrachen die Möglichkeit, durch eine verminderte Schnittfrequenz Insekten zu fördern, weil damit höherwüchsige und blütenreichere Bestände einhergehen. Auch beim optimalen Schnitt- bzw. Mulchzeitpunkt unterscheiden sich viehhaltende und viehlose Betriebe. Im Gegensatz zu viehhaltenden Betrieben, bei denen ein optimaler Schnittzeitpunkt vor bzw. zu Beginn der Blüte liegt (STEIN-BACHINGER & FUCHS 2012), sind viehlose Betriebe hier flexibler. Damit ergibt sich die Option, durch späteren Schnitt ein höheres Blütenangebot für Insekten bereitzustellen. Allerdings wird beim Mulchen des Kleegrases ein früher Zeitpunkt und eine hohe Frequenz u.a. deswegen praktiziert, weil durch einen zu späten bzw. zu seltenen Schnitt die aufgewachsene Masse zu einer zu dicken Mulchdecke führt, die das weitere Pflanzenwachstum beeinträchtigen kann. Um zu einer Verfahrensoptimierung zu gelangen, die sowohl Bestäuberförderung als auch agronomische

Kriterien berücksichtigt, besteht daher Forschungsbedarf. Auch zum optimalen Ansaatzeitpunkt und Etablierung (Untersaat, Blanksaat nach Drusch im Spätsommer, oder Blanksaat im Frühjahr) gibt es bislang wenige Erkenntnisse für viehlose Betriebe (URBATZKA *et al*. 2017). Alle oben genannten Bewirtschaftungsoptionen beeinflussen indirekt auch die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt. So führen eine hohe Schnittfrequenz, ein früher Schnittzeitpunkt sowie eine niedrige Schnitthöhe zu einer verminderten Pflanzenartenzahl sowie zu einem geringeren Blütenangebot; insofern wirkt sich eine Extensivierung auch positiv auf die assoziierte Artenvielfalt aus (STEIN-BACHINGER & FUCHS 2012). Artenzahl und Diversität der Kulturarten können aber in der Grünbrache v.a. auch direkt, d.h. durch Auswahl der angesäten Arten gesteuert werden. Anzustreben sind zur Förderung von Insekten eine möglichst hohe Pflanzenartenzahl und Diversität. Jedoch ist in vielen Fällen die Artenzusammensetzung des Kleegrases rein nach agronomischen Kriterien ausgerichtet und die Bestände sind entsprechend relativ artenarm (DÖRING *et al.* 2013). Dominierende Arten sind dabei Weißklee, Rotklee und Luzerne. Andere Leguminosen- oder Kräuterarten werden kaum eingesetzt. Dies ist vor allem auf die hohe Flächenproduktivität und Fixierungsleistung sowie die gute Schnittverträglichkeit der drei genannten Leguminosenarten zurückzuführen (DÖRING *et al*. 2013). Gleichzeitig werden vermutlich indirekte agronomische Vorteile, die sich aus der Ansaat artenreicherer Mischungen in der Kleegrasphase ergeben, oft übersehen. Zu diesen potentiellen Vorteilen gehören die Schaffung von Bioporen im Boden durch (weitere) tiefwurzelnde Arten, die sich günstig auf die Durchwurzelung der Nachfrucht auswirken, und damit auch eine verbesserte Wasserversorgung erreichen können. Die Auswahl von Kultur- und gebietsheimischen Wildpflanzen-Arten, die das Portfolio zur Bestäuberförderung erweitern könnten, basierte dabei auf verschiedenen Kriterien, u.a. sollten die gewählten Arten eine hohe Biomasse haben, und konkurrenzstark sein, d.h. insbesondere sich in Mischungen mit Weißklee, Rotklee, Luzerne nicht von diesen Arten unterdrücken lassen; gleichzeitig sollten sie nicht zu konkurrenzkräftig sein, um das Wachstum der Leguminosen nicht zu beeinträchtigen. Außerdem sollten die Arten schnitttolerant sein. Für viehlose Betriebe ergab sich in der Grünbrachephase darüber hinaus noch eine interessante Option Biodiversität zu fördern, indem Ackerwildkräuter miteinbezogen wurden. Im Gegensatz zur Situation im Acker ist es möglich, diese Arten zur Blüte kommen lassen, jedoch vor der Bildung reifer Samen den Bestand zu schneiden (bzw. zu mulchen). Für das Projekt wurde bei der Artenwahl sowohl auf eigene umfangreiche Erfahrungen mit Mischungen zurückgegriffen (z.B. zu etlichen Futterleguminosenarten (DÖRING *et al.* 2013) sowie Blühstreifenmischungen), als auch auf publizierte Erfahrungen aus der Literatur. Insgesamt war der Ansatz, eine Artenmischung zu entwickeln, die bei einer relativ moderaten Artenzahl funktional maximal divers ist.

Forschungslücke und Hypothesen

Für Grünbrachen („Kleegras“) in ökologischen Fruchtfolgen war nicht bekannt, wie das Anbausystem so optimiert werden kann, dass einerseits vermehrt Insekten gefördert werden, andererseits agronomische Vorteile entstehen. Insbesondere gab es für die Optionen „Diversifizierung“ und „Extensivierung des Pflegeregimes“, die sich für einen gezielten Insektenschutz anbieten, unzureichende Informationen, wie sich diese Maßnahmen im Anbausystem einerseits auf Bestäuber, andererseits auf landwirtschaftliche Leistungsparameter (z.B. Beikrautdruck, Ertrag, N-Fixierung etc.) auswirken. Damit zielte das Projekt darauf ab, eine

gezielte Bestäuberförderung in der Fläche zu schaffen, die in die landwirtschaftliche Produktion voll integriert ist.

Die Grundhypothese des geplanten Projektes lautete: gezielte Diversifizierung und Extensivierung der Grünbrache führt im Vergleich zu in der üblichen Praxis eines relativ artenarmen, intensiver geführten Kleegrasbestandes (a) zu höheren Abundanzen und Artenzahlen blütenbesuchender Insekten, bei (b) nicht signifikant unterschiedlichen Trockenmasseerträgen; und (c) nicht signifikant unterschiedlichen Nachfruchterträgen.

4 MATERIAL UND METHODEN

4.1 VERSUCHSSERIE A: ERHEBUNGEN AUF DEN EXAKTVERSUCHEN

Versuchsserie A diente der Überprüfung und Optimierung der Praxistauglichkeit verschiedener Optionen der Bestäuberförderung in der Grünbrachephase der Fruchtfolge. Dazu wurden an drei Standorten die Effekte der unterschiedlichen Verfahren und Artenmischungen auf die relevanten agronomischen Parameter untersucht.

Identisch aufgebaute Feldversuche wurden an drei Standorten (in Bayern am Versuchsgut Neuhof der Bayerischen Staatsgüter, auf dem ökologischen Lehr- und Versuchsbetrieb Wiesengut der Universität Bonn, sowie auf einem ökol. Praxisbetrieb im Leitbetriebenetzwerk NRW) mit jeweils 4-facher Wiederholung durchgeführt. Die Parzellengröße war auf 24 m² angesetzt (3 m Breite bei einer Länge von 8 m).

4.1.1 STANDORTE DER EXAKTVERSUCHE

4.1.1.1 VERSUCHSSTATION NEUHOF

Der seit 2019 ökologisch wirtschaftende Betrieb Neuhof ist eine Versuchsstation der bayrischen Staatsgüter und befindet sich rund 50 km nördlich von Augsburg bei Markt Kaisheim. Der Betrieb befindet sich auf 450-550 m über NN am Übergang zwischen dem südöstlichen Rand des Nördlinger Ries, das durch einen Meteoriteneinschlag vor 15 Millionen Jahren entstand, und dem daran anschließenden Tertiärhügelland (LfU 2010). Die Ackerzahlen der Flächen liegen zwischen 45 und 61, Bodenart ist schwerer Lehm. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 677 mm und eine Durchschnittstemperatur von 8,7 °C.

4.1.1.2 CAMPUS WIESENGUT

Der Campus Wiesengut ist ein Lehr- und Versuchsbetrieb und einer von drei landwirtschaftlichen Außenlaboren der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Der seit 1987 ökologisch bewirtschaftete Betrieb liegt in der Siegniederung bei Hennef, etwa 20 km nordöstlich von Bonn auf 65 m über NN. Es werden in etwa 82 ha Fläche bewirtschaftet, davon entfallen ca. 58,5 ha auf Ackerland, 21,3 ha auf Grünland und 2,6 ha auf weitere Strukturen und Hof-/Gebäudeflächen. Der Bodentyp sind Braunauenböden (Vega), die unterschiedlich tiefgründig und unregelmäßig mit Kiesköpfen durchzogen sind. Es ergeben sich Ackerzahlen zwischen 20 und 70, die Bodenart ist ein sandig-lehmiger Schluff. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 840 mm und eine Durchschnittstemperatur von 10,3 °C.

4.1.1.3 DORTMUND

Der Betrieb Kornkammer Haus Holte ist ein Ackerbaubetrieb im Herzen des Ruhrgebiets und Teil des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“. Der Betrieb wird seit 1987 unter dem Biolandsiegel ökologisch bewirtschaftet und hat seine Hofstätte einerseits in Dortmund (ehemaliges Rittergut Haus Holte) und in Witten-Gedern (Getreidelage und Aufbereitung). Die durch den Betrieb zur Verfügung gestellte Fläche befand sich in Dortmund-Oespel etwa 120 m über NN (Koordinaten 51°29'41.9“N 7°23'44.0“E), umgeben von Bürogebäuden und der angrenzenden Bundesautobahn 40 (A40). Zur Straße ist das genutzte Feld durch eine Hecke abgegrenzt. Der Boden ist eine Parabraunerde mit einer Ackerzahl > 75. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 800 mm und eine Durchschnittstemperatur von 9,0 °C. Im Jahr 2022 wurde der Kleegras-Exaktversuch auf dieser Fläche angelegt und anschließend die Nachfrucht Winterweizen für 2023 eingesät. Für weitere Kleegrasversuche konnte der Landwirt leider keine Fläche zur Verfügung stellen. Daher wurde im Jahr 2023 auf den Betrieb in Hennef Lescheid gewechselt.

4.1.1.4 HENNEF LESCHEID

2023 erfolgte ein Wechsel zum seit 2016 ökologisch bewirtschafteten Ackerbaubetrieb in Hennef Lescheid (im Folgenden als Lescheid bezeichnet). Der Hof liegt im Stadtteil Hennef-Uckerath auf ca. 227 m über NN. Auf etwa 15 ha wird Getreide, Grün- und Raufutter sowie Streuobst angebaut. Teile der Grünlandflächen werden als Weide für Pensionsrinder genutzt. Der Bodentyp ist Parabraunerde, die Bodenart des Oberbodens ist tonig-schluffig. Die Ackerzahl liegt zwischen 55 und 76. Der Betrieb liegt etwa 8 km Luftlinie vom Wiesengut entfernt, das langjährige Mittel (1992-2020) der Durchschnittstemperatur liegt bei 10,0 °C, das des Jahresniederschlages bei 990 mm.

4.1.2 AUFBAU DER EXAKTVERSUCHE

Die Versuche umfassten jeweils zwei Phasen: In Phase 1 wurde die Etablierung der Grünbrache in verschiedenen Varianten untersucht, die Produktivität der Grünbrache gemessen (Schnitte), sowie der N-Gehalt des Aufwuchses analysiert. In Phase 2 wurde eine einheitliche Getreidenachfrucht (Winterweizen) etabliert und deren Produktivität und Qualität gemessen (Ertrag; Ertragskomponenten. Phase 1 fand im Projektjahr 1, 2, 3 und 4 (2022-2025) statt und Phase 2 im Projektjahr 2, 3 und 4 (2023-2025).

Die Versuche waren zweifaktoriell aufgebaut, mit unterschiedlichen Artenzusammensetzungen (Faktor 1), die mit unterschiedlichen Maßnahmen (Faktor 2) kombiniert wurden. Vier verschiedene Nutzungsvarianten und vier unterschiedliche Artenmischungen wurden dabei verglichen. Die zu vergleichenden Mischungen umfassen vier Stufen (Tabelle 1):

(**A**) die praxisübliche Saatmischung (**Kontrolle**)
(**B**) eine mit weiteren leistungsstarken und über einen längeren Zeitraum blühenden Leguminosenarten ergänzte Saatmischung (**Leguminosen**)
(**C**) eine artenreichere Mischung mit zusätzlichen Vertretern aus unterschiedlichen Pflanzenfamilien (**Kräuter**)
(**D**) eine noch artenreichere Mischung, bei denen alle Familien noch zusätzlich mit weiteren Arten belegt sind (**Vielfalt**)

Tabelle 1: Artenzusammensetzung der Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt auf dem Exaktversuch; auf der Praxisfläche wurde zusätzlich zur üblichen Vielfaltsmischung Esparsette eingesät

			Exaktversuch: Varianten				Praxisfläche
	Dt. Name	**Bot. Name**	**Kontrolle**	**Leguminosen**	**Kräuter**	**Vielfalt**	**Vielfalt + Esparsette**
Leguminosenarten	Weißklee	*Trifolium repens*	x	x	x	x	x
	Rotklee	*Trifolium pratense*	x	x	x	x	x
	Luzerne	*Medicago sativa*	x	x	x	x	x
	Inkarnatklee	*Trifolium incarnatum*		x	x	x	x
	Gelbklee	*Medicago lupulina*		x	x	x	x
	Hornklee	*Lotus corniculatus*				x	x
	Schwedenklee	*Trifolium hybridum*				x	x
	Esparsette	*Onobrychis viciifolia*					x
Kräuterarten	Kümmel	*Carum carvi*			x	x	x
	Wiesen-Pippau	*Crepis biennis*			x	x	x
	Schafgarbe	*Achillea millefolium*			x	x	x
	Johanniskraut	*Hypericum perforatum*			x	x	x
	Kornblume	*Centaurea cyanus*			x	x	x
	Herbst-Löwenzahn	*Leontodon autumnalis*				x	x
	Echter Dost	*Origanum vulgare*				x	x
	Kleiner Wiesen-knopf	*Sanguisorba minor*				x	x
	Taubenkropf-Leimkraut	*Silene vulgaris*				x	x
Gräserarten	Wiesen-Schwingel	*Festuca pratensis*	x	x	x	x	x
	Glatthafer	*Arrhenaterum elatius*	x	x	x	x	x
	Wiesen-Lieschgras	*Phleum pratense*	x	x	x	x	x

Die zu vergleichenden Maßnahmen umfassen vier Stufen (Tabelle 2):
(**a**) praxisübliche Nutzungshäufigkeit mit Mulchzeitpunkten im Mai, Juli und Oktober (**Praxisüblich**)
(**b**) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Mai und Oktober (**Sommerblüte**)
(**c**) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Juli und Oktober (**Frühjahrsblüte**)
(**d**) reduzierte Nutzungshäufigkeit im Mai und Oktober plus Abfuhr des Materials (**Cut+Carry**).

Tabelle 2: Nutzungsvarianten im Exaktversuch

Variante	Mischung	Nutzungs-variante	Nutzungs-häufigkeit	Nutzungszeitpunkt			Abfuhr des Materials
				Mai	Juli	September	
1	A	Praxisüblich	üblich	x	x	x	Nein
2	B		üblich	x	x	x	Nein
3	C		üblich	x	x	x	Nein
4	D		üblich	x	x	x	Nein
5	A	Sommer-blüte	reduziert	x		x	Nein
6	B		reduziert	x		x	Nein
7	C		reduziert	x		x	Nein
8	D		reduziert	x		x	Nein
9	A	Frühjahrs-blüte	reduziert		x	x	Nein
10	B		reduziert		x	x	Nein
11	C		reduziert		x	x	Nein
12	D		reduziert		x	x	Nein
13	A	Cut+Carry	reduziert	x		x	Ja
14	B		reduziert	x		x	Ja
15	C		reduziert	x		x	Ja
16	D		reduziert	x		x	Ja

Alle Kombinationen aus den Faktorstufen von Faktor 1 und 2 wurden getestet, um eine maximale statistische Auswertbarkeit der Versuche zu gewährleisten.

In allen Versuchen erfolgte eine Blanksaat nach der Getreideernte im August bzw. spätestens in der ersten Septemberdekade. Je nach Stärke des Aufwuchses erfolgte (in allen Varianten) im Herbst ein Schröpf-„schnitt“ (-mulchen). Im Hauptnutzungsjahr (HNJ) wurde je nach Variante zwei- bzw. dreimal genutzt. Die letzte Nutzung fand im September kurz vor Umbruch statt, danach folgte die Einsaat von Winterweizen. Die Untersuchungsparameter sind in

Tabelle 3 aufgelistet und werden nachfolgend beschrieben.

Tabelle 3: Liste der Untersuchungsparameter im Exaktversuch mit deren Einheiten und Zeitpunkten; Verweise der einzelnen Parameter zur ausführlichen methodischen Beschreibung

	Parameter	Einheit	Zeitpunkte je Durchlauf	Begründung
Kleegras	Aufwuchs: Trockenmasse (siehe 5.1.1)	g/m²	Nach Etablierung im Herbst; sowie vor allen Nutzungsterminen im HNJ	Evaluation der Produktivität
	Artenzusammensetzung: Schätzung der Deckung (siehe 5.1.2)	%	Vor allen Nutzungsterminen im HNJ	Evaluation der Durchsetzungs-fähigkeit der Arten
	Artenzusammensetzung, TM einzelner Arten in % der gesamt-TM (siehe 5.1.3)	%	Einmal je Versuchsjahr	Evaluation der Durchsetzungs-fähigkeit der Arten
	Chem. Zusammensetzung des Aufwuchses (N-Gehalte bzw. Qualität) (siehe 5.1.4)		vor allen Nutzungsterminen im HNJ	Evaluation der Abbaubarkeit des Pflanzenmaterials
Nachfrucht	Mineralischer Stickstoff in drei Schichten (0-30, 30-60, 60-90 cm) (siehe 5.1.5.3)	kg/ha	zu Vegetationsbeginn und zu Vegetationsende	Evaluation der N-Verfügbarkeit
	Ertrag und Ertragskomponenten (siehe 5.1.5.1)	dt/ha	Zur Ernte der Nachfrucht	Evaluation der ökon. relevanten Effekte auf die Nachfrucht
	Qualität der Ernte- und Koppelprodukte (Korn, Stroh): N-Gehalt, Sedimentationswert (siehe 5.1.5.2)	%		

4.1.3 BESTIMMUNG DER TROCKENMASSE

Zur Erfassung der TM-Erträge erfolgte die Ernte in Bayern der Doppelparzellen mithilfe eines Parzellenvollernters, dem Modell Hege 212. Die Termine hierfür sind in Tabelle 4 aufgelistet. Geerntet wurden nur 12 m^2 der jeweils 15 m^2 großen Doppelparzellen. Das Erntegut wurde über ein Laufband in den Wiegebehälter im Innern des Parzellenvollernters transportiert und dort gewogen, wobei der integrierte Rechner die geerntete Frischmasse in kg pro Parzelle speicherte. Zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts, wurde dem Probenhäcksler eine Probe entzogen und in Crispac-Beutel mit Super Microlochung verpackt. Die Proben wurden im Labor zunächst als Frischmasse eingewogen, anschließend bei 105 °C für mehr als 24 h bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet und rückgewogen. Die Gewichte der Ein- und Rückwaagen wurden mit Angabe der Parzellennummer dokumentiert und anschließend in das Programm Excel® übertragen und auf dt/ha hochgerechnet.

In NRW wurde die Ernte der Doppelparzellen händisch durchgeführt. Dazu wurde aus der Mitte der Parzelle je 0,25 m² pro Parzellenspur Biomasse mit einer Akku-Grasschere auf einer Höhe von ca. 7

- 10 cm abgeschnitten und für den Transport in Folienbeutel verpackt, wobei die Biomasse von beiden Parzellenspuren in einen Folienbeutel kamen. Im Feldlabor am Wiesengut wurde anschließend die Proben als Frischmasse komplett eingewogen. Für ein homogenes Aliquot, welches zur Trockenmassebestimmung in Aluminiumschalen in den Trockenschrank kam, wurde zunächst die gesamte Probe pro Parzelle mit einem Häcksler der Firma Wintersteiger (Hege 44) zerkleinert, vermengt und in die Aluminiumschalen eingewogen. Das Gewicht der Aluminiumschale wurde im Leerzustand, sowie mit der Frischmasse gewogen. Die Rückwaage der Aluminiumschalen erfolgte nach insgesamt 48 Stunden im Trockenschrank (24 h bei 65 °C, 24 h bei 105 °C).

Tabelle 4: Aussaattermine und die drei Schnitttermine der Exaktversuche 2022-2025 auf den drei Standorten

Jahr 2022			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Haus Holte**
Aussaat	07.09.21	08.09.21	07.09.21
1. Schnitt	31.05.22	12.05.22	19.05.22
2. Schnitt	26.07.22	11.07.22	26.07.22
3. Schnitt	13.09.22	29.08.22	19.09.22
Jahr 2023			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
Aussaat	05.09.22	13.09.22	07.10.22
1. Schnitt	01.06.23	15.05.23	30.05.23
2. Schnitt	13.07.23	17.07.23	08.08.23
3. Schnitt	24.08.23	06.09.23	02.10.23
Jahr 2024			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
Aussaat	11.09.23	12.09.23	07.09.23
1. Schnitt	15.05.24	21.05.24	12.06.24
2. Schnitt	09.07.24	12.08.24	13.08.24
3. Schnitt	05.09.24	27.09.24	abgebrochen
Jahr 2025			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
Aussaat	23.08.24	22.08.24	20.09.24
1. Schnitt	20.05.25	12.05.25	02.06.25
2. Schnitt	16.07.25	14.07.25	07.08.25
3. Schnitt	02.10.25	02.09.25	23.09.25

4.1.4 DECKUNGSGRADSCHÄTZUNG

An jeweils 2 Punkten in den Doppelparzellen erfolgte eine Deckungsgradschätzung in einem Göttinger Schätzrahmen von 50 x 50 cm für die Hauptgruppen Offener Boden, Mulch, Leguminosen, Gräser, Zielkräuter und Beikraut in Prozent von 100 (Tabelle 5). Zudem wurde erfasst, welche der Zielarten vorhanden waren. Dazu wurde der Rahmen jeweils einmal in eine Hälfte einer Doppelparzelle gelegt, wobei die Position des Rahmens etwa einen Meter vom unteren Parzellenrand entfernt, gewählt wurde, um Randeffekte zu vermeiden (Abbildung 1).

Abbildung 1: Beispiele für Deckungsgradschätzung in verschiedenen Parzellen

Tabelle 5: Termine der Deckungsgradschätzungen in den Exaktversuchen 2022-2025 auf den drei Standorten

Jahr 2022			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Haus Holte**
0 (Herbstbonitur)	11.11.21	24.11.21	-
1	20./23.05.22	12.05.22	21.05.22
2	27./28.06.22	04.06.22	28.06.22
3	14/15.07.22	06.07.22	21.07.22
4	09./10.08.22	28.07.22	09.08.22
5	01./05.09.22	22.08.22	05.09.22
Jahr 2023			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
0 (Herbstbonitur)	17.10.22	-	-
1	09.-12.05.23	08.05.23	24.05.23
2	26.06.23	12.06.23	28.06.23
3	11.07.23	12.07.23	27.07.23
4	08.08.23	04.09.23	26.09.23
5	18.08.23		
Jahr 2024			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
0 (Herbstbonitur)	11.10.23	-	-
1	15.04.24	29.04.24	10.05.24
2	12.05.24	26.06.24	08.07.24
3	11.06.24	23.09.24	abgebrochen
4	08.07.24		
5	05.08.24		
6	01.09.24		
Jahr 2025			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
0 (Herbstbonitur)	15.10.24	-	-
1	14./15.04.25	29.04.25	07.05.25
2	13.05.25	18.06.25	06.08.25
3	23.06.25	15.07.25	
4	14.07.25	26.08.25	
5	18.08.25		
6	04.09.25		

4.1.5 FESTSTELLUNG DER ARTENZUSAMMENSETZUNG

Hierfür wurde zu zwei Zeitpunkten (vor dem ersten und vor dem dritten Schnitt) einer jeden Vegetationsperiode jeweils 1 m² Bewuchs je Doppelparzelle in einer Schnitthöhe von 7 cm geschnitten und als Gesamt-Frischmasse gewogen. Anschließend wurde die Probe nach Zielarten sortiert, in Crispag-Beutel (BY) bzw. Aluminiumschalen (NRW) verpackt und eingewogen. Neben den Zielarten wurde auch nach Beikräutern sowie undefinierbarer Rest, wie beispielsweise vertrocknete Blüten und Blätter, separiert. Die Bestimmung der Pflanzenarten erfolgte mithilfe vorhandener Pflanzenkenntnisse der Versuchsdurchführenden, sowie bekannter Bestimmungsliteratur nach DEUTSCH (2007) und ELSÄßER *et al*. (2020) (Abbildung 2). Die Gewichte wurden auf zwei Nachkommastellen genau notiert. Die verpackten und eingewogenen Proben wurden schließlich im Trockenschrank bei 105 °C für mehr als 24 h bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und rückgewogen. Die Trockenmasse der Parzelle wurde dann auf dt/ha hochgerechnet.

Abbildung 2: Sortieren der Proben nach Pflanzenarten

4.1.6 QUALITÄTSBESTIMMUNG DES KLEEGRASAUFWUCHSES

Von allen geschnittenen Kleegrasproben erfolgte eine Qualitätsbestimmung im Labor. Stickstoff- bzw. Rohproteinbestimmung in der Trockenmasse erfolgte nach VDLUFA III, 4.1.1.

Die Proben aus NRW werden im eigenen Institutslabor auf ihre Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt hin analysiert. Dazu wurden die für die TM-Bestimmung getrockneten Biomasseproben im Feldlabor am Wiesengut mit einer Scheibenschwingmühle (RS 200, Fa. Retsch) fein vermahlen und in Rollrandgläsern ins Labor nach Bonn verbracht. Dort werden 4-6 mg der Biomasseprobe in Zinnkapseln eingewogen und anschließend in einem Elementaranalysator (Firma Eurovector, Pavia, Italien; Modell EA 3100 dual) nach der Dumas-Verbrennungsmethode auf ihren Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt analysiert.

4.1.7 ERHEBUNGEN IN DER NACHFRUCHT WEIZEN

In Bayern erfolgte der Kleegrasumbruch 2022/23 mit dem Pflug, zur Herbstaussaat 2023/24 mit dem Grubber und 2024/25 wieder mit dem Pflug. Nach dem Kleegras-Umbruch erfolgte die Winterweizen-Aussaat (*cv*. Thomaro 2022/23 und 2023/24 bzw. Castado 2024/25) jeweils im Oktober mit 380 Körnern/m² mit einer Wintersteiger-Versuchsdrillmaschine mit Scheibenschar. Die Weizenernte erfolgte jeweils Ende Juli bis im ersten Augustdrittel in Bayern mittels eines Parzellenmähdreschers Hege 160, der Weizenkornertrag wurde je Parzelle ermittelt und Proben ins Labor gesendet zur Bestimmung von Trockensubstanz, Rohproteingehalt und Sedimentationswert. Der Rohproteingehalt sowie der Sedimentationswert wurden nach den Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidechemie analysiert (ICC 1976). Neben der maschinellen Ernte mit einem Parzellenmähdrescher (Wintersteiger) wurden in NRW pro Parzelle 3x 1 lfd. Meter per Hand geerntet um Ertragsparameter wie Ähren/m² und Tausendkorngewicht zu bestimmen. Die Termine von Aussaat und Ernte sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Aussaat- und Erntetermine des Winterweizens von 2023-2025 auf den drei Standorten des Exaktversuches

Jahr 2023			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Haus Holte**
Aussaat	12.10.22	20.10.22	28.10.22
Ernte	11.08.23	17.07.23	ausgefallen
Jahr 2024			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
Aussaat	06.10.23	18.10.23	16.10.23
Ernte	26.07.24	19.07.24	01.08.24
Jahr 2025			
Termin	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Lescheid**
Aussaat	17.10.24	09.11.24	31.10.24
Ernte	08.08.25	21.07.25	23.07.25

4.1.8 MINERALISCHER STICKSTOFF (N_{MIN}) IN DREI BODENSCHICHTEN

Die Probennahme für den mineralischen Stickstoff (N_{min}) erfolgte zweimal jährlich jeweils im Frühjahr und im Herbst mittels Pürckhauer Bohrstock in den einzelnen Parzellen für die drei Schichten 0-30, 30-60, 60-90 cm. Bis zur Bestimmung im Labor wurden die Proben bei -18 °C gelagert. Die Bestimmung erfolgte im Labor nach VDLUFA Methodenbuch I, Methode A 6.1.4.1 mit 0,0125 molarer Calciumchloridlösung. Das Ergebnis wird als flächenbezogene Masse an mineralischem Stickstoff in kg/ha angegeben.

4.1.9 ERFASSUNG DER BLÜTENRESSOURCEN UND BLÜTENBESUCHENDEN INSEKTEN

Es wurden einerseits Blütenressourcen in den einzelnen Varianten quantifiziert, andererseits die Bestäuber (bzw. Blütenbesucher) selbst. Zieltaxa waren dabei Hummeln (*Hymenoptera: Bombus ssp.*) und weitere Wildbienen (*Hymenoptera: Apoidea*); Tagfalter (*Lepidoptera*) sowie Schwebfliegen (*Diptera: Syrphidae*); gesondert erfasst wurden Honigbienen (*Apis mellifera*). Zur Quantifizierung der Blütenressourcen wurde die Blühphänologie, d.h. die zeitliche Entwicklung des Blühaspektes verschiedener Pflanzenarten; die Blütendeckung als Maß für die Quantität der Blütenressourcen; und die verfügbare Nektarmenge erfasst (

Tabelle 8). Wegen der großen Mobilität der Blütenbesucher hat eine Erfassung von blütenbesuchenden Insekten in Kleinparzellenversuchen nur eine begrenzte Aussagekraft zur tatsächlichen Förderung der Insekten durch die Maßnahme. Jedoch konnten diese Feldversuche auch als Wahlversuche aufgefasst werden und zur Bewertung der Attraktivität verschiedener Pflanzenarten herangezogen werden. Daher wurden die Feldversuche aus den Exaktversuchen, für solche Erfassungen der Blütenbesucher genutzt. Es wurde die Präferenz der Insektenarten für verschiedene Pflanzenarten und zum Auftreten verschiedener Bestäuberarten über die Zeit untersucht. Hierbei wurde die Besuchsfrequenz der Insekten auf den unterschiedlichen Pflanzenarten gemessen und deren Aufenthaltsdauer in Fokusquadraten bestimmt. Alle Untersuchungen zu den blütenbesuchenden Insekten wurden bei günstigen Witterungsbedingungen (kein Niederschlag, Windgeschwindigkeit <5 m/s, Temperaturen >15 °C) und zeitlich hinsichtlich Dauer und Uhrzeit standardisiert durchgeführt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Termine der Bestäuberbeobachtung in den Exaktversuchen 2022-2025

Jahr 2022			
Termin	Neuhof	Wiesengut	Haus Holte
1	20.05.22	-	-
2	06./07.09.22	-	-
Jahr 2023			
Termin	Neuhof	Wiesengut	Lescheid
1	15.05.23	16.05.23	-
2	18.08.23	-	-
Jahr 2024			
Termin	Neuhof	Wiesengut	Lescheid
1	12.05.24	-	-
2	01.09.24	-	-
Jahr 2025			
Termin	Neuhof	Wiesengut	Lescheid
1	14.05.25	13.05.25	-
2	08.09.25	-	-

4.2 VERSUCHSSERIE B: ERHEBUNGEN AUF DEN PRAXISFLÄCHEN

Größere Maßnahmenflächen (mind. 50 m x 30 m) wurden integriert als Streifen in Vergleichsflächen mit üblicher Bewirtschaftung auf je drei Praxisbetrieben in NRW und Bayern. Hier wurde in enger Absprache mit den teilnehmenden Landwirten eine bestäuberfördernde Variante (Tabelle 1) ausgewählt und gegenüber der praxisüblichen Kontrolle unter Praxisbedingungen verglichen.

Auch auf den drei Praxisbetrieben in Bayern und NRW erfolgten eine Deckungsgradschätzung, eine Erfassung der Blütendeckung sowie eine Insektenbeobachtung an jeweils fünf Punkten in Streifen mit einer bestäuberfördernden Variante (Tabelle 1) und einer betriebsüblichen Vergleichsfläche. Die Erfassung der Bestäuber erfolgte hier zusätzlich zu den anderen Methoden auch in Transekten mit Kescherfängen an rund 5 Fangterminen je Vegetationsperiode (

Tabelle 8). Die Termine für Aussaat und Ernte sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 8: Methodik der Quantifizierung der Blütenressourcen, die zugehörigen Zeitpunkte und in welcher Serie diese erfasst wurden; VP: Vegetationsperiode

			Serie	
Parameter	**Methodik**	**Zeitpunkte**	**A**	**B**
Blühphänologie	Binäre Erfassung (Art blüht/ blüht nicht)	8 x je VP	X	X
Blütendeckung	Schätzung des Blütenbedeckungsgrads in %, Dokumentation über digitale Fotos; ein geplanter Abgleich mittels digitaler Bildauswertung war aus technischen Gründen nicht durchführbar	8 x je VP	X	X
Nektarmenge	Erfassen der Nektarmenge je Blüte mit Mikropipetten; Zählen der Blüten je Pflanze an 10 Pflanzen je Parzelle; Zählen der Pflanzenindividuen je m² (BAUDE *et al.* 2016)	2 x je VP	X	
Besuchsfrequenz	Frequenz der Blütenbesuche unterschiedlicher Insektenarten in Fokus-m²; Dauer je 10 min	2 x je VP	X	X
Verhalten	Aufenthaltsdauer pro Insekten-Individuum in Fokus-m²; Unterstützung und Dokumentation durch Videoaufnahmen	2 x je VP	X	X
Kescherfänge in Transekten	Eine Untersuchungseinheit = 30 min. Kescherfänge je Großparzelle	5 x je VP		X

Tabelle 9: Übersicht über Aussaat und Schnitttermine auf den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten

Jahr 2022	**Standort**					
Termin	**Kranzberg**	**Hohenkammer**	**Neuhof**	**Wiesengut**	**Haus Holte**	**Biohof Büsch**
Aussaat	21.08.21	20.09.21	07.09.21	08.09.21	09.09.21	10.09.21
1. Schnitt	09.05.22	18.05.22	30.05.22	27.07.22	04.06.22	31.05.22
2. Schnitt	27.05.22	27.07.22	26.07.22			
3. Schnitt	25.06.22	04.10.22	12.09.22			
4. Schnitt	30.07.22					
5. Schnitt	29.08.22					
6. Schnitt	20.09.22					
7. Schnitt	08.10.22					
Jahr 2023	**Standort**					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
Aussaat	26.08.22	24.09.2022	05.09.22	23.09.22	07.10.22	07.09.22
Schröpf-schnitt	30.04.23					
1. Schnitt	15.05.23	19.05.23	12.06.23	22.05.23	24.05.23	Abgebrochen
2. Schnitt	11.06.23	03.07.23	12.07.23	04.07.23		wegen
3. Schnitt	13.07.23	21.08.23	18.08.23	04.09.23		Triticale-
4. Schnitt	09.08.23	06.10.23				Durchwuchs
5. Schnitt	05.09.23					
6. Schnitt	15.10.23					
Jahr 2024	**Standort**					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
Aussaat	14.08.23	07.09.23	11.09.23	12.09.23	15.09.23	15.09.23
1. Schnitt	11.05.24	11.05.24	15.05.24	06.06.24		09.05.24
2. Schnitt	28.06.24	24.06.24	17.07.24	24.07.24		23.06.24
3. Schnitt	21.09.24	05.08.24	05.09.24	24.10.24		19.08.24
		18.10.24				
Jahr 2025	**Standort**					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
Aussaat	24.08.24	21.03.25	23.08.24	22.08.24	20.09.24	02.09.24
1. Schnitt	14.05.25	05.07.25	13.05.25	14.05.25	10.06.25	05.05.25
2. Schnitt	24.06.25	18.08.25	30.06.25	14.07.25	13.10.25	24.06.25
3. Schnitt	22.07.25	12.10.25	02.10.25			19.08.25

4.2.1 STANDORTE DER PRAXISBETRIEBE

Eine Übersicht über die Lage der Standorte (Abbildung A 1, Abbildung A 2) sowie das Wetter in der Vegetationsperiode für die einzelnen Standorte und Jahre befinden sich im Anhang (Abbildung A 1 – Abbildung A 7).

4.2.1.1 VERSUCHSSTATION NEUHOF

Der seit 2019 ökologisch wirtschaftende Betrieb Neuhof ist eine Versuchsstation der bayrischen Staatsgüter und befindet sich rund 50 km nördlich von Augsburg bei Markt Kaisheim. Der Betrieb befindet sich auf 450-550 m über NN am Übergang zwischen dem südöstlichen Rand des Nördlinger Ries, das durch einen Meteoriteneinschlag vor 15 Millionen Jahren entstand, und dem daran anschließenden Tertiärhügelland (LfU, 2010). Die Ackerzahlen der Flächen liegen zwischen 45 und 61, Bodenart ist schwerer Lehm. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 688,9 mm und eine Durchschnittstemperatur von 8,9 °C.

4.2.1.2 KRANZBERG

In Kranzberg wurden Flächen von zwei benachbarten Betrieben beprobt. Die Flächen liegen am südlichen Rand des oberbayerischen Tertiärhügellandes in der Nähe von Freising. Es herrschen mittelschwere sandige Lehmböden vor. Der Standort liegt 490 m über NN und hat im langjährigen Mittel einen durchschnittlichen Jahresniederschlag von 750 bis 800 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt im langjährigen Mittel bei 7 °C bis 8 °C.

4.2.1.3 HOHENKAMMER

Der landwirtschaftliche Betrieb Gut Eichethof - Schloss Hohenkammer wird seit 1993 nach den Richtlinien des Verbandes Naturland ökologisch bewirtschaftet und befindet sich in Hohenkammer im Landkreis Freising in einer Höhenlage von 516 m über N.N. Im langjährigen Jahres-Mittel betragen die Niederschläge 816 mm und die Temperatur 7,8 °C. Die durchschnittliche Ackerzahl liegt bei 53, die Bodenart variiert zwischen lehmigem Sand und schluffigem Lehm.

4.2.1.4 CAMPUS WIESENGUT

Der Campus Wiesengut ist ein Lehr- und Versuchsbetrieb und einer von drei landwirtschaftlichen Außenlaboren der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Der seit 1987 ökologisch bewirtschaftete Betrieb liegt in der Siegniederung bei Hennef, etwa 20 km nordöstlich von Bonn auf 65 m über NN. Es werden in etwa 82 ha Fläche bewirtschaftet, davon entfallen ca. 58,5 ha auf Ackerland, 21,3 ha auf Grünland und 2,6 ha auf weitere Strukturen und Hof-/Gebäudeflächen. Der Bodentyp sind Braunauenböden (Vega), die unterschiedlich tiefgründig und unregelmäßig mit Kiesköpfen durchzogen sind. Es ergeben sich Ackerzahlen zwischen 20 und 70, die Bodenart ist ein sandig-lehmiger Schluff. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 840 mm und eine Durchschnittstemperatur von 10,3 °C.

4.2.1.5 LESCHEID

In 2023 erfolgte ein Wechsel zum seit 2016 ökologisch bewirtschafteten Ackerbaubetrieb in Hennef Lescheid (im Folgenden als Lescheid bezeichnet). Der Hof liegt im Stadtteil Hennef-Uckerath auf ca. 227 m über NN. Auf etwa 15 ha wird Getreide, Grün- und Raufutter sowie Streuobst angebaut. Teile der Grünlandflächen werden als Weide für Pensionsrinder genutzt. Der Bodentyp ist Parabraunerde, die Bodenart des Oberbodens ist tonig-schluffig. Die Ackerzahl liegt zwischen 55 und 76. Der Betrieb

liegt etwa 8 km Luftlinie vom Wiesengut entfernt, das langjährige Mittel (1992-2020) der Durchschnittstemperatur liegt bei 10,0 °C, das des Jahresniederschlages bei 990 mm.

4.2.1.6 DORTMUND - HAUS HOLTE

Der Betrieb Kornkammer Haus Holte ist ein Ackerbaubetrieb im Herzen des Ruhrgebiets und Teil des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW“. Der Betrieb wird seit 1987 unter dem Biolandsiegel ökologisch bewirtschaftet und hat seine Hofstätte einerseits in Dortmund (ehemaliges Rittergut Haus Holte) und in Witten-Gedern (Getreidelage und Aufbereitung). Die durch den Betrieb zur Verfügung gestellte Fläche befand sich in Dortmund-Oespel etwa 120 m über NN (Koordinaten 51°29'41.9“N 7°23'44.0“E), umgeben von Bürogebäuden und der angrenzenden Bundesautobahn 40 (A40). Zur Straße ist das genutzte Feld durch eine Hecke abgegrenzt. Der Boden ist eine Parabraunerde mit einer Ackerzahl > 75. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Niederschlagsmenge von 800 mm und eine Durchschnittstemperatur von 9,0 °C.

4.2.1.7 WEEZE – BIOHOF BÜSCH

Der Betrieb Biohof Büsch liegt in Weeze am Niederrhein, nahe der niederländischen Grenze und ist Teil des Netzwerkes Leitbetriebe Ökologischer Landbau NRW. Der Betrieb wird seit 1984 ökologisch bewirtschaftet, erst unter Bioland und im Jahr 2011 erfolgte die Umstellung auf Demeter. Der Gemischtbetrieb mit Acker- und Gemüsebau hat außerdem Mutterkühe, Hühner und Schafe und bewirtschaftet rund 58 ha. Geographisch gesehen liegt der Hof im Niederrheinischen Tiefland auf etwa 18 m über NN. Der Bodentyp ist eine Humusbraunerde, wobei der Oberboden als stark lehmig-sandig eingestuft ist. Es werden Bodenpunkte von etwa 60 erreicht. Der Standort hat im langjährigen Mittel eine Durchschnittstemperatur von 9,2 °C und eine Niederschlagssummer von 740 mm. Die Praxisversuche wurden nur im Jahr 2022 durchgeführt, da durch plötzliche Erkrankung des Landwirtes keine weitere Zusammenarbeit möglich war. In der Folge wurde ein Betriebswechsel zum Biolandhof Luhmer in Wachtberg bei Bonn vorgenommen.

4.2.1.8 WACHTBERG – BIOLANDHOF LUHMER

Der Betrieb Biolandhof Luhmer (im Folgenden Wachtberg) wird seit 1985 ökologisch unter dem Bioland-Siegel bewirtschaftet und liegt auf etwa 175 m über NN im Ortsteil Ließem der Gemeinde Wachtberg ca. 12 km südlich von Bonn. Es handelt sich um einen gemischten Betrieb mit Rinder- und Hühnerhaltung sowie Ackerbau und Grünland auf etwa 130 ha Fläche. Der vorherrschende Bodentyp ist eine Parabraunerde, die Bodenart des Oberbodens ist tonig-schluffig und die Bodenpunkte liegen zwischen 60 bis 85. Die Durchschnittstemperatur liegt im langjährigen Mittel bei 10,0 °C und die Niederschlagssumme bei 750 mm (langjähriges Mittel von 2001-2020). Nach dem Wechsel von Weeze nach Wachtberg im Jahr 2023 konnte im ersten Jahr kein nutzbarer Kleegrasbestand etabliert werden, da die Vorfrucht Triticale zu stark durchgewachsen ist und die Kleesaat unterdrückt hat.

4.2.3 DECKUNGSGRADSCHÄTZUNG

An jeweils 5 zufälligen Punkten erfolgte eine Deckungsgradschätzung an mehreren Terminen (Tabelle 10) in einem Göttinger Schätzrahmen von 50 x 50 cm für die Hauptgruppen Offener Boden, Mulch, Leguminosen, Gräser, Zielkräuter und Beikraut.

Tabelle 10: Termine der Deckungsgradschätzung in den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten

Jahr 2022	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Haus Holte	Biohof Büsch
1	25.05.22	12.05.22	20.05.22	18.05.22	21.05.22	17.05.22
2	22.06.22	18.05.22	27.06.22	15.06.22	20.07.22	06.07.22
3	11.07.22	08.06.22	12.07.22			
4	27.07.22	15.06.22	10.08.22			
5	22.08.22	04.07.22	05.09.22			
6		13.07.22				
7		27.07.22				
8		17.08.22				
9		12.09.22				
10		05.10.22				
Jahr 2023	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	27.04.23	27.04.23	09.05.23	19.05.23	24.05.23	
2	02.06.23	17.05.23	19.05.23	27.06.23	06.07.23	
3	28.06.23	12.06.23	27.06.23	22.08.23	19.08.23	
4	20.07.23	31.07.23	10.07.23			
5	31.07.23	17.08.23	14.08.23			
6	04.09.23	07.09.23				
7	05.10.23					
Jahr 2024	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	06.05.24	15.04.24	12.05.24	21.05.24	10.05.24	08.05.24
2	06.06.24	06.05.24	28.05.24	18.07.24	30.07.24	27.08.24
3	18.06.24	04.06.24	01.07.24	10.08.24		
4	25.07.24	18.06.24	12.08.24	23.08.24		
5	03.09.24	18.07.24	01.09.24	20.09.24		
6	20.09.24	07.08.24				
7		28.08.24				
8		23.09.24				
Jahr 2025	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	16.04.25	07.05.25	14./15.04.25	14.05.25	26.05.25	30.06.25
2	12.05.25	02.06.25	13.05.25	12.06.25	25.08.25	18.08.25
3	11.06.25	25.06.25	11.06.25	11.07.25		
4	17.07.25	23.07.25	30.06.25			
5	14.08.25	03.09.25	31.07.25			
6	15.09.25	29.09.25	07.08.25			
7			08.09.25			

4.2.4 QUANTIFIZIERUNG DER BLÜTENRESOURCEN

An den 5 Punkten, an denen auf die Deckungsgradschätzung erfolgte, wurde zudem eine binäre Erfassung, ob eine Art blüht (d.h. „blüht“ oder „blüht nicht“) sowie eine Schätzung des Blütenbedeckungsgrads in % vorgenommen. Für die Schätzung des Blütendeckungsgrades erfolgte eine Zählung der Blütenköpfchen je Pflanzenart und es erfolgte anschließend eine Umrechnung der absoluten Zahlen in prozentualen Zahlen. Dazu wurden die Flächen des Göttinger Schätzrahmens mit den entsprechenden Blütenköpfchen ausgelegt und entsprechend umgerechnet (Tabelle A 3, Abbildung A 8).

4.2.5 ERFASSUNG DER NEKTARMENGE

Die Entnahme des Nektars wurde 2024 im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität Bonn erfolgreich an den Standorten Wiesengut und Lescheid durchgeführt. Es wurde ein Vorversuch im Gewächshaus angesetzt. Im Gewächshaus betrug die Temperatur durchschnittlich 25 °C bis 35 °C und die Luftfeuchtigkeit 45 % bis 80 %. Die gleichen 16 Arten wie auf den Vielfaltsflächen (Tabelle 1) wurden mit einem Substrat aus Rasentragschicht und ED73 in runden Töpfen ausgesät. Die Aufstellung der Töpfe erfolgte randomisiert und nach der Keimung wurden die gekeimten Samen einiger Arten ausgedünnt und es erfolgte eine Behandlung mit dem biologischen Pflanzenschutzmittel *Neoseiulus* bark. / cuc. gegen den Thripse-Befall. Die Probennahme erfolgte von Juni bis Ende August 2024. Im Gewächshaus wurden an 14 Terminen Proben genommen, im Freiland waren es drei Termine am Wiesengut und zwei Termine in Lescheid. Im Freiland wurden für jede Parzelle unabhängig von Mischung oder Nutzungsvariante pro blühende Pflanzenart etwa fünf bis sieben Blütenköpfe ausgewählt. Diese Blütenstände wurden 24 Stunden vor der Ernte zwischen 8 und 12 Uhr mit Organza-Säckchen verschiedener Größe umhüllt, nachdem sie vorsichtig geschüttelt worden waren, um Insekten zu entfernen. Die Säckchen wurden locker befestigt, sodass Stängel nicht abknickten, die Blüten das Säckchen nicht berührten und genügend Luft zirkulieren konnte. Gelegentlich wurden mehrere Blütenköpfe zusammen eingepackt. Die umhüllten Blütenköpfe blieben für rund 24 Stunden bei trockenem Wetter im Feld. Am nächsten Vormittag wurden sie mit mindestens 5 cm Stängellänge geerntet, aus den Säckchen gelöst und in Falcon-Gefäße gesetzt. Anschließend wurden sie in einer Kühlbox kopfüber transportiert und bis zum nächsten Tag im Labor bei 5–6 °C gelagert. Im Gewächshaus war das Verpacken in Organza-Säckchen durch fehlende Blütenbesucher nicht notwendig, sodass die Blütenköpfe direkt nach der Ernte ins Labor transportiert wurden. In einem Vorexperiment wurden verschiedene Methoden zur Nektarextraktion geprüft. Schließlich wurde die Methode gewählt, bei der die Blütenköpfe in Falcon-Röhrchen platziert wurden und die Stängel mit Klebestreifen am Röhrchen befestigt wurden. So wurden die Blüten bei 2500 rpm für fünf Minuten bei 20 °C zentrifugiert. Der extrahierte Nektar wurde anschließend mit Mikropipetten aus den Röhrchen aufgesogen und die Menge mit einem Millimeterpapier sowie anhand der Markierung auf der Pipette abgemessen.

Die Datenaufbereitung und statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel und RStudio. Es wurden die Faktoren „Standort“ und „Pflanzenart“ untersucht. Die Mittelwerte der Nektarmengen wurden für jede Pflanzenart sowohl für den Blütenkopf als auch für die Einzelblüte berechnet

$(Nektarmenge\ pro\ Einzelblüte = \frac{Nektarmenge\ pro\ Blütenkopf}{Anzahl\ an\ EInzelblüten\ pro\ Blütenkopf})$.

4.2.6 INSEKTENBEOBACHTUNG/BESUCHSFREQUENZ

An zwei Termin je Jahr (vor der ersten und vor der dritten Nutzung) wurden auf den Praxisbetrieben in den beiden Streifen an jeweils fünf Punkten die Besuchsfrequenz und das Verhalten unterschiedlicher Bestäuber in einem Fokus-m² für je 10 Minuten festgehalten (Tabelle 11). Dies erfolgte jeweils bei günstigen Witterungsbedingungen (kein Niederschlag, Windgeschwindigkeit <3 m/s, Temperaturen >15 °C). Da optisch auf dem Feld eine exakte Bestimmung auf Artebene nicht möglich ist, wurde hier lediglich in die Kategorien Honigbiene, Hummel, Wildbiene, Schwebfliege, Tagfalter und Sonstige unterschieden. Es wurde zudem aufgenommen, auf welcher/n Blüte(n) sich der Bestäuber aufhielt.

Tabelle 11: Termine der Bestäuberbeobachtung in den Praxisflächen 2022-2025 auf den sechs Standorten

Jahr 2022	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Haus Holte	Biohof Büsch
1	25.05.22	18.05.22	20.05.22	18.05.22	-	17.05.22
2	20.09.22	12.09.22	05.09.22	-	-	-
Jahr 2023	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	02.06.23	17.05.23	19.05.23	-	-	-
2	04.09.23	17.08.23	17.08.23	-	-	-
Jahr 2024	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	06.05.24	06.05.24	12.05.24	-	-	-
2	03.09.24	05.09.24	01.09.24	-	-	-
Jahr 2025	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	12.05.25	11.06.25	13.05.25	-	-	-
2	15.09.25	18.09.25	11.09.25	-	-	-

4.2.7 KESCHERFÄNGE IN TRANSEKTEN

Während der Vegetationsperiode erfolgten im Abstand von 3-4 Wochen auf allen Praxisstreifen Kescherfänge (

Tabelle 12). Wie auch bei der Erfassung der Besuchsfrequenz der blütenbesuchenden Insekten wurden auch die Kescherfänge nur bei günstigen Witterungsbedingungen (kein Niederschlag, Windgeschwindigkeit <3 m/s, Temperaturen >15 °C) und zeitlich hinsichtlich Dauer und Uhrzeit standardisiert durchgeführt. Sofern möglich erfolgte eine parallele Beprobung in den beiden Streifen eines Betriebes, um mögliche Wettertechnische Einflüsse auszuschließen.

Abbildung 3: Keschern und Insektenfang und -bestimmung: a) Keschern am Feld, b) Verbringen in Schnappdeckelgläschen, c) Schachbrettfalter in Falterglas und d) genadelte Belegexemplare

Gefangen wurde für 30 Minuten (Nettozeit, ohne das Verstauen der gefangenen Tiere in Rollrandgläser). Honigbienen wurden nicht gefangen, sondern nur gezählt. Gut identifizierbare Artengruppen, z. B. Hummeln und Tagfalter, wurden ebenfalls separat gezählt, sofern es nicht möglich war, diese mit dem Kescher zu fangen. Die gefangenen Tiere wurden nach der Fangzeit in einer Kühlbox aufbewahrt. Die Bestimmung der gefangenen Insekten wurde soweit möglich direkt im Feld durchgeführt (z.B. Honigbienen, Tagfalter, einige Hummel- und Schwebfliegenarten). Nach der morphologischen Sortierung der Tiere wurden zwei bis drei Belegexemplare mit Essigethyläther abgetötet, weitere Exemplare wurden wieder frei gelassen (Abbildung 3). Die nicht im Feld identifizierten Individuen wurden tiefgekühlt, nach der Vegetationszeit genadelt und durch den Wildbienenexperten Herrn Dr. Matthias Schindler am Museum König bis zur Art bestimmt, die Nach-Bestimmung ausgewählter Schwebfliegen übernahm Dr. Axel Ssymank (Bundesamt für Naturschutz, German Federal Agency for Nature Conservation; Zoologisches Forschungsmuseum Alexander König (ZFMK)).

Tabelle 12: Übersicht über die Keschertermine auf den Praxisflächen 2022-2025 der sechs Standorte

Jahr 2022	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Haus Holte	Biohof Büsch
1	25.05.22	28.05.22	23./24.05.22	18.05.22	21.05.22	17.05.22
2	22.06.22	15.06.22	27.06.22	15.06.22	20.07.22	06.07.22
3	11.07.22	13.07.22	12.07.22			
4	27.07.22	27.07.22	10.08.22			
5	22.08.22	17.08.22	06.09.22			
6		12.09.22				
7		05.10.22				
Jahr 2023	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	02.06.23	17.05.23	19.05.23	19.05.23	24.05.23	
2	28.06.23	14.06.23	27.06.23	27.06.23	06.07.23	
3	31.07.23	31.07.23	10.07.23	10.08.23	19.08.23	
4	04.09.23	17.08.23	14.08.23			
5		18.09.23				
Jahr 2024	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	06.05.24	06.05.24	12.05.24	21.05.24	10.05.24	08.05.24
2	06.06.24	04.06.24	01.07.24	18.07.24	30.07.24	27.08.24
3	18.06.24	18.06.24	08.07.24	10.08.24		
4	25.07.24	18.07.24	12.08.24	23.08.24		
5	23.09.24	28.08.24	01.09.24	20.09.24		
6		23.09.24				
Jahr 2025	Standort					
Termin	Kranzberg	Hohenkammer	Neuhof	Wiesengut	Lescheid	Wachtberg
1	12.05.25	03.06.25	13.05.25	14.05.25	26.05.25	30.06.25
2	11.06.25	25.06.25	11.06.25	12.06.25	25.08.25	18.08.25
3	18.07.25	23.07.25	30.06.23	11.07.25		
4	14.08.25	03.09.25	07.08.25	15.08.25		
5		29.09.25	08.09.25			

4.3 STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit den Programmen Microsoft Excel und R Studio (Version 4.4.3) bzw. für die bayerischen Qualitätsdaten mittels SAS 9.4. In Excel wurden die Daten von allen Jahren und Standorten zusammengeführt und für die entsprechenden Analysen in R Studio aufbereitet. Die statistische Analyse der Daten erfolgte anschließend in R Studio bzw. für die bayerischen Qualitätsdaten mittels SAS 9.4, der post-hoc-Test erfolgte hier mittels Student-Newman-Keuls-Test (SNK). Die gemeinsamen Datensätze (z.B. Ertragsparameter, Deckungsgrad, Qualitätsdaten) wurden mit linearen (gemischten) Modellen (lm; lmer) oder generalisiert gemischten Modellen (GLMs) analysiert.

Für die statistische Analyse der agronomischen Daten wurden in R Studio folgende Pakete verwendet:

- Weitere Datenaufbereitung: ‚tidyverse' (Version 2.0.0) und ‚dplyr' (Version 1.1.4)
- Allgemeine Pakete mit unterschiedlichen Funktionen (z.B. lineare Modelle erstellen): ‚car' (Version 3.1-3); ‚agricolae' (Version 1.3-7); ‚multcomp' (Version 1.4-28); ‚multcompView' (Version 0.1-10); MASS (Version 7.3-64)
- Datenvisualisierung: ‚ggplot2' (Version 3.5.2)
- Prüfung von Modellgüte und Datentransformation: ‚fitdistrplus' (Version 1.2-4); ‚DHARMa' (Version 0.4.7); ‚bestNomalize' (Version 1.9.1)
- Analyse von linearen Modellen: ‚lme4' (Version 1.1-37); ‚nlme' (Version 3.1-167)
- Analyse von GLMs: ‚glmmTMB' (Version 1.1.11)
- Post-Hoc Test/Mittelwertvergleich: ‚emmeans' (Version 1.11.1)

Zu Beginn wurden die Daten mit den Paketen ‚tidyverse' und ‚dplyr' sortiert. Zuvor waren die Daten nach Jahr und Standort sortiert, diese wurden für die meisten Datensätze unter dem Begriff „Umwelt" zusammengefasst, der im Verlauf der Analyse als variabler Faktor mit in die Modelle einbezogen wurde. Dadurch konnten Mehrfachinteraktionen mit den Faktoren „Jahr" und „Standort", die schwer erklärbar sind, ausgeschlossen werden und der Fokus lag auf den eigentlichen Zielfaktoren „Mischung" und „Schnittregime". Anschließend wurden die Modelle mit den sortierten Daten erstellt.

Bei Datensätzen (z.B. Ertrag), die die Voraussetzungen einer Varianzanalyse (ANOVA) weitestgehend erfüllten (Varianzhomogenität und Normalverteilung) wurde ein lineares gemischtes Modell („lmer") genutzt. Zum Teil mussten die Daten mit dem Paket ‚bestNormalize' transformiert werden, damit die Voraussetzungen erfüllt werden konnten. Die verwendeten Transformationen stehen jeweils in der Beschreibung der Abbildungen/Tabellen im Ergebnisteil. Bei Datensätzen, die viele Nullwerte enthielt (z.B. Blütendeckung, Deckungsgrad) wurden verallgemeinerte lineare gemischte Modelle („glmmTMB") verwendet, da die Voraussetzungen einer ANOVA auch nach Transformation der Daten nicht erfüllt worden. Bei diesen Modellen können verschiedenen Verteilungen (Binomial-, Poisson-, Quasibinomialverteilung, u.a.) der Daten ins entsprechende Modell integriert werden. Das Blütenangebot beim Zusammenhang zwischen Bestäuber und Blüten wurde mit log1p(Blüten) transformiert, für die grafische Darstellung aber wieder rücktransformiert. Dadurch wurde ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Blütenangebot und Insektenabundanz ermöglicht, bei dem zusätzliche Blüten bei niedrigen Blütenzahlen einen stärkeren Einfluss haben

können als zusätzliche Blüten bei bereits hohem Blütenangebot. Die Verwendung von log1p() ermöglicht gleichzeitig die Berücksichtigung von Beobachtungen mit einem Blütenangebot von null. Ein erstelltes Modell wurde anschließend grafisch mit Hilfe der Pakete ‚fitdistrplus' und ‚DHARMa' auf Normalverteilung, Varianzhomogenität und die Modellgüte hin überprüft. Waren die Voraussetzungen für eine ANOVA gegeben, wurde diese durchgeführt (Signifikanzniveau $\alpha < 0{,}05$). War eine oder beide der Voraussetzungen nicht gegeben, wurden die Daten mit dem Paket ‚bestNormalize' transformiert und anschließend die ANOVA durchgeführt. Nach der ANOVA wurde, sofern es signifikante Unterschiede gab, ein Post-Hoc Test (Tukey-Test) bzw. Mittelwertsvergleiche mit dem Paket ‚emmeans' durchgeführt, um die Unterschiede zwischen den signifikanten Versuchsfaktoren zu ermitteln. Die Ergebnisse wurden anschließend in Tabellenform oder als Abbildung dargestellt. Die Abbildungen wurden mit Excel oder R Studio (Paket ‚ggplot2') erstellt.

4.4 ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG

Das Saatgut wurde bei verschiedenen Saatgutherstellern bestellt. Die verwendeten Kilopreise des Saatgutes (

Tabelle 64) wurden auf Basis der Kosten aus 2023 berechnet. Die gelieferte Menge und der entsprechende Preis wurden zur Berechnung des Kilopreises genutzt, sofern auf dem Lieferschein kein Kilopreis angegeben war.

Die ökonomische Auswirkung wurde mittels Internetdeckungsbeitragsrechner der LfL (https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html) berechnet, dabei wurden die Voreinstellungen beibehalten. Es wurden die unterschiedlichen Saatgutkosten der Kleegrasmischungen (Kontrolle 314,99 €, Leguminosen 299,84 €, Kräuter 673,78 € und Vielfalt 792,48 €) und die variablen Maschinenkosten anhand der durchgeführten Arbeitsgänge (zwei- bzw. dreimaliges Mulchen/Abfuhr) angepasst. Die N_2-Fixierleistung wurde nicht berücksichtigt, da die Vorfruchtwirkung über den Weizen bestimmt wurde. Die erreichte Weizenqualität der einzelnen Umwelten wurde dem Preis für Weizen I oder II zugeordnet. Beim Kleegras in Abfuhr (Cut+Carry) wurde ein Verkauf des Feldbestands zur Ernte bei einem Schnittzeitpunkt zu Beginn Blüte für die Biogasanlage ohne Rücknahme der Gülle angesetzt.

5 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse werden unterteilt in Versuchsserie A, welche sich mit den Exaktversuchen beschäftigt, dabei wird zwischen der Agronomie und den Blüten- und Insektendaten unterschieden und in Versuchsserie B, welche sich mit den Ergebnissen auf den Praxisflächen befasst.

5.1 VERSUCHSSERIE A: AGRONOMIE DER EXAKTVERSUCHE

Im Folgenden werden die agronomischen Ergebnisse auf den Exaktversuchen vorgestellt. Diese setzen sich aus den Kleegras-Trockenmasseerträgen, den Deckungsgradschätzungen, den Artsortierungen und den Qualitätsbestimmungen im Kleegras zusammen. Die Qualitätsbestimmungen im Kleegras werden unterteilt in N-Gehalt, N-Ertrag und den Ergebnissen der metabolischen Energie, sowie der Netto-Energie-Laktation. Danach werden die Ergebnisse der Nachfrucht Weizen dargestellt, welche sich aus den Erträgen, den Qualitätsdaten und den N_{min}-Beprobungen zusammensetzen.

5.1.1 KLEEGRAS-TROCKENMASSEERTRÄGE

An drei Standorten wurden in den Jahren 2022-2025 jeweils zwei- bzw. dreimal je Vegetationsjahr der Kleegras-Trockenmasse (TM)-Ertrag je Nutzung ermittelt, sowie ein Gesamtjahresertrag berechnet (Tabelle 13).

Für den Gesamt-TM-Kleegrasertrag ergibt sich bei Berechnung mittels **Umweltverfahren** (Umwelt = Jahr x Ort) eine signifikante Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante ($p<0,05$). Die Kleegras-Gesamtjahreserträge rangierten im Mittel der Jahre und Orte zwischen 75,5 bis 106,7 dt/ha. Bei den Nutzungsregimen Praxisüblich und Frühjahrsblüte unterscheiden sich die Mischungen nicht, bei Cut+Carry sind alle anderen Mischungen der Kontrolle überlegen, bei der Sommerblüte sind Vielfalt und Leguminosen der Kontrolle überlegen. Bei den Nutzungsregimen ist die Variante mit praxisüblicher (dreimaliger) Nutzung den anderen drei Nutzungsregimen (mit zweimaliger Nutzung) mit zwei Ausnahmen im Regime Cut+Carry überlegen. Die Variante Frühjahrsblüte hat in den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt stets die geringsten Erträge.

Tabelle 13: Gesamt-TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) (alle Umwelten) für die Wechselwirkung Mischung und Nutzungsvariante

	Praxisüblich	Frühjahrsblüte	Sommerblüte	Cut+Carry
Kontrolle	$101,1^{A}$	$80,4^{B}$	$82,9^{bB}$	$85,5^{bB}$
Leguminosen	$105,2^{A}$	$75,5^{C}$	$94,7^{aB}$	$96,3^{aAB}$
Kräuter	$106,7^{A}$	$76,8^{C}$	$92,9^{abB}$	$97,3^{aAB}$
Vielfalt	$105,8^{A}$	$78,9^{C}$	$94,0^{aB}$	$94,7^{abB}$

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

Die **erste Nutzung** (Tabelle 14), ergab signifikante Unterschiede für den Faktor Mischung (p<0,001). Mit 47,5 dt/ha wies die Variante Kontrolle signifikant geringere Erträge beim ersten Schnitt im Vergleich zu den anderen drei Mischungen auf.

Tabelle 14: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die erste Nutzung 2022-2025 (alle Standorte)

Mischung	dt/ha
Kontrolle	47,5[b]
Leguminosen	60,9[a]
Kräuter	62,1[a]
Vielfalt	60,9[a]

Mittel der Nutzungsregime Praxisüblich, Frühjahrsblüte und Cut+Carry; unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Bei der **zweiten Nutzung** (Tabelle 15) ergab sich eine Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante (p<0,05). Bei allen Mischungen ist die Frühjahrsblüte der praxisüblichen Nutzungsvariante bei der Nutzung im Juli jeweils überlegen. Bei dem Nutzungsregime Frühjahrsblüte gibt es keine Unterschiede zwischen den Mischungen, bei praxisüblicher Nutzung ist die Kontrolle den anderen drei Mischungen ertraglich überlegen.

Tabelle 15: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die zweite Nutzung

	Praxisüblich	Frühjahrsblüte
Kontrolle	34,1[aB]	60,3[A]
Leguminosen	24,7[bB]	58,3[A]
Kräuter	23,9[bB]	59,8[A]
Vielfalt	25,9[bB]	62,1[A]

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Bei der **dritten Nutzung** gab es sowohl für die Mischung (p<0,05) als auch für Nutzungsvariante (p<0,001) signifikante Unterschiede. Hier wies einerseits die Kontrolle höhere Erträge als Kräuter und Vielfalt auf (Tabelle 16). Sommerblüte und Cut+Carry wiesen andererseits höhere Erträge auf als die praxisübliche Nutzung, diese wiederum höheren Erträge als die Frühjahrsblüte (Tabelle 17)

Tabelle 16: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die dritte Nutzung für den Faktor Mischung

	dt/ha
Kontrolle	30,8[a]
Leguminosen	28,8[ab]
Kräuter	28,3[b]
Vielfalt	27,9[b]

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

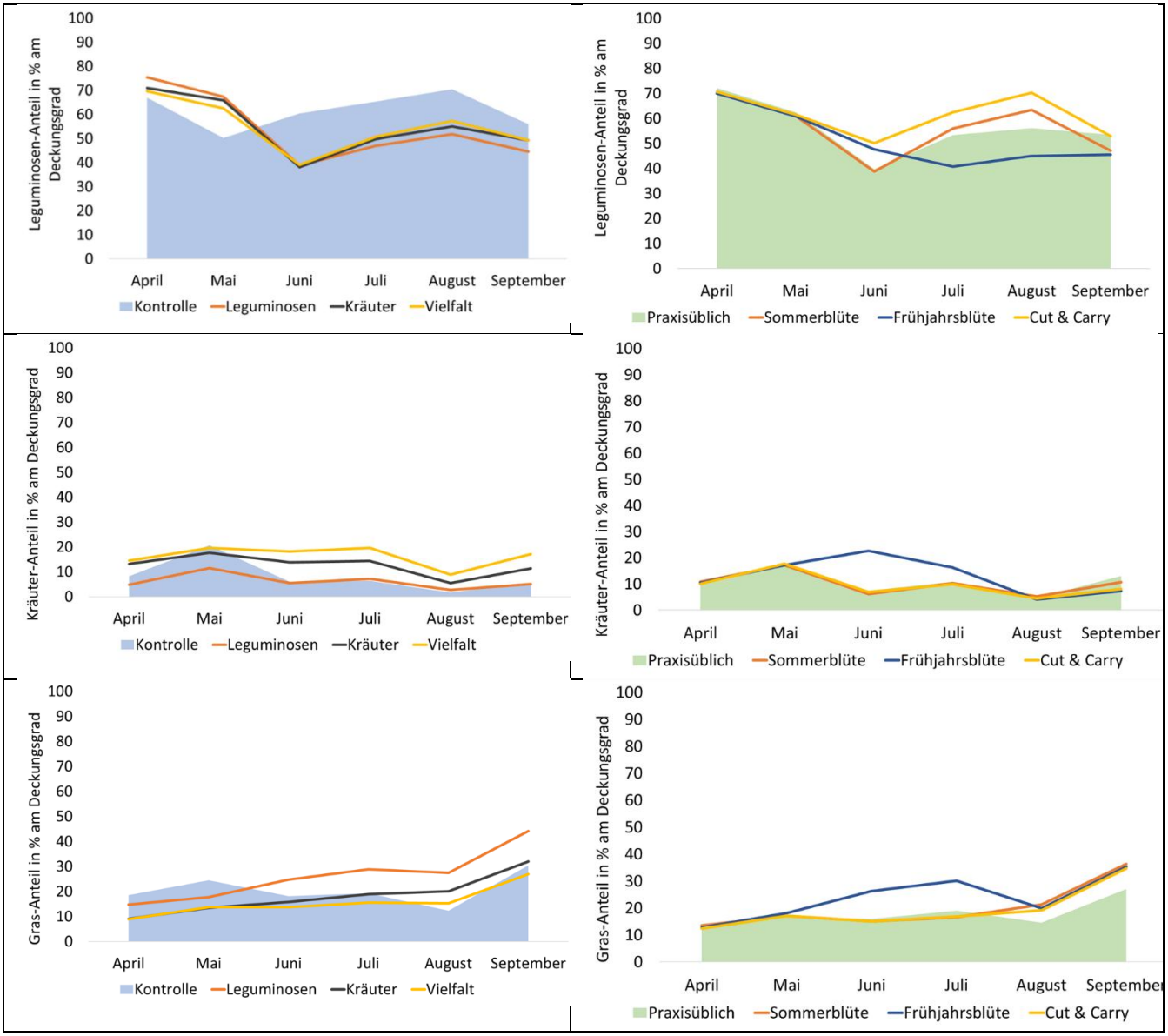
Tabelle 17: TM-Kleegrasertrag (in dt/ha) für die dritte Nutzung für den Faktor Nutzung

	dt/ha
Praxisüblich	21,7^{B}
Frühjahrsblüte	19,3^{C}
Sommerblüte	37,3^{A}
Cut+Carry	37,5^{A}

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, p<0,05)

5.1.2 DECKUNGSGRADSCHÄTZUNGEN EXAKTVERSUCH

An allen Standorten wurden im Abstand von drei bis vier Wochen die Deckungsgradanteile geschätzt. Abbildung 4 zeigt den Verlauf der prozentualen Anteile von Leguminosen, Kräutern, Gras, offenem Boden und Mulch für verschiedene Mischungen (linke Spalte) und Nutzungsvarianten (rechte Spalte).



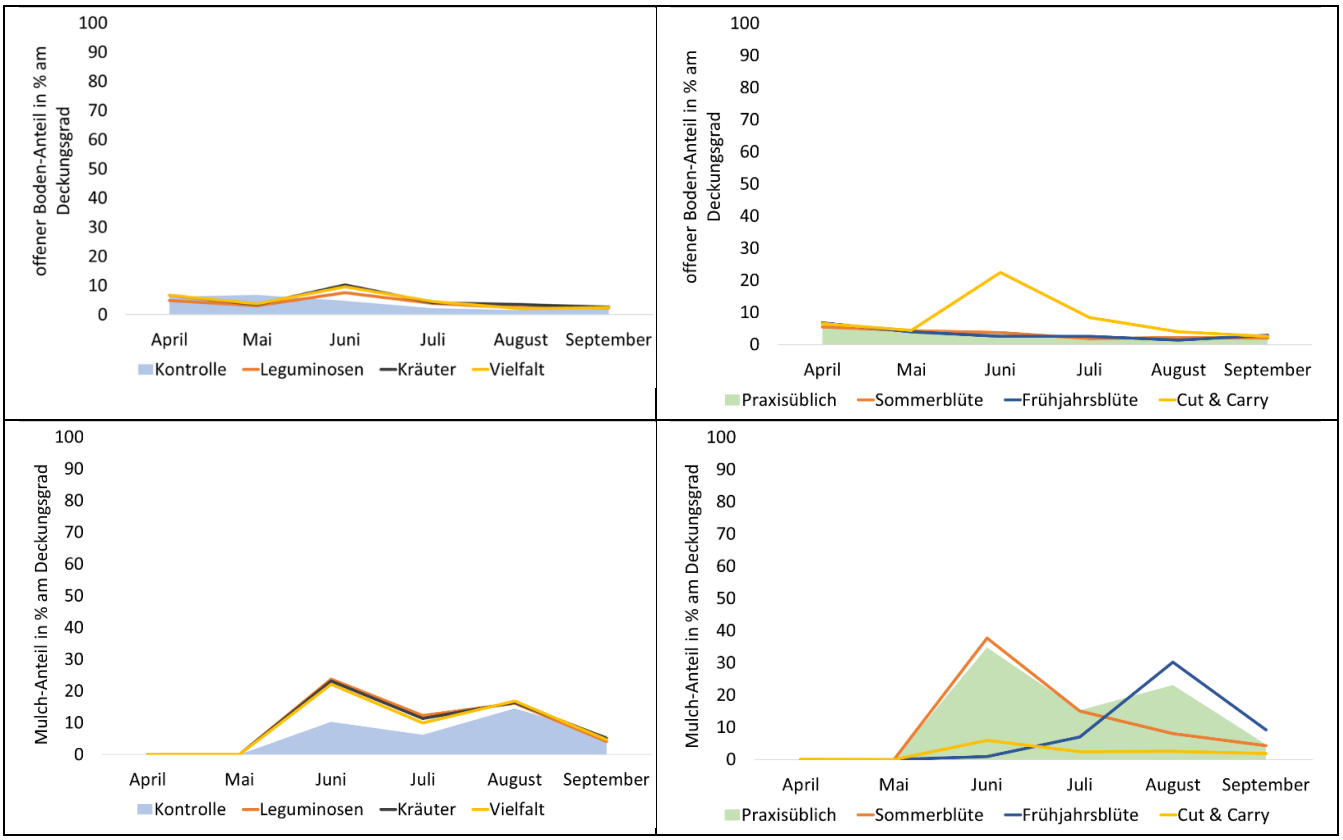


Abbildung 4: Verlauf des Deckungsgrades in % von a) Leguminosen, b) Kräutern, c) Gras, d) offenem Boden und e) Mulch für verschiedene Mischungen (linke Spalte) und Nutzungsvarianten (rechte Spalte)

a) Bei der statistischen Verrechnung der berechneten Area under the curve (AUC) über alle Standorte und Jahre (Tabelle 18) ergab sich für die Leguminosen eine signifikante Wechselwirkung für Mischung x Nutzungsvariante ($p<0,001$). In den Varianten Praxisüblich, Sommerblüte und Cut+Carry wies die Kontrolle einen signifikant höheren Leguminosen-AUC auf als die anderen drei Mischungen. Die Nutzungsvariante Cut+Carry zeigte in acht von zwölf Mal eine signifikant höhere Leguminosen-AUC.

Tabelle 18: Area under the curve (AUC in %) für Leguminosen

AUC % Leguminosen	Praxisüblich	Frühjahrsblüte	Sommerblüte	Cut+Carry
Kontrolle	$57,8^{aB}$	$43,6^{C}$	$60,9^{aAB}$	$65,8^{aA}$
Leguminosen	$45,9^{bB}$	$45,3^{B}$	$46,5^{bAB}$	$52,7^{bA}$
Kräuter	$48,3^{bAB}$	$45,2^{B}$	$47,7^{bAB}$	$53,6^{bA}$
Vielfalt	$48,1^{bAB}$	$46,4^{B}$	$47,3^{bB}$	$54,5^{bA}$

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung
(Tukey, $p<0,05$)

b) Für die Kräuter waren die berechneten AUC nicht normalverteilt und nicht varianzhomogen und mussten transformiert werden (Tabelle 19, Tabelle 20), sowohl Mischung ($p<0,001$) als auch Nutzungsvariante ($p<0,001$) hatten einen signifikanten Einfluss. Den höchsten Kräuter-AUC wies die Mischung Vielfalt auf, gefolgt von Kräutern und Leguminosen, die Kontrolle wies den geringsten Kräuter-AUC auf. Bei den Nutzungsvarianten war die Variante Frühjahrsblüte den anderen dreien überlegen.

Tabelle 19: Area under the curve (AUC in %) für Kräuter für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW)

Mischung	AUC transformiert	AUC OW
Kontrolle	-0,32^{c}	7,4
Leguminosen	-0,58^{d}	9,1
Kräuter	0,29^{b}	14,1
Vielfalt	0,61^{a}	18,0

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

Tabelle 20: Area under the curve (AUC in %) für Kräuter für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW)

Nutzungsvariante	AUC transformiert	AUC OW
Praxisüblich	-0,036^{B}	11,7
Sommerblüte	-0,098^{B}	11,2
Frühjahrsblüte	0,251^{A}	14,7
Cut+Carry	-0,117^{B}	11,0

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

c) Auch für den Grasanteil erfolgte wegen Nichtvorliegen von Normalverteilung und Varianzhomogenität eine Transformation (Tabelle 21), es ergab sich eine signifikante Wechselwirkung für Mischung x Nutzungsvariante ($p<0,001$). Bei den Nutzungsvarianten Praxisüblich, Sommerblüte und Cut+Carry hat die Variante Leguminosen einen höheren Grasanteil als die anderen drei Mischungen, bei der Frühjahrsblüte verzeichnen Kontrolle und Leguminosen einen höheren Grasanteil als die anderen beiden Mischungen. Bei den transformierten Daten gab es bei Leguminosen und Kräutern in der Frühjahrsblüte einen höheren Grasanteil als in der Praxisüblichen Nutzungsvariante, in der Kontrolle wies die Frühjahrsblüte einen höheren Grasanteil auf als in Praxisüblich und Cut+Carry. In der Mischung Vielfalt gab es jeweils keine Unterschiede im Grasanteil zwischen den Nutzungsvarianten.

Tabelle 21: Area under the curve (AUC in %) für Gras - transformierte Daten (TD; Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW)

Gras AUC in %	Praxisüblich		Frühjahrsblüte		Sommerblüte		Cut+Carry	
Mischung	TD	OW	TD	OW	TD	OW	TD	OW
Kontrolle	$-0,22^{bB}$	18,3	$0,73^{aA}$	34,4	$-0,14^{bAB}$	19,1	$-0,21^{bB}$	19,1
Leguminosen	$0,32^{aB}$	25,4	$0,81^{aA}$	35,6	$0,34^{aAB}$	26,2	$0,35^{aAB}$	26,7
Kräuter	$-0,41^{bB}$	16,4	$0,12^{bA}$	25,1	$-0,14^{bAB}$	19,3	$-0,12^{bAB}$	19,7
Vielfalt	$-0,43^{b}$	16,0	$-0,19^{b}$	21,1	$-0,38^{b}$	16,4	$-0,44^{b}$	15,9

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

d) Beim offenen Boden erfolgte ebenfalls wegen Nichtvorliegen von Normalverteilung und Varianzhomogenität eine Transformation (Tabelle 22), es ergab sich eine signifikante Wechselwirkung für Mischung x Nutzungsvariante ($p<0,001$). Die Nutzungsvariante Cut+Carry hatte jeweils einen signifikant höheren Anteil an offenem Boden als die drei anderen Nutzungsvarianten. Innerhalb der Nutzungsvariante Cut+Carry hatte die Kontrolle signifikant geringeren Anteil an offenem Boden im Vergleich zu den Mischungen Kräuter und Vielfalt bei den transformierten Daten.

Tabelle 22: Area under the curve (AUC in %) für offener Boden - transformierte Daten (TD, OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW)

Offener Boden AUC in %	Praxisüblich		Frühjahrsblüte		Sommerblüte		Cut+Carry	
Mischung	TD	OW	TD	OW	TD	OW	TD	OW
Kontrolle	$-0,19^{B}$	2,84	$-0,21^{B}$	2,81	$-0,23^{B}$	2,45	$0,31^{bA}$	6,36
Leguminosen	$-0,39^{B}$	2,11	$-0,27^{B}$	2,75	$-0,27^{B}$	3,07	$0,68^{abA}$	9,15
Kräuter	$-0,23^{B}$	2,98	$-0,25^{B}$	2,66	$-0,14^{B}$	2,74	$1,02^{aA}$	12,3
Vielfalt	$-0,25^{B}$	2,71	$0,004^{B}$	3,43	$-0,25^{B}$	2,81	$0,90^{aA}$	11,0

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

e) Auch beim Mulchanteil erfolgte wegen Nichtvorliegen von Normalverteilung und Varianzhomogenität eine Transformation (Tabelle 23), es ergab sich eine signifikante Wechselwirkung für Mischung x Nutzungsvariante ($p<0,001$). Bei den Nutzungsvarianten Praxisüblich und Sommerblüte hatte die Kontrolle jeweils einen signifikant geringeren Mulchanteil als die anderen drei Mischungen. Die Reihenfolge beim Mulchanteil war mit einer Ausnahme Praxisüblich und Sommerblüte > Frühjahrsblüte > Cut+Carry.

Tabelle 23: Area under the curve (AUC in %) für Mulch - transformierte Daten (TD; OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW)

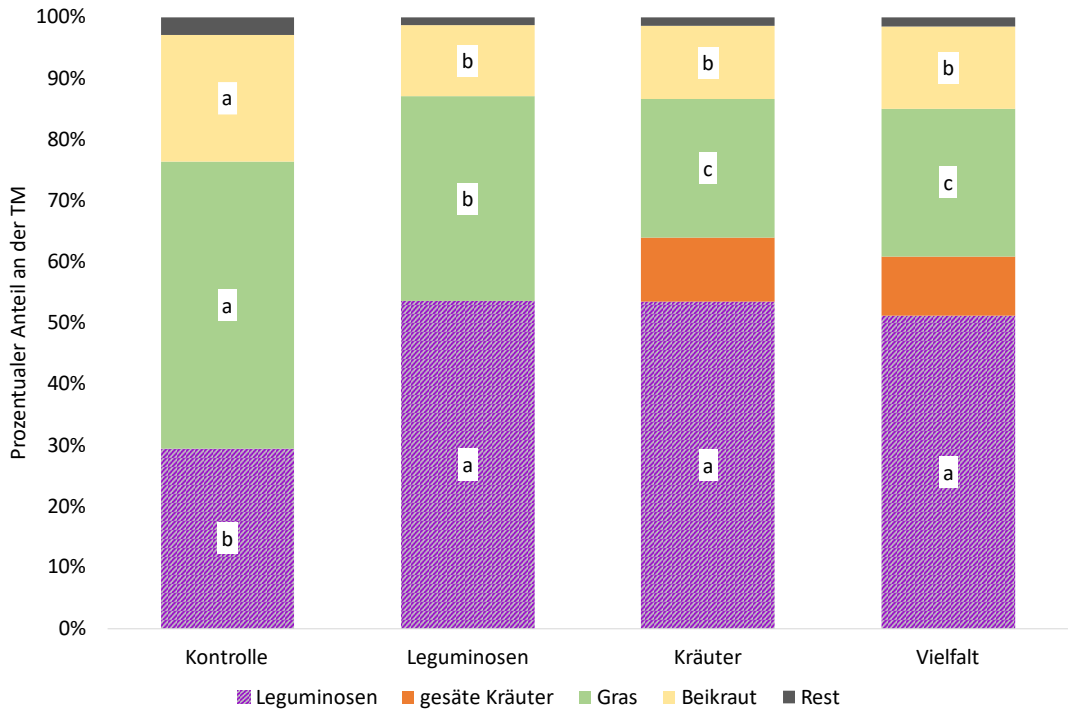
Mulch AUC in %	**Praxisüblich**		**Frühjahrsblüte**		**Sommerblüte**		**Cut+Carry**	
Mischung	TD	OW	TD	OW	TD	OW	TD	OW
Kontrolle	$0,21^{bA}$	12,3	$-0,23^{B}$	7,6	$-0,06^{bAB}$	8,8	$-0,99^{C}$	1,2
Leguminosen	$0,80^{aA}$	19,3	$0,23^{B}$	8,0	$0,63^{aA}$	17,6	$-0,67^{C}$	3,6
Kräuter	$0,83^{aA}$	19,9	$-0,15^{B}$	8,4	$0,68^{aA}$	17,9	$-0,87^{C}$	3,6
Vielfalt	$0,66^{A}$	17,3	$-0,24^{B}$	7,5	$0,62^{aA}$	17,2	$-0,72^{C}$	3,0

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

5.1.3 ARTSORTIERUNGEN

In allen Jahren erfolgte jeweils im Mai (vor der ersten Nutzung) und im September (vor der letzten Nutzung) die Artsortierung. Da im Mai noch keine Nutzung erfolgt ist, existiert zu diesem Zeitpunkt nur der Faktor Mischung. Daher wurden aus der Praxisüblichen Nutzungsvariante die vier Mischungen in vier Wiederholungen (16 Proben) in die einzelnen Pflanzenartenpartien sortiert (Gräser wurden dabei nicht unterschieden, da nicht Bestäuberrelevant). Es blieb meist ein unsortierbarer Rest, der aus Pflanzenteilchen bestand, die nicht mehr eindeutig zu identifizieren waren.

Vor der ersten Nutzung im Frühjahr (Mai) wurden signifikante Unterschiede für den Faktor Mischung für Leguminosen, Gras und Beikraut festgestellt. Es wurde ein signifikant höherer **Leguminosenanteil** in den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt im Vergleich zur Kontrollmischung festgestellt. Der **Grasanteil** war in der Kontrollmischung signifikant am höchsten, gefolgt von Leguminosen, die wiederum mehr Gras als Kräuter und Vielfalt hatte. Das **Beikraut** hatte den höchsten Anteil in der Kontrollmischung. Bei den in den Mischungen Kräutern und Vielfalt gesäten **Zielkräutern** konnte kein Unterschied festgestellt werden. Beim **Rest** gab es keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 5).



unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Kategorie; Tukey, p<0,05

Abbildung 5: Anteil in % von Leguminosen, Kräutern, Gras, Beikraut und Rest für die vier verschiedenen Mischungen vor der ersten Nutzung im Mai; unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Kategorie (Tukey, p<0,05)

Insgesamt zeigte sich bei den geschätzten Werten mit der Artsortierung in Abbildung 6 auf Ebene der Artengruppen eine hohe Übereinstimmung. Bei der Betrachtung der einzelnen Leguminosenarten zeigt sich, dass der Inkarnatklee in allen drei Mischungen, in denen er enthalten war, jeweils den Hauptteil des Leguminosenanteils ausmachte (Abbildung 6). In der Kontrollmischung war Rotklee der stärkste Leguminosenpartner. Der Kräuteranteil in den Mischungen Kräuter und Vielfalt war jeweils relativ gering, manche Arten wie beispielsweise Johanniskraut und Dost konnten nicht gefunden werden. Zur ersten Nutzung im Mai war in den beiden genannten Mischungen vor allem die Kornblume neben dem Inkarnatklee die stärkste Gemengepartnerin mit Anteilen zwischen 8 – 28 %.

Am Neuhof fanden sich zu beiden Nutzungsereignissen sehr vereinzelt der Kleine Wiesenknopf, die Schafgarbe und der Wiesen-Pippau. Am Wiesengut konnten vor der ersten Nutzung alle Kräuter, abgesehen vom Kümmel (sowie Echter Dost und Johanniskraut), in unterschiedlichen hohen Anteilen gefunden werden. Bei der Herbstsortierung im September vor der letzten Nutzung war erwartungsgemäß nur sehr wenig Inkarnatklee zu finden (Abbildung 7). Bei den Kräutern waren in geringen Anteilen der Wiesen-Pippau und Taubenkropf-Leimkraut und mit 2,4 % der kleine Wiesenknopf zu finden. Der Kleine Wiesenknopf war vor allem zum letzten Nutzungsereignis am Neuhof und Wiesengut mit bis zu 3 % in der Vielfaltsmischung zu finden und konnte sich 2023 besser etablieren als 2022. Erneut wurde das Johanniskraut und der Echte Dost an keinem der Standorte gefunden. Rotklee dominierte erwartungsgemäß mit etwa 70 bis 80-prozentigen Anteil innerhalb

der Leguminosen und es lagen keine Unterschiede zwischen den Mischungen und Nutzungsregime vor (Abbildung 7). Auch für Luzerne traf dies mit Anteilen von zehn Prozent zu. Der Anteil Weißklee innerhalb der Leguminosen war bei der Praxisüblicher Nutzung mit etwa zwölf Prozent etwa doppelt so hoch wie bei der Sommerblüte mit circa sechs Prozent. Gelb- und Hornklee in der Mischung Vielfalt hatte nur geringfügige Anteil, während Schwedenklee immerhin einen Anteil von etwa fünf Prozent erreichte.

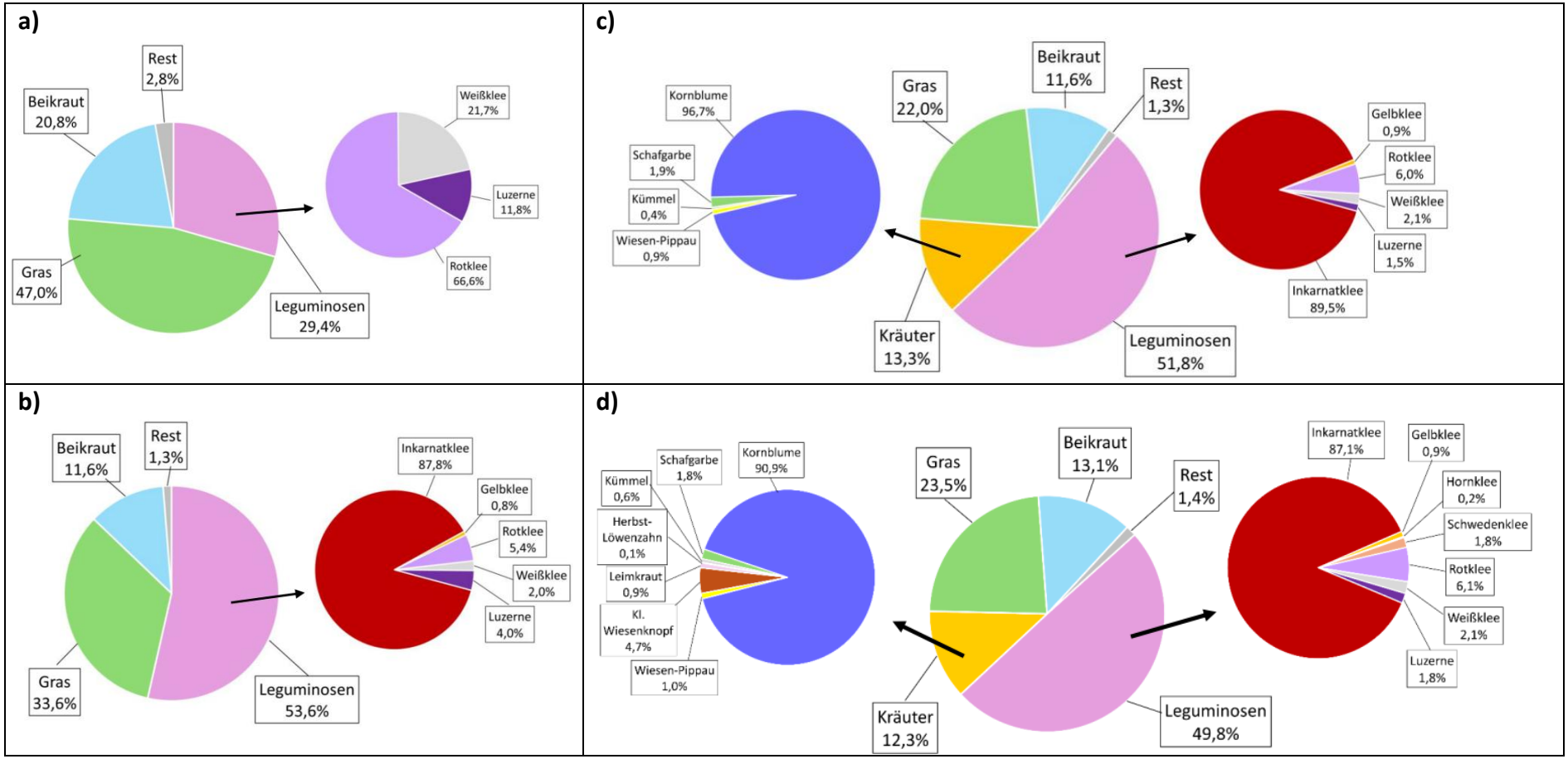
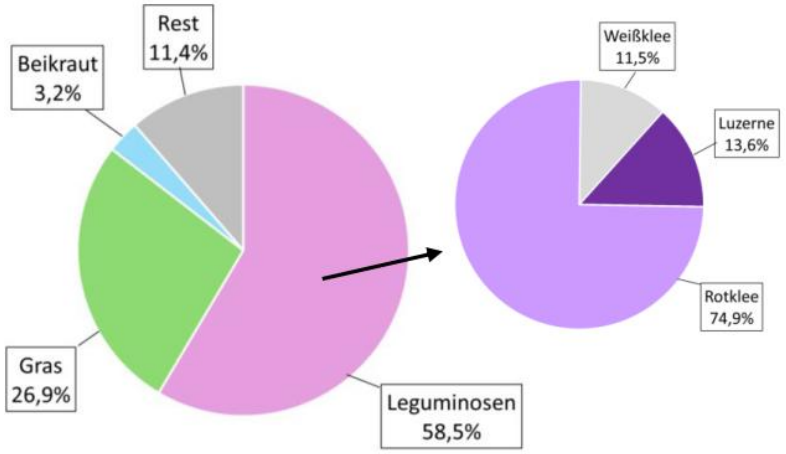
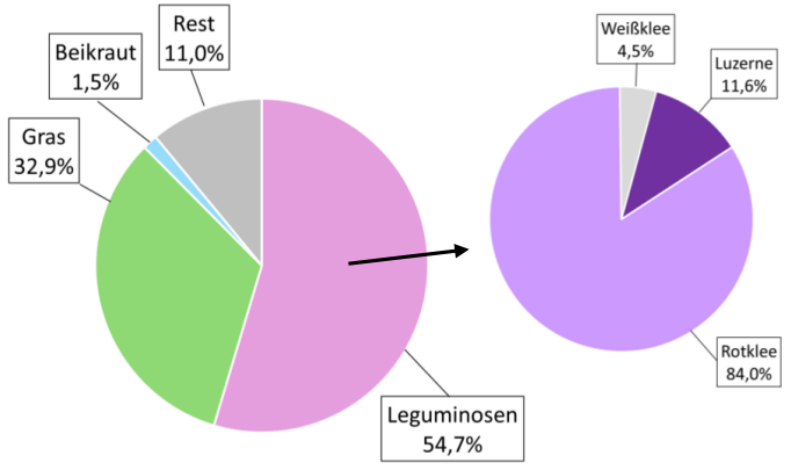
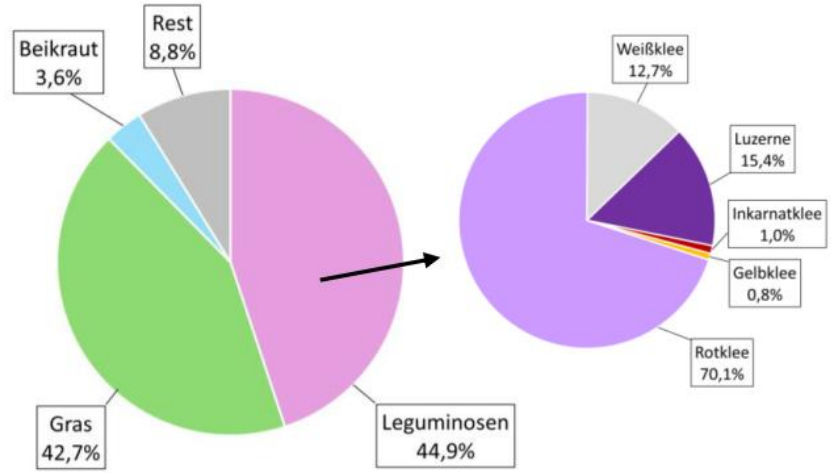
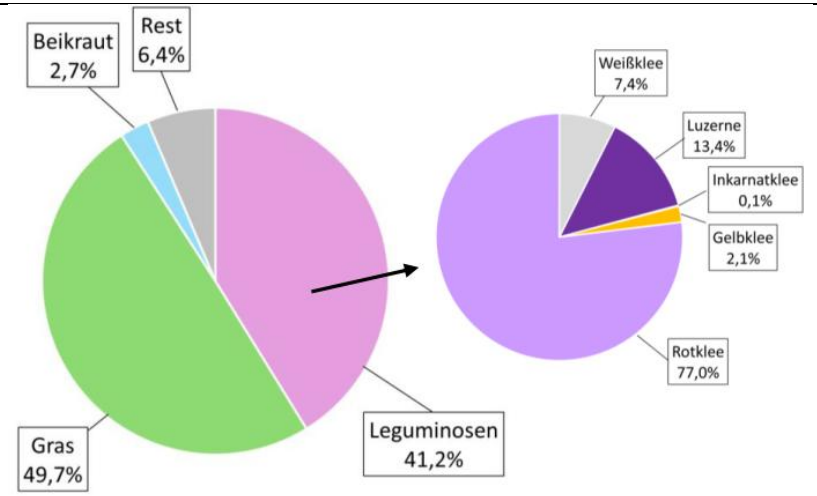


Abbildung 6: Art-Anteile in % von den Mischungen a) Kontrolle (links oben), b) Leguminosen (links unten), c) Kräutern (rechts oben) und d) Vielfalt (rechts unten) vor der ersten Nutzung

Praxisüblich	Sommerblüte
Kontrolle	
	
Leguminosen	
	

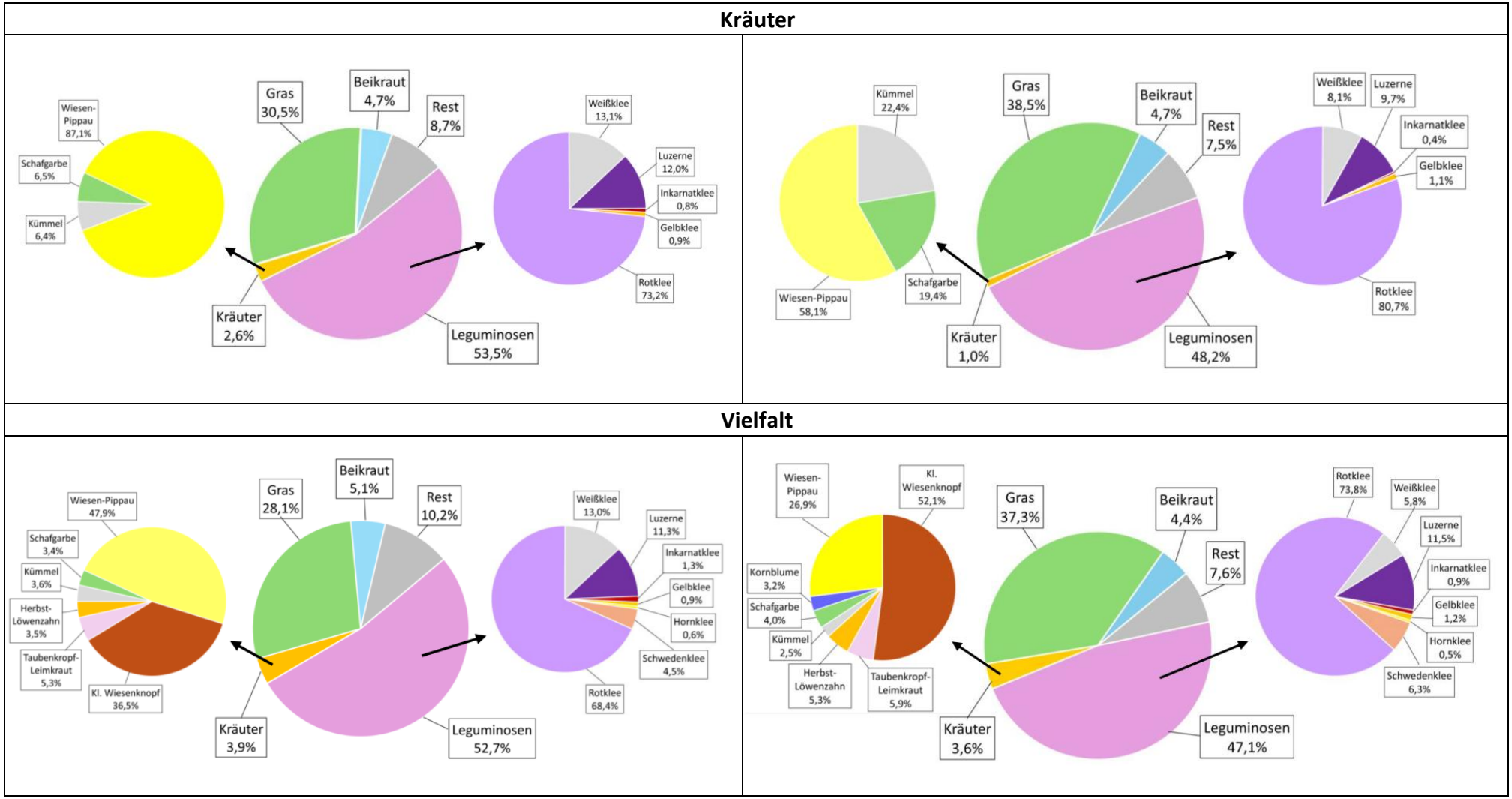


Abbildung 7: Art-Anteile bei der in % von den Nutzungsregimen Praxisüblich (linke Spalte) und Sommerblüte (rechte Spalte) in den Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräutern und Vielfalt vor der letzten Nutzung im Herbst für alle Standorte und Jahre

Vor der letzten Nutzung im Herbst hatten sowohl Mischung als auch Nutzungsregime einen signifikanten Einfluss auf den **Leguminosenanteil**, Tabelle 24 zeigt den Einfluss der Mischung. Die Mischung wies einen signifikant höheren Leguminosen-Anteil auf, die Mischung Leguminosen hatte den geringsten Anteil.

Tabelle 24: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Leguminosen vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte

Mischung	TD	OW (in %)
Kontrolle	0,14[a]	53,6
Leguminosen	-0,60[c]	35,5
Kräuter	-0,17[b]	45,9
Vielfat	-0,19[b]	45,4

Unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Das Nutzungsregime Praxisüblich hatte einen signifikant höheren **Leguminosenanteil** als die Sommerblüte (Tabelle 25).

Tabelle 25: Einfluss von Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Leguminosen vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW)

Nutzungsregime	TD	OW (in %)
Praxisüblich	-0,06[A]	48,4
Sommerblüte	-0,34[B]	41,6

Unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsregimen (Tukey, p<0,05)

Bei den gesäten **Kräutern** und beim **Rest** gab es eine signifikante Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante. Beim Nutzungsregime Sommerblüte, aber nicht bei Praxisüblich war der Zielkräuteranteil in der Vielfaltsmischung signifikant höher als in der Kräutermischung (Tabelle 26).

Tabelle 26: Einfluss von Mischung und Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil gesäte Kräuter vor der letzten Nutzung im Herbst transformierte Daten (TD; Log-Transformation) und Originalwerte (OW)

Nutzungsregime	Praxisüblich		Sommerblüte	
Mischung	TD	OW	TD	OW
Kräuter	-3,91	2,00	-4,52[b]	1,08
Vielfalt	-3,31	3,65	-3,25[a]	3,89

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Der Anteil an **Rest** war in der Kontrollmischung bei Sommerblüte höher als bei praxisüblicher Nutzung und auch höher im Vergleich zu den anderen drei Mischungen bei Sommerblüte (Tabelle 27).

Tabelle 27: Einfluss von Mischung und Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Rest vor der letzten Nutzung im Herbst

	Nutzungsregime	
Mischung	Praxisüblich	Sommerblüte
Kontrolle	7,22^{B}	11,7^{Aa}
Leguminosen	5,23	5,61^{b}
Kräuter	5,58	6,56^{b}
Vielfalt	6,97	6,98^{b}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Die Mischung und das Nutzungsregime einen signifikanten Effekt auf den **Gras-Anteil**. Die Mischung Leguminosen hatte den höchsten Gras-Anteil aller Mischungen. In der Kräutermischung war der Gras-Anteil höher als in der Kontrolle, aber nicht als in der Vielfaltsmischung (Tabelle 28).

Tabelle 28: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Gras vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-transformation) und Originalwerte (OW)

Mischung	**TD**	**OW (in %)**
Kontrolle	-1,08^{c}	25,3
Leguminosen	-0,18^{a}	45,6
Kräuter	-0,81^{b}	30,9
Vielfat	-0,91^{bc}	28,7

Unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Der **Gras-Anteil** in dem Nutzungsregime Sommerblüte war signifikant höher als in der Variante Praxisüblich (Tabelle 29).

Tabelle 29: Einfluss von Nutzungsregime auf den prozentualen Anteil Gras vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW)

Nutzungsregime	**TD**	**OW (in %)**
Praxisüblich	-0,91^{B}	28,7
Sommerblüte	-0,58^{A}	36,0

Unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsregimen (Tukey, p<0,05)

Beim Anteil **Beikraut** gab es einen signifikanten Mischungseffekt, die Mischung Vielfalt hatte einen signifikant höheren Beikraut-Anteil im Vergleich zur Kontrolle (Tabelle 30).

Tabelle 30: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Beikräuter vor der letzten Nutzung im Herbst, transformierte Daten (TD, log-Transformation) und Originalwerte (OW)

Mischung	TD	OW (in %)
Kontrolle	-4,77^{b}	0,85
Leguminosen	-4,24^{ab}	1,43
Kräuter	-4,16^{ab}	1,56
Vielfat	-4,14^{a}	1,58

Unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Verglichen wurde außerdem noch Nutzungszeitpunkte Mai (vor der ersten Nutzung) mit der September-Nutzung (vor der letzten Nutzung im Herbst) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Für die Anteile von Leguminosen, Gras und Beikraut gab es jeweils eine signifikante Wechselwirkung zwischen Nutzungszeitpunkt und Mischung (Abbildung 8). Für die Anteile gesäte Kräuter und Rest gab es einen signifikanten Effekt der Nutzung (Tabelle 31) und beim Anteil Rest zusätzlich einen signifikanten Mischungseffekt (Tabelle 32). Hinsichtlich Nutzungszeitpunkt hatte die Mischung Leguminosen einen höheren **Leguminosenanteil** vor der ersten Nutzung im Vergleich zur letzten Nutzung im Herbst, die Kontrolle hatte dagegen einen höheren Leguminosenanteil im Herbst verglichen mit der ersten Nutzung. Zum Nutzungszeitpunkt im Mai war der Leguminosenanteil in der Kontrollmischung geringer als in den anderen drei Mischungen. Bei den Mischungen Kräutern und Vielfalt unterschied sich der Leguminosenanteil nicht zwischen den beiden Nutzungszeitpunkten. Im September war der Leguminosenanteil bei der Leguminosen-Mischung geringer als bei der Kontroll- und Kräutermischung.

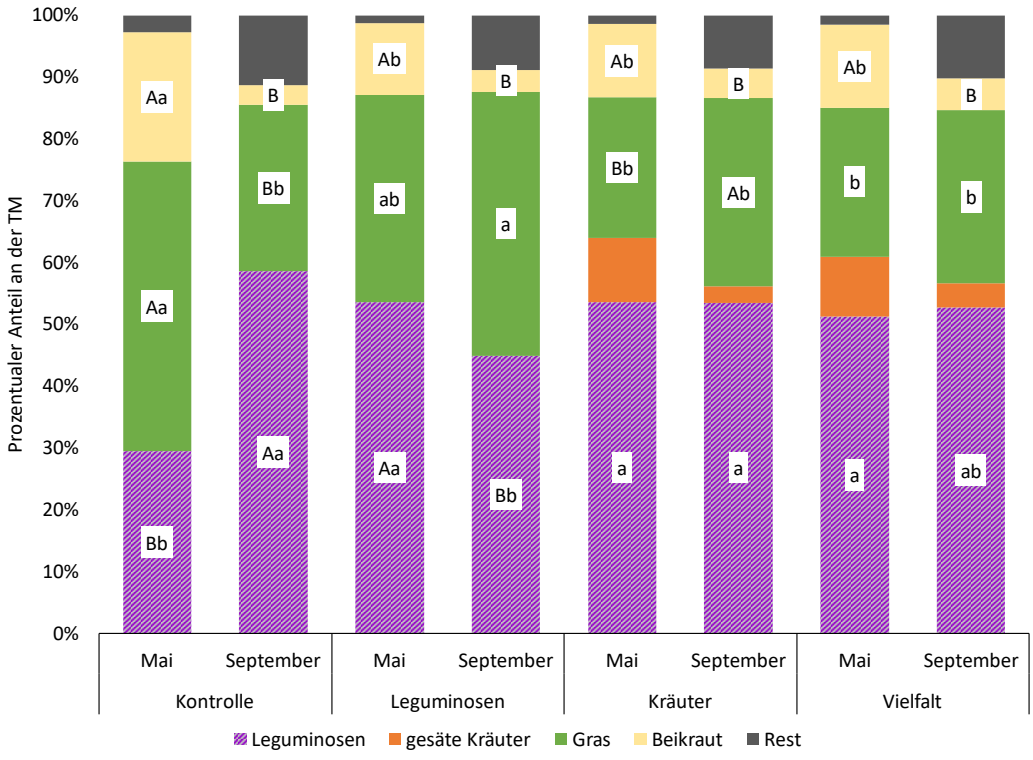


Abbildung 8: Art-Anteile in % von den Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräutern und Vielfalt vor der ersten (Mai) und vor der letzten Nutzung (September); unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen

Mischungen zu einem Nutzungszeitpunkt; Unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungszeitpunkten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Der **Grasanteil** ist vor der ersten Nutzung im Mai höher in den Mischungen Kontrolle und Leguminosen im Vergleich zu den Mischungen Kräutern und Vielfalt und vor der letzten Nutzung im Herbst bei der Leguminosenmischung höher als bei den anderen drei Mischungen. Innerhalb der Mischungen Leguminosen und Vielfalt unterscheidet sich der Grasanteil zu den beiden Nutzungszeitpunkten nicht, in der Kontrollmischung ist der Grasanteil vor der ersten Nutzung höher als vor der letzten Nutzung, bei den Kräutern ist es andersherum, hier ist der Grasanteil vor der letzten Nutzung höher als vor der ersten Nutzung.

Der **Beikrautanteil** ist vor der ersten Nutzung höher in der Kontrolle als in den anderen Mischungen, vor der letzten Nutzung gibt es keine Unterschiede zwischen den Mischungen. Innerhalb der einzelnen Mischungen ist bei allen Mischungen der Beikrautanteil jeweils vor der ersten Nutzung höher als vor der letzten Nutzung.

Tabelle 31: Einfluss von Nutzungszeitpunkt auf den prozentualen Anteil gesäte Kräuter und Rest

Nutzungszeitpunkt	Anteil Gesäte Kräuter (%)	Anteil Rest (%)
Mai Termin	8,15[a]	1,98[b]
September Termin	3,10[b]	8,61[a]

Unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungszeitpunkten (Tukey, p<0,05)

Der Anteil an **Rest** ist in allen Mischungen höher vor der letzten Nutzung als vor der ersten Nutzung, innerhalb eines Nutzungszeitpunktes unterscheiden sich die Mischungen nicht im Anteil an Rest (Tabelle 31, Tabelle 32). Der Anteil gesäte Kräuter nahm vom ersten zum letzten Termin ab (Tabelle 31).

Tabelle 32: Einfluss von Mischung auf den prozentualen Anteil Rest

Mischung	Anteil Rest (%)
Kontrolle	4,58
Leguminosen	3,85
Kräuter	3,89
Vielfat	4,45

Unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungszeitpunkten (Tukey, p<0,05)

5.1.4 QUALITÄTSBESTIMMUNGEN IM KLEEGRAS

5.1.4.1 N-GEHALT IM KLEEGRAS

An drei Standorten wurden in den Jahren 2022-2025 zu jeder Nutzung jeweils zwei- bzw. dreimal je Vegetationsjahr der N-Gehalt im Kleegras ermittelt.

Tabelle 33 zeigt die **erste Nutzung**, hier ergaben sich signifikante Unterschiede für den Faktor Mischung ($p<0,001$). Die Kontroll-Mischung wies einen signifikant geringeren N-Gehalt auf als die anderen Mischungen.

Tabelle 33: N-Gehalt (in % der TM) für die erste Nutzung 2022-2025 (alle Standorte)

Mischung	N-Gehalt (in % der TM)
Kontrolle	1,75^{b}
Leguminosen	1,92^{a}
Kräuter	1,88^{a}
Vielfalt	1,90^{a}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

Bei der **zweiten Nutzung** (Tabelle 34) ergab sich eine Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante ($p<0,001$). Die Praxisübliche Variante hat unabhängig von der Mischung stets einen höheren N-Gehalt als die Frühjahrsblüte. Bei Praxisüblicher Nutzung hat die Kontroll-Mischung einen höheren N-Gehalt als die Mischung Leguminosen. Bei der Frühjahrsblüte gibt es keine Unterschiede zwischen den Mischungen.

Tabelle 34: N-Gehalt (in % der TM) für die zweite Nutzung 2022-2025 (alle Standorte)

	Praxisüblich	Frühjahrsblüte
Kontrolle	2,51^{aA}	1,55^{B}
Leguminosen	2,28^{bA}	1,54^{B}
Kräuter	2,45^{abA}	1,50^{B}
Vielfalt	2,44^{abA}	1,63^{B}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

Bei der **dritten Nutzung** (Tabelle 35) gab es für das Nutzungsregime ($p<0,001$) signifikante Unterschiede. Bei der dritten Nutzung wies die praxisübliche Nutzung einen höheren N-Gehalt auf als die Frühjahrsblüte, diese hatte wiederum einen höheren Gehalt als Sommerblüte und Cut+Carry.

Tabelle 35: N-Gehalt (in % der TM) für die dritte Nutzung 2022-2025 (alle Standorte)

Nutzungsregime	N-Gehalt (in % der TM)
Praxisüblich	$3,06^{A}$
Sommerblüte	$2,50^{C}$
Frühjahrsblüte	$2,92^{B}$
Cut+Carry	$2,50^{C}$

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

5.1.4.2 N-ERTRAG IM KLEEGRAS

An drei Standorten wurden in den Jahren 2022-2025 jeweils zwei- bzw. dreimal je Vegetationsjahr der N-Ertrag für die jeweilige Nutzung sowie der Gesamt-N-Ertrag (in kg/ha) berechnet.

Beim Gesamt-N-Ertrag (Tabelle 36) ergab sich eine signifikante Wechselwirkung von Mischung x Nutzungsvariante ($p<0,001$). In der Variante Sommerblüte wiesen die Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt einen höheren N-Ertrag auf im Vergleich zur Kontrolle, in der Variante Cut+Carry waren Leguminosen und Kräuter der Kontrollmischung überlegen. In den Varianten Praxisüblich und Frühjahrsblüte unterschieden sich die Mischungen nicht. In der Kontrollmischung hatte die praxisübliche Nutzung (dreimaliger Schnitt) einen höheren N-Ertrag als die andern drei Nutzungsregime. In den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt wies jeweils die praxisübliche Nutzung ebenfalls einen höheren N-Ertrag als Sommerblüte und Cut+Carry auf, die Frühjahrsblüte bildete hier das Schlusslicht mit signifikant niedrigerem N-Ertrag.

Tabelle 36: N-Ertrag (in kg N/ha) für alle drei Standorte 2022-2025

N-Ertrag (kg/ha)	**Praxisüblich**	**Frühjahrsblüte**	**Sommerblüte**	**Cut+Carry**
Kontrolle	227^{A}	151^{B}	167^{bB}	171^{bB}
Leguminosen	226^{A}	136^{C}	196^{aB}	198^{aB}
Kräuter	230^{A}	136^{C}	191^{aB}	197^{aB}
Vielfalt	230^{A}	148^{C}	195^{aB}	191^{abB}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zw. Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

Für die **erste Nutzung** (Tabelle 37) waren die Voraussetzungen der ANOVA nicht erfüllt, daher wurden die Daten mit einer log-Transformation angepasst. Es wurde hierbei ein signifikanter Effekt für den Faktor Mischung ($p<0,001$) festgestellt. Die Mischung Kontrolle wies einen signifikant geringeren N-Ertrag als die anderen drei Mischungen auf.

Tabelle 37: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die erste Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW)

Mischung	N-Ertrag transformiert	N-Ertrag (kg/ha) OW
Kontrolle	4,29[b]	73,0
Leguminosen	4,68[a]	108,3
Kräuter	4,67[a]	107,2
Vielfalt	4,66[a]	105,5

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Bei der **zweiten Nutzung** (Tabelle 38) ergab sich eine Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante (p<0,001). Bei der Kontrollmischung gibt es keine Unterschiede zwischen den Nutzungen, bei den drei anderen Mischungen ist der N-Ertrag der Frühjahrsblüte jeweils der praxisüblichen Nutzung überlegen. Innerhalb der Frühjahrsblüte unterscheiden sich die Mischungen nicht, bei praxisüblicher Nutzung weist die Kontrollmischungen einen höheren N-Ertrag auf als die andern drei Mischungen.

Tabelle 38: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die zweite Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW)

	Praxisüblich		Frühjahrsblüte	
	transformiert	OW	transformiert	OW
Kontrolle	4,36[aA]	77,9	4,45[A]	86,0
Leguminosen	3,94[bB]	51,5	4,40[A]	81,6
Kräuter	3,94[bB]	51,7	4,40[A]	81,4
Vielfalt	4,04[bB]	56,6	4,53[A]	92,8

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Bei der **dritten Nutzung** (

Tabelle 39, Tabelle 40) gab es sowohl für die Mischung ($p<0,05$) als auch für Nutzungsvariante ($p<0,001$) signifikante Unterschiede. Die Variante Kontrolle wies einen signifikant höheren N-Ertrag auf im Vergleich zu den anderen Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt. Die Varianten Cut+Carry und Sommerblüte wiesen bei der dritten Nutzung einen signifikant höheren N-Ertrag auf im Vergleich zu Praxisüblich, welche wiederum einen höheren N-Ertrag als Frühjahrsblüte aufwies.

Tabelle 39: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Mischungen für die dritte Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW)

Mischung	N-Ertrag transformiert	N-Ertrag (kg/ha) OW
Kontrolle	0,14[a]	76,9
Leguminosen	-0,04[b]	70,4
Kräuter	-0,05[b]	70,2
Vielfalt	-0,05[b]	70,2

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischunge (Tukey, p<0,05)

Tabelle 40: N-Ertrag (in kg N/ha) für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten für die dritte Nutzung für 2022-2025 für drei Standorte – transformierte Daten (Box-Cox-Transformation) und Originalwerte (OW)

Nutzungsvariante	N-Ertrag transformiert	N-Ertrag (kg/ha) OW
Praxisüblich	-0,26[B]	63,2
Sommerblüte	0,44[A]	88,0
Frühjahrsblüte	-0,63[C]	52,4
Cut+Carry	0,46[A]	88,8

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, p<0,05)

5.1.4.3 METABOLISCHE ENERGIE (ME) UND NETTO-ENERGIE-LAKTATION (NEL)

Im Kleegras im bayerischen Exaktversuch (Neuhof) wurden METABOLISCHE ENERGIE (ME) UND NETTO-ENERGIE-LAKTATION (NEL) bestimmt. Die Summe der metabolischen Energiegehalte zeigte sowohl signifikante Unterschiede beim Faktor Nutzungsvariante (p<0,001) als auch in der Interaktion zwischen Mischung und Nutzung (p<0,001). Die praxisübliche Variante erreichte die höchsten Gehalte und war immer signifikant höher als die Frühjahrsblüte. In Cut+Carry zeigte die Kontrolle signifikant niedrigere Werte als die übrigen Mischungen (Tabelle 41).

Tabelle 41: Metabolische Energie (MJ ME/ha) in der Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Praxisüblich	Frühjahrsblüte	Sommerblüte	Cut+Carry
Kontrolle	126,0[A]	101,8[aB]	102,5[bB]	103,2[bB]
Leguminosen	128,9[A]	87,5[bB]	120,8[aA]	117,7[aA]
Kräuter	128,6[A]	89,5[abC]	113,2[abB]	118,2[aAB]
Vielfalt	129,7[A]	91,1[abC]	114,8[abB]	119,2[aAB]

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Die Einzelauswertung der Schnitte ergab signifikante Unterschiede bei der Mischung bei den Nutzungen im Mai, Juli und September ($p<0,001$). In allen Nutzungsvarianten im Mai wies die Kontrolle signifikant niedrigere ME-Gehalte auf als die als die anderen Mischungen. Im Juli und September hatte die Kontrolle wiederum die signifikant höchsten Gehalte (Tabelle 42).

Tabelle 42: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die Mischungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Mai	Juli	September
Mischung		MJ ME/ha	
Kontrolle	53,8^{b}	49,7^{a}	43,2^{a}
Leguminosen	71,0^{a}	41,7^{b}	39,6^{b}
Kräuter	71,4^{a}	42,9^{b}	37,4^{b}
Vielfalt	70,6^{a}	44,8^{ab}	38,4^{b}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

Die Nutzungsvariante war signifikant bei der Einzelauswertung im Juli und September ($p<0,001$), im Mai war diese nicht signifikant. Im Juli zeigte die Frühjahrsblüte höhere Gehalt als die Praxisübliche Variante. Im September gab es ebenfalls signifikante Unterschiede, dabei erzielten die Sommerblüte und Cut+Carry die höchsten ME-Gehalte, jedoch unterschieden sie sich nicht untereinander. (Tabelle 43).

Tabelle 43: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die Nutzungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Juli	September
Nutzung	MJ ME/ha	
Praxisüblich	28,3^{B}	33,8^{B}
Frühjahrsblüte	61,3^{A}	31,2^{B}
Sommerblüte	/	46,0^{A}
Cut+Carry	/	47,6^{A}

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungen (Tukey, $p<0,05$)

Wie bei der ME waren bei NEL in der Summe der Faktor Nutzung ($p<0,001$) und die Interaktion beider Faktoren signifikant ($p<0,001$). Die Kontrolle hatte bis auf die Frühjahrsblüte die niedrigsten Gehalte, bei Cut+Carry war sie signifikant niedriger als die anderen Mischungen. Die Praxisübliche Variante war unter den Nutzungen am höchsten und verzeichnete signifikant höhere Gehalte als die Frühjahrsblüte und mit Ausnahme der Mischung Leguminosen auch bei Sommerblüte (

Tabelle 44).

Tabelle 44: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Mischungen und Nutzungen in der Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Praxisüblich	Frühjahrsblüte	Sommerblüte	Cut+Carry
Kontrolle	75,7^{A}	60,4^{aB}	61,3^{bB}	61,7^{bB}
Leguminosen	77,2^{A}	51,8^{bB}	72,2^{aA}	70,4^{aA}
Kräuter	77,2^{A}	53,0^{abC}	67,9^{abB}	70,7^{aAB}
Vielfalt	77,9^{A}	54,0^{abC}	68,7^{abB}	71,3^{aAB}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, p<0,05)

Für den Faktor Mischung gab es in allen drei Monaten signifikante Unterschiede (p<0,001). Im Mai war die Kontrolle signifikant niedriger als die anderen Mischungen, während sie im Juli und September die höchsten Werte erreichte (Tabelle 45).

Tabelle 45: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Mischungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Mai	Juli	September
Mischung	MJ NEL/ha		
Kontrolle	32,4^{b}	29,5^{a}	25,7^{a}
Leguminosen	42,6^{a}	24,7^{b}	23,6^{b}
Kräuter	42,9^{a}	25,3^{b}	22,3^{b}
Vielfalt	42,4^{a}	26,5^{ab}	22,9^{b}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

Im Juli und September war ebenfalls der Faktor Nutzung signifikant (p<0,001). Im Juli war die Praxisübliche Variante der Frühjahrsblüte unterlegen. Im September unterschieden sich diese beiden Varianten von Sommerblüte und Cut+Carry (Tabelle 46).

Tabelle 46: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die Nutzungen je Termin gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

	Juli	September
Nutzung	MJ NEL/ha	
Praxisüblich	16,9^{B}	20,3^{B}
Frühjahrsblüte	36,1^{A}	18,7^{B}
Sommerblüte	/	27,3^{A}
Cut+Carry	/	28,3^{A}

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungen (Tukey, p<0,05)

5.1.5 NACHFRUCHT WINTERWEIZEN

5.1.5.1 ERTRÄGE WINTERWEIZEN

Bei den Weizenerträgen musste zwecks mangelnder Normalverteilung eine Transformation der Daten durchgeführt werden. Beim Weizenertrag wurde generell am Wiesengut ein niedrigeres Ertragsniveau als am Neuhof erreicht. Der Faktor Mischung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Weizenertrag, im Gegensatz zum Faktor Nutzungsvariante (Tabelle 47). Der Weizenertrag rangierte im Mittel der Orte und Jahre zwischen 39,0 - 42,8 dt/ha. In der Praxisüblichen Variante wurde ein höherer Weizenertrag als bei Frühjahrsblüte und Cut+Carry erreicht, Cut+Carry hatte einen signifikant niedrigeren Ertrag im Vergleich zu Praxisüblich und Sommerblüte.

Tabelle 47: Weizenkornerträge (in dt/ha) transformiert (OrderNorm-Transformation) und Originaldaten bei 86% gemittelt über die Jahre 2023-2025

Nutzungsvariante	Korn-TM-Ertrag bei 86% transformiert (p<0,001)	Korn-TM-Ertrag bei 86% Originalwerte
Praxisüblich	0,14^{A}	42,8
Sommerblüte	0,05^{AB}	41,5
Frühjahrsblüte	-0,07^{BC}	39,6
Cut+Carry	-0,13^{C}	39,0

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, p<0,05)

5.1.5.2 QUALITÄTSDATEN WINTERWEIZEN

In allen Jahren wurden an allen Standorten der N-Gehalt bzw. Rohproteingehalt im Weizen festgestellt sowie der N-Ertrag ermittelt. Vom Weizen aus dem bayerischen Exaktversuch wurde zudem der Sedimentationswert bestimmt. Bei den Weizenrohproteingehalt in % musste zwecks mangelnder Normalverteilung eine Transformation der Daten durchgeführt werden. Der Faktor Mischung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt, im Gegensatz zum Faktor Nutzungsvariante. Die Variante Praxisüblich war den anderen Nutzungsvarianten überlegen (Tabelle 48).

Tabelle 48: Rohproteingehalt (RP in % TM) transformiert (OrderNorm-Transformation) und Originalwerte (OW) des Winterweizens gemittelt über die Jahre 2023-2025

Nutzungsregime	Rohprotein (RP) transformiert	RP-Gehalt (%) OW
Praxisüblich	0,18^{A}	12,18
Frühjahrsblüte	-0,02^{B}	11,94
Sommerblüte	-0,01^{B}	11,95
Cut+Carry	-0,15^{B}	11,80

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, p<0,05)

Beim den Weizen-Rohproteinertrag (kg N/ha) musste zwecks mangelnder Normalverteilung eine Transformation der Daten durchgeführt werden. Der Faktor Mischung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt, im Gegensatz zum Faktor Nutzungsvariante. Die Varianten Praxisüblich und Sommerblüte wiesen einen höheren Rohprotein-Ertrag im Winterweizen auf im Vergleich zu Frühjahrsblüte und Cut+Carry (Tabelle 49).

Tabelle 49: Rohprotein-Ertrag (kg N/ha) transformiert (Center-Scale-Transformation) und Originalwerte (OW) des Winterweizens gemittelt über die Jahre 2023-2025

Nutzungsregime	Rohproteinertrag transformiert	RP-Ertrag OW
Praxisüblich	$0,17^{A}$	514,3
Frühjahrsblüte	$-0,08^{B}$	475,3
Sommerblüte	$0,07^{A}$	498,8
Cut+Carry	$-0,16^{B}$	463,0

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

Bei der Auswertung der bayerischen Qualitätsdaten aus dem Erntegut des Weizens zeigen sich für alle Parameter keine Unterschiede für den Faktor Mischung (Daten nicht dargestellt).

Signifikante Unterschiede fanden sich in Bayern (Neuhof) bei dem Faktor Nutzungsregime: der Rohproteingehalt rangierte im Mittel zwischen 11,3 -11,7 %; das praxisübliche Nutzungsregime hatte einen höheren Gehalt als Frühjahrs- und Sommerblüte, den niedrigsten Gehalt wies Cut+Carry auf. Durch den höchsten Trockenmasseertrag und Rohproteingehalt wies die Variante Praxisüblich folglich auch den höchsten Rohprotein-Ertrag (in dt/ha) auf. Der Sedimentationswert lag zwischen 26,5 - 28,2 ml und war signifikant geringer bei Cut+Carry im Vergleich zu Praxisüblich und Frühjahrsblüte (Tabelle 50).

Tabelle 50: Rohproteingehalt (RP in % TM), RP-Ertrag (dt/ha) und Sedimentationswert (ml) des Winterweizens am Neuhof gemittelt über die Jahre 2023-2025

Nutzungsvariante	Rohprotein (RP)	RP-Ertrag	Sedimentationswert
Praxisüblich	$11,7^{A}$	$6,3^{A}$	$28,2^{A}$
Frühjahrsblüte	$11,5^{B}$	$5,5^{BC}$	$27,8^{A}$
Sommerblüte	$11,5^{B}$	$5,8^{B}$	$27,4^{AB}$
Cut+Carry	$11,3^{C}$	$5,2^{C}$	$26,5^{B}$

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (SNK, $p<0,05$)

5.1.5.3 MINERALISCHER STICKSTOFF IM BODEN

Die Auswertung des mineralischen Stickstoffs (N_{min}) für die Frühjahrsbeprobung im Weizen vor Vegetationsbeginn erfolgte sowohl für die einzelnen drei Schichten 0-30, 30-60, 60-90 cm als auch gesamt für 0-90 cm über alle Standorte 2022-2025. Bei den Schichten 0-30 cm und 30-60 cm konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden. Bei der Schicht 60 - 90 cm waren die Voraussetzungen einer ANOVA mit dem normalen Modell nicht gegeben (Daten rechtsschief), also wurde eine log-Transformation durchgeführt und anschließend die ANOVA gerechnet. Dabei zeigten sich sowohl für Mischung mit $p<0,001$ (Tabelle 51) als auch für das Nutzungsregime mit $p<0,05$ (Tabelle 52) signifikante Unterschiede. Die Varianten Kontrolle und Kräuter wiesen einen signifikant höheren N_{min}-Wert in 60 - 90 cm auf im Vergleich zur Variante Leguminosen. Die Variante Praxisüblich wies einen signifikant höheren Nmin-Wert in 60 - 90 cm auf im Vergleich zu Cut+Carry.

Tabelle 51: N_{min} 60-90 cm für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha

Mischung	transformiert	OW
Kontrolle	$2,58^{a}$	13,2
Leguminosen	$2,38^{b}$	10,8
Kräuter	$2,55^{a}$	12,8
Vielfalt	$2,50^{ab}$	12,2

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

Tabelle 52: N_{min} 60-90 cm für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha

Nutzungsvariante	transformiert	OW
Praxisüblich	$2,59^{A}$	13,4
Sommerblüte	$2,52^{AB}$	12,5
Frühjahrsblüte	$2,48^{AB}$	12,0
Cut+Carry	$2,41^{B}$	11,2

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

Bei der Betrachtung des Gesamt N_{min} in 0 - 90 cm waren ebenfalls die Voraussetzungen einer ANOVA mit dem normalen Modell nicht gegeben (Daten rechtsschief), also wurde auch hier eine log-Transformation durchgeführt und anschließend die ANOVA gerechnet. Auch hier zeigten sich sowohl für Mischung mit $p<0,05$ (

Tabelle 53) als auch für das Nutzungsregime mit $p<0,05$ (Tabelle 54) signifikante Unterschiede. Die Variante Kontrolle wies einen signifikant höheren N_{min}-Wert in 0 - 90 cm auf im Vergleich zur Variante Leguminosen und Vielfalt. Die Variante Praxisüblich wies einen signifikant höheren N_{min}-Wert in 0 - 90 cm auf im Vergleich zur Variante Cut+Carry.

Tabelle 53: N_{min} gesamt 0-90 cm für die unterschiedlichen Mischungen – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha

Mischung	transformiert	OW
Kontrolle	$3,86^{a}$	47,7
Leguminosen	$3,76^{b}$	42,9
Kräuter	$3,81^{ab}$	45,3
Vielfalt	$3,78^{b}$	43,6

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

Tabelle 54: N_{min} gesamt 0-90 cm für die unterschiedlichen Nutzungsvarianten – transformierte Daten (log-Transformation) und Originalwerte (OW) in kg N/ha

Nutzungsvariante	transformiert	OW
Praxisüblich	$3,86^{A}$	47,4
Sommerblüte	$3,81^{AB}$	45,3
Frühjahrsblüte	$3,80^{AB}$	44,8
Cut+Carry	$3,74^{B}$	42,1

unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, $p<0,05$)

5.2 VERSUCHSSERIE A: BLÜTENRESSOURCEN UND BLÜTENBESUCHER AUF DEN EXAKTVERSUCHEN

Unter diesem Punkt werden die Ergebnisse der Blüten- und Insektenerfassungen aufgeführt. Weiterhin beinhaltet dieses Kapitel die Nektarerfassung.

5.2.1 BLÜHPHÄNOLOGIE EXAKTVERSUCH

Gesamtblüten

Die Auswertung der 3-4-wöchigen Erhebungen der Blütenressourcen im Exaktversuch ergaben eine signifikante Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsregime ($p<0,001$), zudem gab es einen signifikanten Einfluss von Nutzungsregime ($p<0,001$) und Monat ($p<0,001$) (Tabelle 55). Nur innerhalb des Nutzungsregimes Frühjahrsblüte war die Vielfaltsmischung mit der Blütenanzahl der Kontrolle und der Mischung Leguminosen überlegen. Bei der Kontrolle und der Leguminosenmischung wies das Nutzungsregime Cut+Carry signifikant mehr Blüten auf als Praxisüblich und Sommerblüte.

Tabelle 55: Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025

Blütenanzahl je 0,5 m²	Praxisüblich	Frühjahrsblüte	Sommerblüte	Cut+Carry
Kontrolle	$28,3^{B}$	$25,4^{bcB}$	$35,7^{AB}$	$46,4^{A}$
Leguminosen	$25,0^{B}$	$22,6^{cB}$	$27,9^{AB}$	$38,7^{A}$
Kräuter	31,3	$37,2^{ab}$	28,2	37,6
Vielfalt	32,5	$42,2^{a}$	30,9	37,2

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb einer Nutzungsvariante
unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten innerhalb einer Mischung (Tukey, $p<0,05$)

Die Gesamt-Blütenanzahl für die einzelnen Monate zeigte deutliche Unterschiede. Die Grafiken de Monate, in denen keine Signifikanzen auftraten, befinden sich im Anhang (

Abbildung A 9, Abbildung A 10). Im April konnte keine statistische Auswertung erfolgen, da hier zu wenig Daten zur Verfügung standen, die nur aus einem Versuchsjahr und einem Standort bestanden. Im Mai gab es mit 111,3 signifikant mehr Blüten je 0,5 m² als in allen anderen Monaten, sogar zahlenmäßig so viele Blüten wie in den Monaten April, Juli, August und September in Summe (111) (

Tabelle 56). Mit großer Mehrheit trat hier überwiegend der Inkarnatklee auf (Abbildung 9). Hier war die Mischung signifikant ($p<0,001$). Dabei hatte die Kontrolle signifikant weniger Blüten (nahezu 0) als die anderen drei Mischungen.

Tabelle 56: Gesamt-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Monate

	Blütenanzahl je 0,5 m²
April	31,9[b]
Mai	111,3[a]
Juni	17,6[c]
Juli	27,2[b]
August	27,3[b]
September	24,6[b]

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Monaten (Tukey, p<0,05)

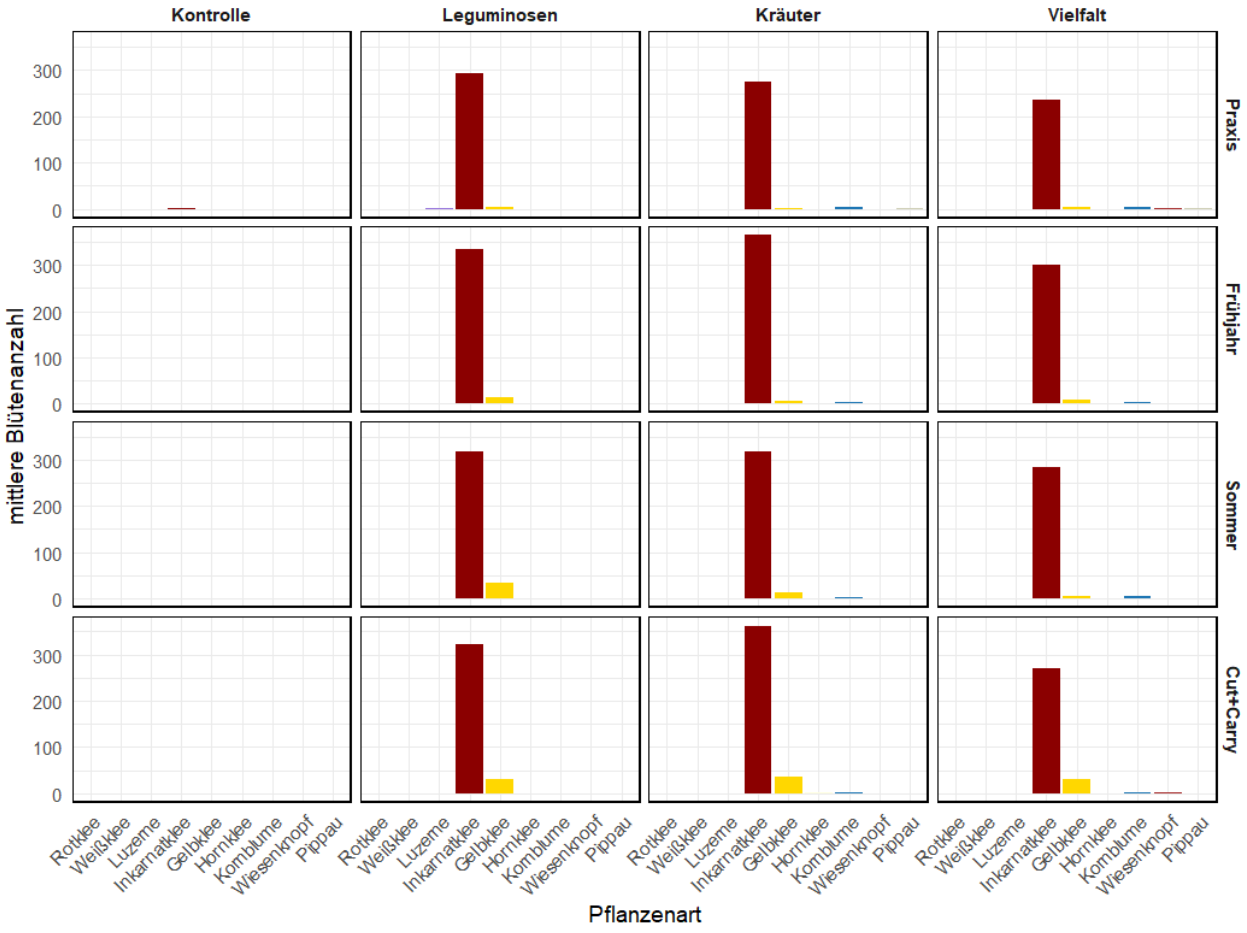


Abbildung 9: Mittlere Anzahl der Blüten der im Mai vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2025

Im Juni gab es mit 17,6 Blüten je 0,5 m² die signifikant wenigsten Blüten im Vergleich zu den anderen Monaten (

Tabelle 56). Signifikant war hier die Interaktion aus Mischung und Nutzung ($p<0,05$). Kräuter und Vielfalt innerhalb der Frühjahrsblüte hatten die höchste Blütenanzahl mit 161 Blüten bei der Kräuter-Variante und 214 Blüten bei der Vielfaltsmischung im Mittel über die Jahre und Orte. Die Vielfaltsmischung der Frühjahrsblüte hatte dabei signifikant mehr Blüten als die Kontrolle in allen Nutzungen, weiterhin von allen Mischungen der Sommerblüte und der Leguminosen- und Kräutermischung in der Praxisüblichen Variante (Tukey-Test, $p<0,05$). In der Kontrolle trat dabei vor allem der Weißklee auf, während in der Kräuter- und Vielfaltsmischung der Frühjahrsblüte viel Kornblume vorkam. Weiterhin wurden einige Gelbkleeblüten in den Mischungen gezählt (Abbildung 10).

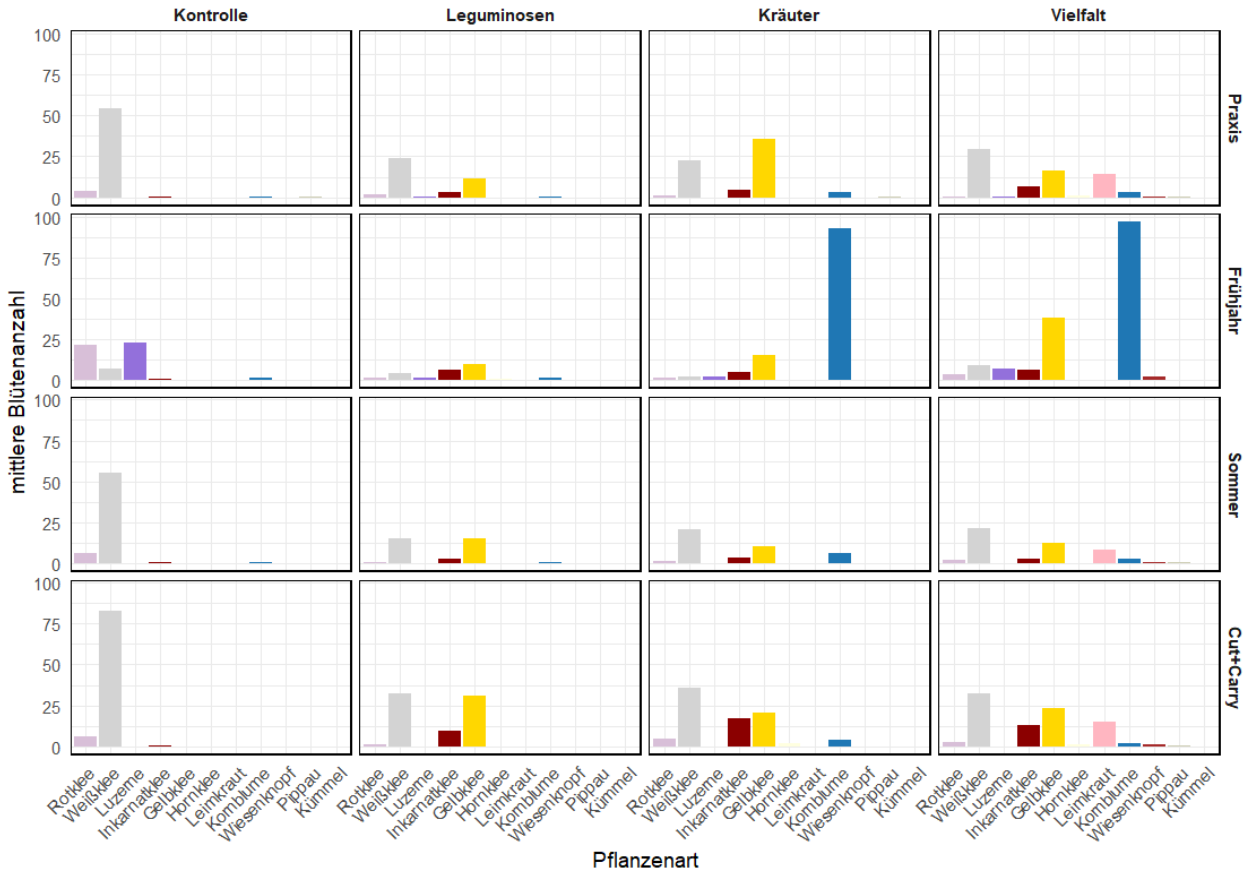


Abbildung 10: Mittlere Anzahl der Blüten der im Juni vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2024

Im Gegensatz zu Mai und Juni hatte im Juli die Nutzung einen signifikanten Einfluss ($p<0,05$). Dabei hatte die Nutzungsvariante Frühjahrsblüte signifikant weniger Blüten als die Variante Cut+Carry in den Mischungen Kontrolle und Leguminosen (Tukey-Test, $p<0,05$). In der Kontrollvariante in Cut+Carry kam vor allem Rotklee vor. Vereinzelt gab es noch Kornblumenblüten innerhalb der Frühjahrsblüte. In der Vielfaltsmischung trat nun auch der Schwedenklee auf. Auch die Luzerne zeigte nun in allen Varianten eine höhere Blütenzahl (Abbildung 11).

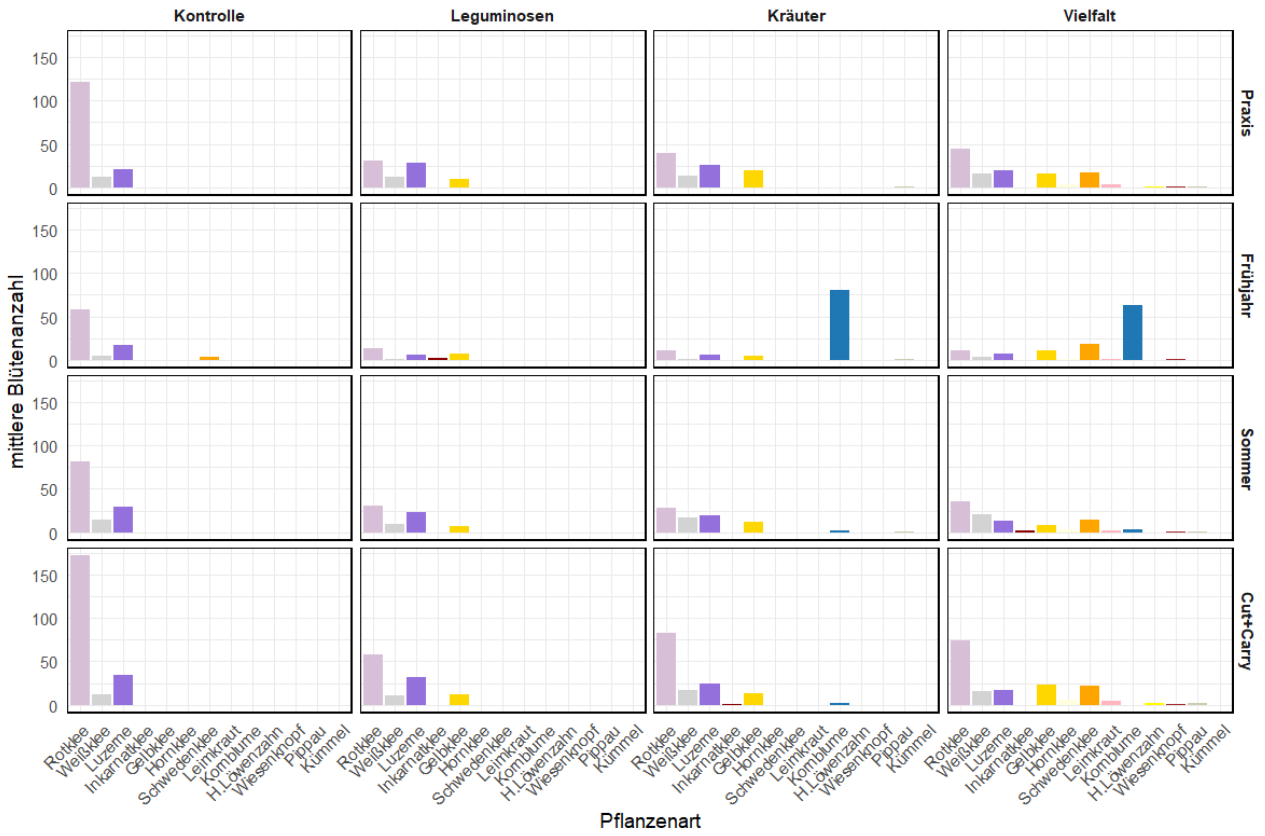


Abbildung 11: Mittlere Anzahl der Blüten der im Juli vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2023-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023-2024

Ebenfalls signifikant war der Einfluss der Nutzung im August ($p<0,05$). In der Mischung Leguminosen war Cut+Carry mit ca. 185 Blüten im Mittel signifikant blütenreicher als die Nutzungsvariante Praxisüblich mit rund 32 Blüten im Mittel (Tukey-Test, $p<0,05$). In der Kontrollmischung gab es mit ca. 30 Blüten signifikant weniger als in den beiden Nutzungsvarianten Sommerblüte und Cut+Carry mit ca. 145 und 160 (Tukey-Test, $p<0,05$). Im Vergleich zu den Vormonaten nahm nicht nur die Gesamtzahl der Blüten ab, sondern es kamen auch weniger Arten vor. Unter den Leguminosen dominierte der Rotklee, dahinter kam die Luzerne. In der Vielfaltsmischung gab es noch einige Blüten des Schwedenklees. Die Kräuterabundanz nahm im August stark ab (Abbildung 12).

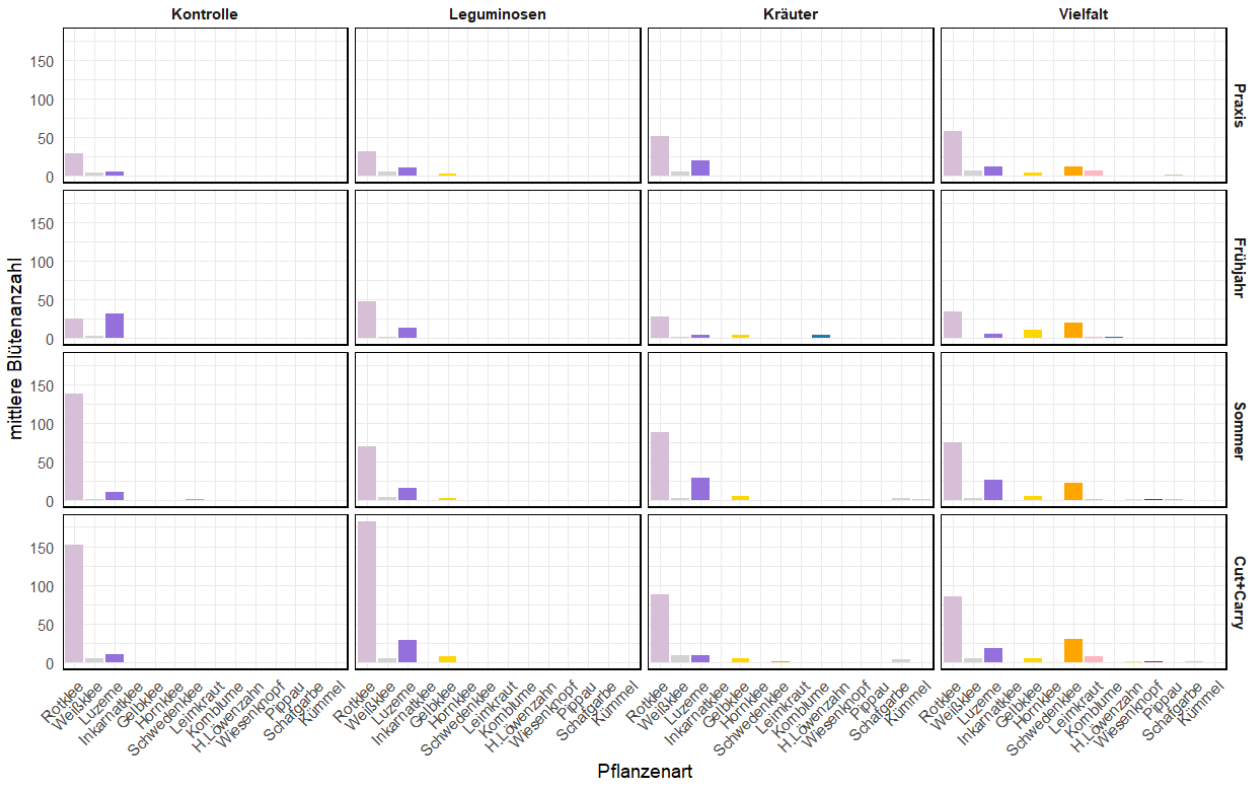


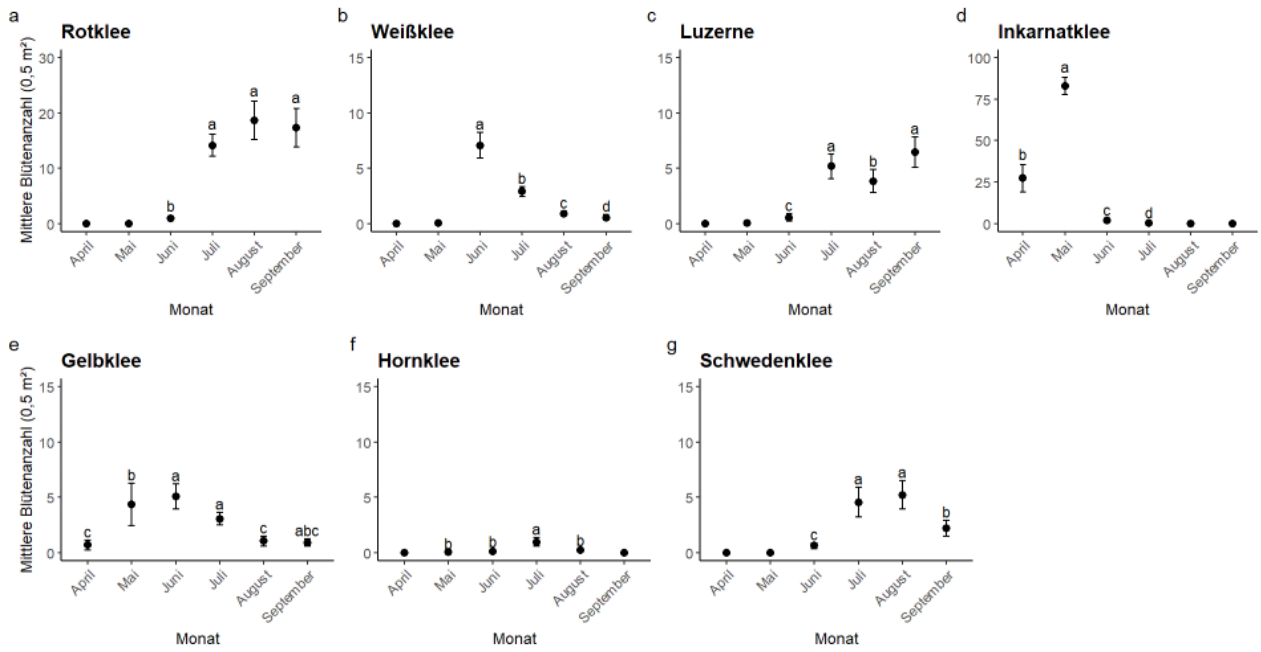
Abbildung 12: Mittlere Anzahl der Blüten der im August vorgekommenen Arten an den Standorten Wiesengut 2022-2025, Neuhof 2022-2025, Dortmund 2022 und Lescheid 2023 und 2025

Leguminosenblüten

Hinsichtlich der Summe der Leguminosenblüten, zeigte sich auch hier ein ähnliches Ergebnis: Cut+Carry hatte mit 38,8 Blüten je 0,5m² im Mittel signifikant mehr Blüten im Vergleich zur Sommerblüte (29,2) und zum praxisüblichen Regime (27,9), diese wiederum hatten mehr als die Frühjahrsblüte (23,4) (Tukey-Test, p<0,05). Geprüft wurde zudem, ob und wie stark die einzelnen Leguminosenarten im Verlauf der Vegetationszeit vertreten sind. Im Mai war der Inkarnatklee am stärksten vertreten im Vergleich zu den anderen Monaten. Weißklee hatte im Juni signifikant mehr Blüten als in den folgenden Monaten. Rotklee hatte im Juli, August und September signifikant mehr Blüten als im Mai und Luzerne hatte im Juli und September mehr Blüten als im August, gefolgt vom Juni. Gelbklee hatte im Juni und Juli mehr Blüten als im Mai, und hier mehr Blüten als im April und August. Hornklee hatte am meisten Blüten im Juli im Vergleich zu Juni und August. Der Schwedenklee wies im Juli und August signifikant mehr Blüten auf als im September, gefolgt von Juni (

unterschiedliche Kleinbuschstaben = signifikante Unterschiede innerhalb einer Art zwischen den Monaten (Tukey, p<0,05)

Abbildung 13).



unterschiedliche Kleinbuschstaben = signifikante Unterschiede innerhalb einer Art zwischen den Monaten (Tukey, p<0,05)

Abbildung 13: Mittlere Blütenanzahl der einzelnen Leguminosenarten a) Rotklee, b) Weißklee, c) Luzerne, d) Inkarnatklee, e) Gelbklee, f) Hornklee und g) Schwedenklee

Kräuterblüten

Bei der Auswertung der Kräuterblüten gab es sowohl für die Nutzungsvariante (p<0,001) als auch für die einzelnen Monate (p<0,001) signifikante Unterschiede (Tabelle 57). Das Nutzungsregime Frühjahrsblüte hatte signifikant mehr Kräuterblüten als die anderen drei Varianten.

Tabelle 57: Kräuter-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Nutzungsvarianten

Nutzungsvariante	Kräuter-Blütenanzahl je 0,5 m²
Praxisüblich	1,04^{b}
Sommerblüte	1,24^{b}
Frühjahrsblüte	2,11^{a}
Cut+Carry	1,14^{b}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Nutzungsvarianten (Tukey, p<0,05)

Betrachtet man die Blütenanzahl für die einzelnen Monate, zeigten sich auch hier Unterschiede (Tabelle 58). Die meisten Kräuterblüten waren im Juni zu verzeichnen, gefolgt von Juli. Am wenigsten Kräuterblüten wurden im September gefunden. Im Juni gab es signifikant mehr Kornblumen-Blüten als in den anderen Monaten (Abbildung 14).

Tabelle 58: Kräuter-Blütenanzahl je 0,5 m² im Exaktversuch für alle drei Standorte 2022-2025 für die einzelnen Monate

	Blütenanzahl je 0,5 m²
April	1,24^{cd}
Mai	2,01^{c}
Juni	9,22^{a}
Juli	5,64^{b}
August	0,66^{d}
September	0,06^{e}

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Monaten (Tukey, p<0,05)

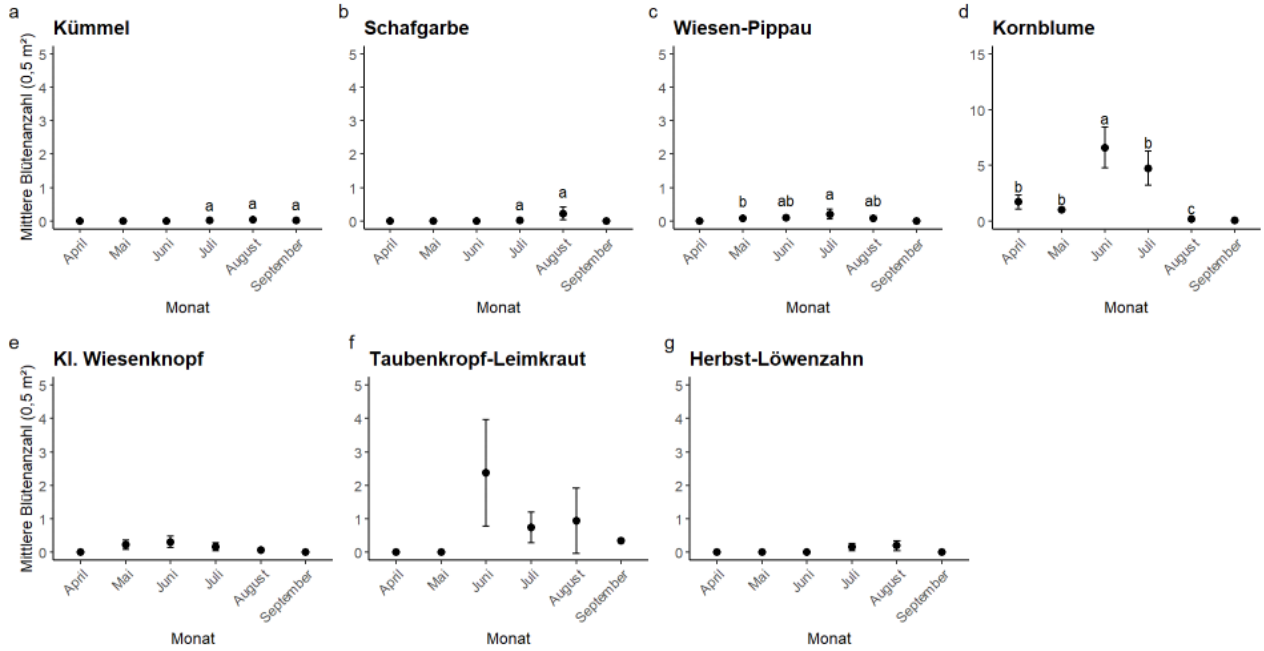


Abbildung 14: Mittlere Blütenanzahl der einzelnen Kräuterzielarten a) Kümmel, b) Schafgarbe, c) Wiesen-Pippau, d) Kornblume, e) Kl. Wiesenknopf, f) Taubenkropf-Leimkraut und g) Herbst-Löwenzahn (unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede innerhalb einer Art zwischen den Monaten)

5.2.2 BESTÄUBERBEOBACHTUNGEN IM EXAKTVERSUCH

Bei der Beobachtung der Bestäuber auf den bayerischen Flächen im Mai konnten Honigbienen, Hummeln, Schwebfliegen, Tagfalter und Wildbienen bei allen Nutzungsregimen in den Mischungen Leguminosen, Kräutern und Vielfalt beobachtet werden, wobei Honigbienen den größten Anteil der Blütenbesucher ausmachten. Es wurden an Inkarnat-, Rot- und Gelbklee sowie an Kornblumenblüten Bestäuber festgestellt, wobei sich deutlich eine Präferenz für den Inkarnatklee zeigte (Abbildung 15). Hierbei wurden aus allen Kategorien, also sowohl Honigbienen, Hummeln, Wildbienen, Schwebfliegen wie auch Falter am Inkarnatklee beobachtet. Aber auch an Rot- und Gelbklee fanden sich Bestäuber aus allen Kategorien. In der Kontrolle wurde Im Mai lediglich eine Honigbiene an Inkarnatklee gesichtet, der Inkarnatklee hätte aber gar nicht in der Kontrolle stehen sollen und war vermutlich durch in der Sämaschine festgehangenes Saatgut versehentlich in der

Kontrolle. Am wenigsten von den Bestäuberkategorien waren die Tagfalter festzustellen, diese wurden nur in den Mischungen Kräuter und Vielfalt gesichtet. Auch von den Schwebfliegen wurden nur einzelne Exemplare gesichtet. Der statistischen Analyse zufolge es einen signifikanten Einfluss der Mischung ($p<0,05$). Hierbei war die Mischungsvariante Kontrolle signifikant niedriger als die anderen Mischungen, bis auf Cut+Carry lag diese bei 0 Bestäubern (Tukey-Test, $p<0,05$). Bei den Kräutern zeigte sich vor allem die Kornblume als attraktiv für die Bestäuber. Das Nutzungsregime hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Blütenbesuche.

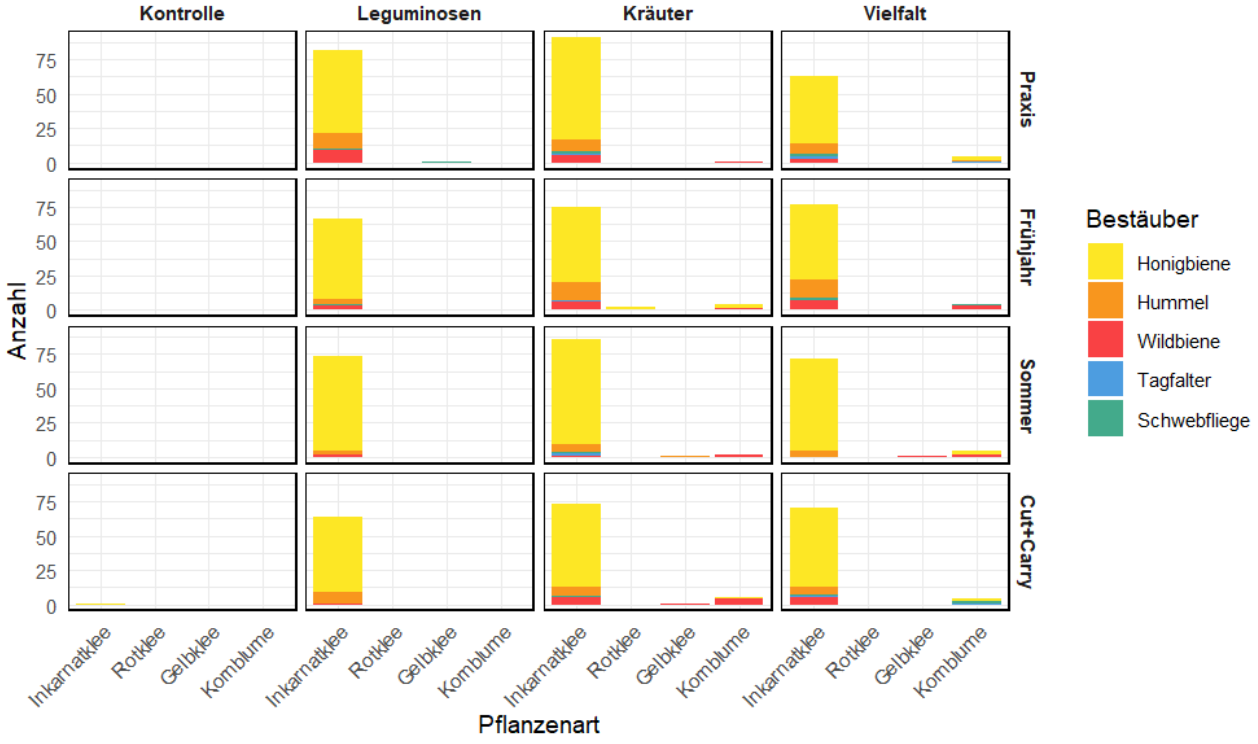


Abbildung 15: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen im Mai gemittelt über alle Jahre am Neuhof für die Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt und die Nutzungsvarianten Praxisübliche Nutzung (Praxis), Frühjahrsblüte (Frühjahr), Sommerblüte (Sommer) und Cut+Carry

Bei den Bestäuberbeobachtungen vor der letzten Nutzung im Herbst wurden deutlich weniger Bestäuber als im Frühjahr beobachtet. Auch hier wurden Honigbienen, Schwebfliegen, Hummeln, Wildbienen und Tagfalter gesichtet vor allem am Rotklee, aber auch an Luzerne und Weißklee, wenn gleich auch lange nicht so viele wie im Mai am Inkarnatklee (vgl. Abbildung 15). Honigbienen waren zahlenmäßig am stärksten vertreten, wobei diese rund dreifach weniger als im Frühjahr vertreten waren, von Tagfaltern und Wildbienen konnten im Herbst nur einzelne Exemplare beobachtet werden. Im Vergleich zum Frühjahr wurden deutlich mehr Schwebfliegen (rund zehnmal so viele wie im Frühjahr) und Hummeln (rund 1,7-fach mehr als im Frühjahr) gesichtet in allen Mischungen und bei allen Nutzungsregimen, Wildbienen gab es im Frühjahr mehr als sechsmal so viele. Wenn der Schwedenklee in der Mischung enthalten war (Vielfalt), war auch dieser attraktiv für Bestäuber. Die praxisübliche Variante und die Frühjahrsblüte zeigten in allen Mischungen tendentiell niedrigere Insektenabundanzen, allerdings konnten für den Herbsttermin keine signifikanten Unterschiede für beide Faktoren festgestellt werden (Abbildung 16).

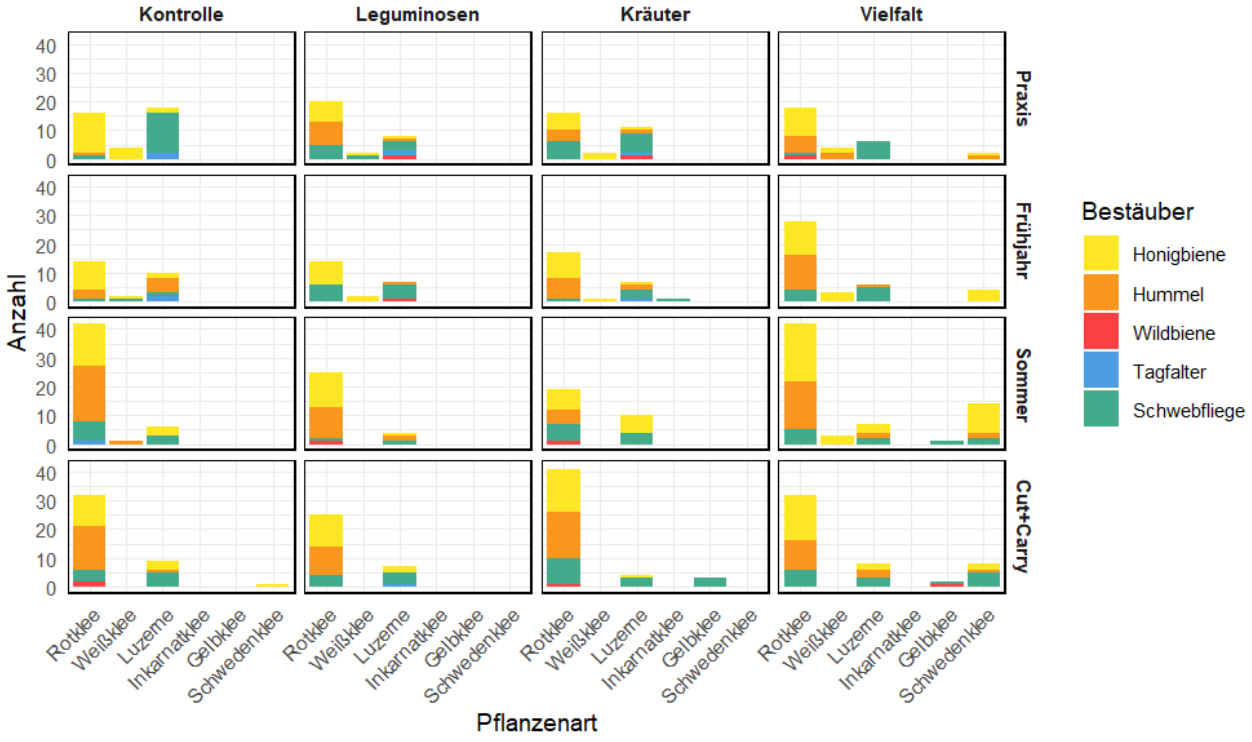
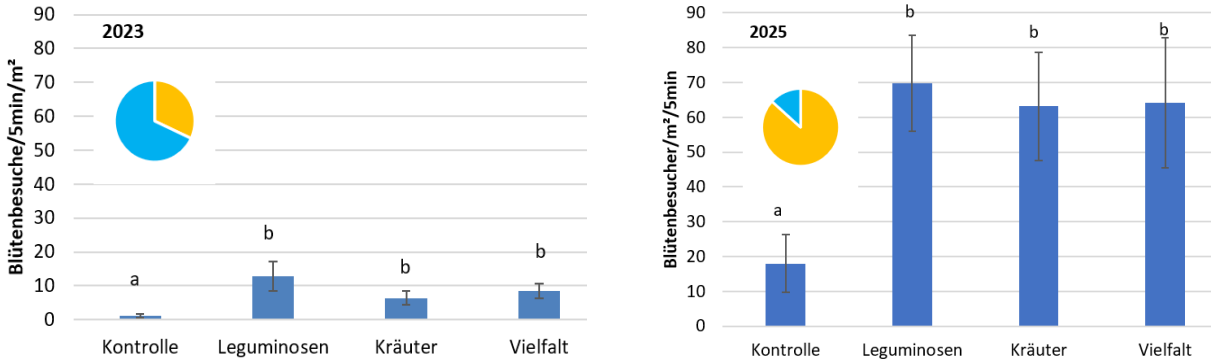


Abbildung 16: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen im September gemittelt über alle Jahre am Neuhof für die Mischungen Kontrolle, Leguminosen, Kräuter und Vielfalt und die Nutzungsvarianten Praxisüblich (Praxis), Frühjahrsblüte (Frühjahr), Sommerblüte (Sommer) und Cut+Carry

In NRW konnten aus zeitlichen Gründen im Exaktversuch am Wiesengut nur im Mai 2023 und im Mai 2025 die Blütenbesuche für jeweils 5 min je Parzelle erfasst werden, daher wurden diese Ergebnisse separat verrechnet. Dabei wurden am 16.05.2023 insgesamt 463 Besucher (davon 148 Honigbienen, 101 Steinhummeln, 142 andere Hummeln und 72 sonstige) beobachtet, am 13.05.2025 konnten insgesamt 902 Bestäuber (davon 782 *Apis mellifera,* 10 Schwebfliegen, 2 Hummeln und 29 andere Wildbienen) festgestellt werden (Abbildung 17). In beiden Jahren ergab sich - bei unterschiedlichem Gesamtniveau der Blütenbesuchsanzahl - ein ähnliches Bild. Die Blütenbesuche wurden durch alle drei Varianten Leguminosen, Kräuter und Vielfalt, im Vergleich zur Kontrollvariante signifikant gesteigert.



unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen innerhalb eines Jahres; (Tukey, p<0,05)

Abbildung 17: Mittlere Gesamtzahl der Blütenbesuche (je 5 min je m²) in den Mischungsvarianten nach Beobachtungen am a) 16.5.2023 (links) und b) 13.5.2025 (rechts), Mittelwerte und Standardfehler. Die Kreisdiagramme geben den Anteil der Honigbienenbesuche (organgefarben) an der Gesamtzahl der Blütenbesuche an.

5.2.3 NEKTARERFASSUNG

Bei der Nektarmenge wurde zwischen der Nektarmenge pro Blütenkopf und der Nektarmenge pro Einzelblüte unterschieden. Die Nektarmengen im Gewächshaus wurden mit denen im Freiland von den Pflanzenarten Weißklee, Rotklee, Inkarnatklee, Gelbklee, Hornklee, Schwedenklee, Kornblume, Herbst-Löwenzahn und Taubenkropf-Leimkraut verglichen. Dabei wurden bei allen Pflanzenarten, abgesehen von Inkarnatklee, signifikant höhere Nektarmengen pro Blütenkopf im Freiland als im Gewächshaus erreicht. Pro Blütenkopf wiesen im Gewächshaus Inkarnatklee, Rotklee und Schwedenklee die höchsten Nektarmengen auf, während Gelbklee und Herbst-Löwenzahn die geringsten Werte hatten. Im Freiland erreichten Rotklee, Weißklee und Schwedenklee die höchsten Nektarmengen pro Blütenkopf, Gelbklee blieb auch hier am niedrigsten. Pro Einzelblüte hatte Taubenkropf-Leimkraut im Gewächshaus (2,97 µl) und im Freiland (6,65 µl) signifikant höhere Nektarmengen als die anderen Pflanzenarten. Im Gewächshaus folgten Kornblume und Hornklee, im Freiland Hornklee und Luzerne. Die geringsten Einzelblüten-Nektarmengen traten bei Gelbklee und Herbst-Löwenzahn auf (Abbildung 18).

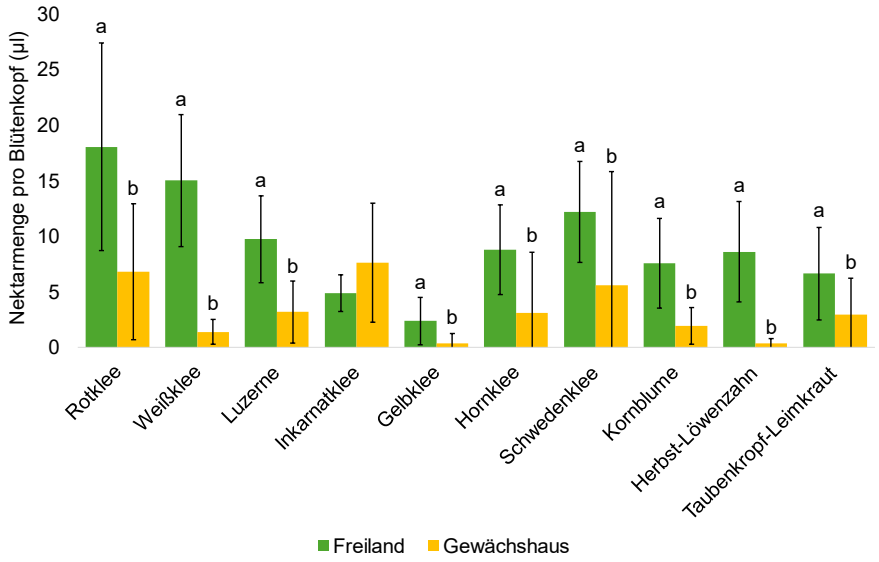


Abbildung 18: Nektarmenge je Blütenkopf im Freiland (Wiesengut und Lescheid) und Gewächshaus 2024; unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05)

Beim Vergleich zwischen den Nektarmengen der beiden Standorte Lescheid und Wiesengut wurden bei einigen Pflanzenarten Unterschiede festgestellt. Die Nektarmenge pro Blütenkopf war bei Weißklee und Hornklee am Standort Wiesengut signifikant höher (Abbildung 19). Andere Arten hatten nur tendenziell höhere Werte an einem der Standorte. Eine signifikant höhere Nektarmenge pro Einzelblüte zeigten Rotklee, Schwedenklee und Kornblume am Standort Lescheid und Hornklee am Standort Wiesengut (Abbildung 20). Somit gab es keinen klaren Trend bezüglich eines Standorteffekts auf die Nektarmenge.

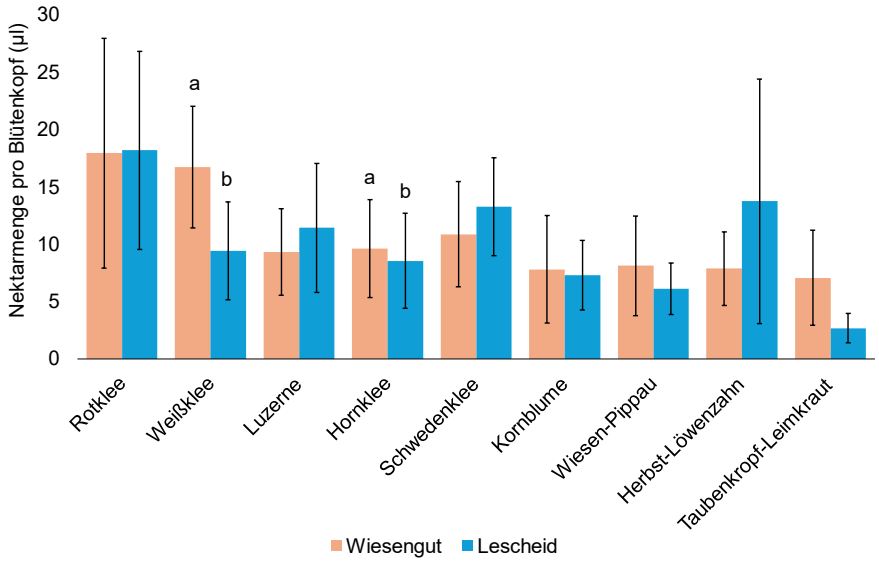


Abbildung 19: Nektarmenge je Blütenkopf im Freiland an den Standorten Wiesengut und Lescheid in 2024 (Juni – August); unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05)

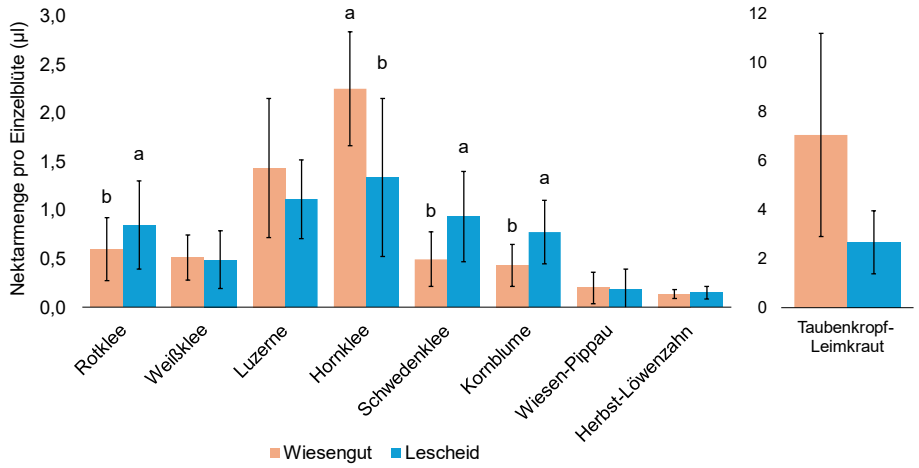


Abbildung 20: Nektarmenge je Einzelblüte im Freiland an den Standorten Wiesengut und Lescheid in 2024 (Juni – August); unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Standorten je Pflanzenart (Tukey, p<0,05)

Abbildung 21 zeigt die durchschnittliche Nektarmenge pro Blütenkopf sowie die Anzahl der Blütenköpfe pro Quadratmeter. Die höchste Anzahl an Blütenköpfen pro Quadratmeter hatte der Inkarnatklee mit 537,85 Blütenköpfen/m^2, während Herbst-Löwenzahn mi t1,27 Blütenköpfen/m^2 am wenigsten aufwies. Hinsichtlich der Nektarmenge pro Blütenkopf zeigte der Rotklee mit 18,07 µl die höchsten Werte, wohingegen Gelbklee mit 2,37 µl am Ende rangierte. Bei der gemessenen Analyse überschritt lediglich der Inkarnatklee die Schwelllinie von 1 ml/m^2, während alle anderen Pflanzenarten unterhalb dieser Linie lagen. Der Schwedenklee zeigte Werte knapp unterhalb der Schwellline und war daher nach dem Inkarnatklee die vielversprechendste Art. Generell schnitten die Kleearten – insbesondere der Inkarnatklee, aber auch der Schwedenklee und Rotklee – in Analyse besonders gut ab. Herbst-Löwenzahn hingegen zeigte sowohl in der Nektarmenge als auch in der Anzahl der Blütenköpfe pro Quadratmeter mit Abstand die geringsten Werte.

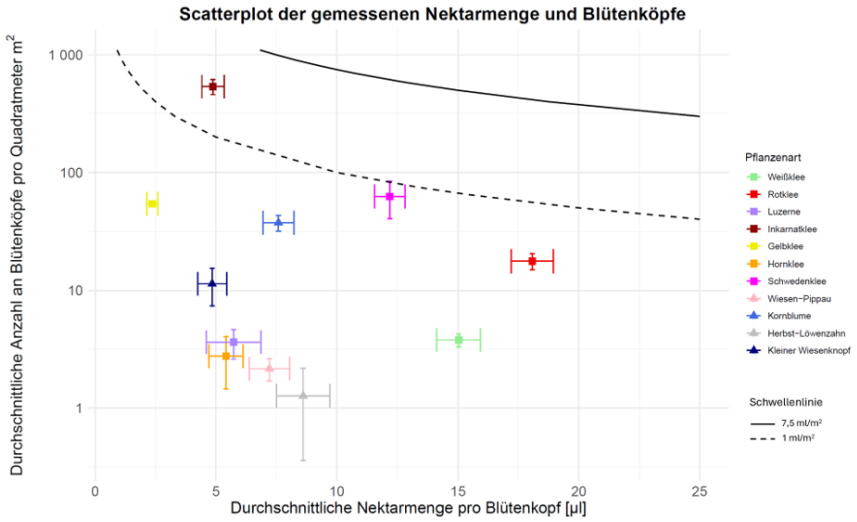


Abbildung 21: Gemessene durchschnittliche Nektarmenge pro Blütenkopf [µl] und durchschnittliche Anzahl an Blütenköpfen pro Quadratmeter [m2], Leguminosen sind mit einem Quadrat und Kräuter mit einem Dreieck dargestellt, der Standardfehler ist als Fehlerbalken angegeben, die Schwelllinie wurde bei 7,5ml/m2 und 1 ml/m2 festgelegt, um Arten oberhalb bzw. unterhalb dieses Wertes zu unterscheiden.

5.3 VERSUCHSSERIE B: ERGEBNISSE AUF DEN PRAXISFLÄCHEN

In diesem Kapitel werden alle Ergebnisse auf den Praxisflächen vorgestellt. Diese umfassen sowohl agronomische Erhebungen wie den Deckungsgrad als auch die Blütenerfassungen und die Bestäuberbeobachtungen. Ein weiterer Punkt sind im Folgenden die Kescherfänge mit den daraus resultierenden Blüten-Insekten-Beziehungen.

5.3.1 DECKUNGSGRADSCHÄTZUNGEN PRAXISFLÄCHEN

Bei der Auswertung des Deckungsgrades für die Praxisflächen mussten die Daten transformiert werden, da die Voraussetzungen für die ANOVA nicht gegeben waren. Dargestellt werden daher transformierte Daten und Originalwerte für die Anteile offener Boden, Mulch, Leguminosen, Gras und Kräuter (Tabelle 59). Signifikante Unterschiede zwischen Referenz und Findig-Mischung wurden für die Parteien Gras und Kräuter festgestellt. In der FINDIG-Mischung konnte ein signifikant höherer Kräuteranteil festgestellt werden, in der Referenz gab es einen signifikant höheren Grasanteil (Tabelle 59).

Tabelle 59: AUC in % für die Praxisflächen 2022-2025 – transformierte Daten und Originalwerte (OW)

	REFERENZ		FINDIG-Mischung	
	transformiert	**OW**	**transformiert**	**OW**
Offener Boden	-0,032	10,3	0,091	9,92
Mulch	-0,005	2,63	-0,110	1,97
Leguminosen	0,037	57,5	-0,114	57,5
Gras	0,244[a]	24,1	-0,153[b]	16,3
Kräuter	-0,511[b]	6,86	0,576[a]	15,2

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Mischungen auf den Praxisflächen (Tukey, $p<0,05$)

5.3.2 BLÜHPHÄNOLOGIE PRAXISFLÄCHEN

Die Auswertung der Blühphänologie auf den bayerischen Praxisflächen ergab insgesamt eine höhere Artenzusammensetzung und auch eine erhöhte Abundanz der einzelnen Arten bei der Vielfaltsmischung. Hier zeigte sich in der Mischung Vielfalt eine höhere Abundanz aller Arten als in der Referenz. Dabei ergaben sich signifikante Unterschiede beim Inkarnatklee ($p<0,001$) und dem Gelbklee ($p<0,05$). Ebenfalls häufig vertreten waren der Rotklee und der Weißklee. In der Vielfalt unterscheidet sich der Inkarnatklee signifikant von allen anderen Leguminosen ($p<0,001$). Im großen Rahmen trat eine höhere Abundanz vor allem in der Vielfaltsmischung auf. Mit $p<0,0001$ wies der Inkarnatklee einen hochsignifikanten Unterschied zwischen der Vielfalt und der Referenz auf. Beim Inkarnatklee in der Vielfalt gab es auch hier einen signifikanten Unterschied zu den anderen

Leguminosen (p<0,001). Das Konfidenzintervall beim Inkarnatklee reicht bis ca. 1700 mittleren Blüten, da die anderen Arten sonst unlesbar wären, wurde dieser abgeschnitten.

Bei den Kräutern waren im kleinen Rahmen vor allem das Taubenkropf-Leimkraut und die Kornblume vorherrschend. Die beiden hatten eine signifikant größere Abundanz auf den Flächen der Vielfaltsmischung als auf denen der Referenzmischung (p<0,001). In der Vielfaltsmischung gab es außerdem signifikant mehr Leimkraut und Kornblume als Herbstlöwenzahn, Kümmel, Wiesenpippau und Schafgarbe. Die Gesamtzahl der Kräuter fiel gering aus. Im großen Rahmen traten mehr Kräuter auf als im kleinen Rahmen. Hier gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Mischungen beim Wiesenknopf (p<0,05), der Kornblume (p<0,05) und dem Leimkraut (p<0,05). Die Schafgarbe und der Kümmel traten am wenigsten auf und waren signifikant geringer als die Kornblume. Allgemein traten hier wieder vor allem Pflanzen in der Vielfaltsmischung auf (Abbildung 22).

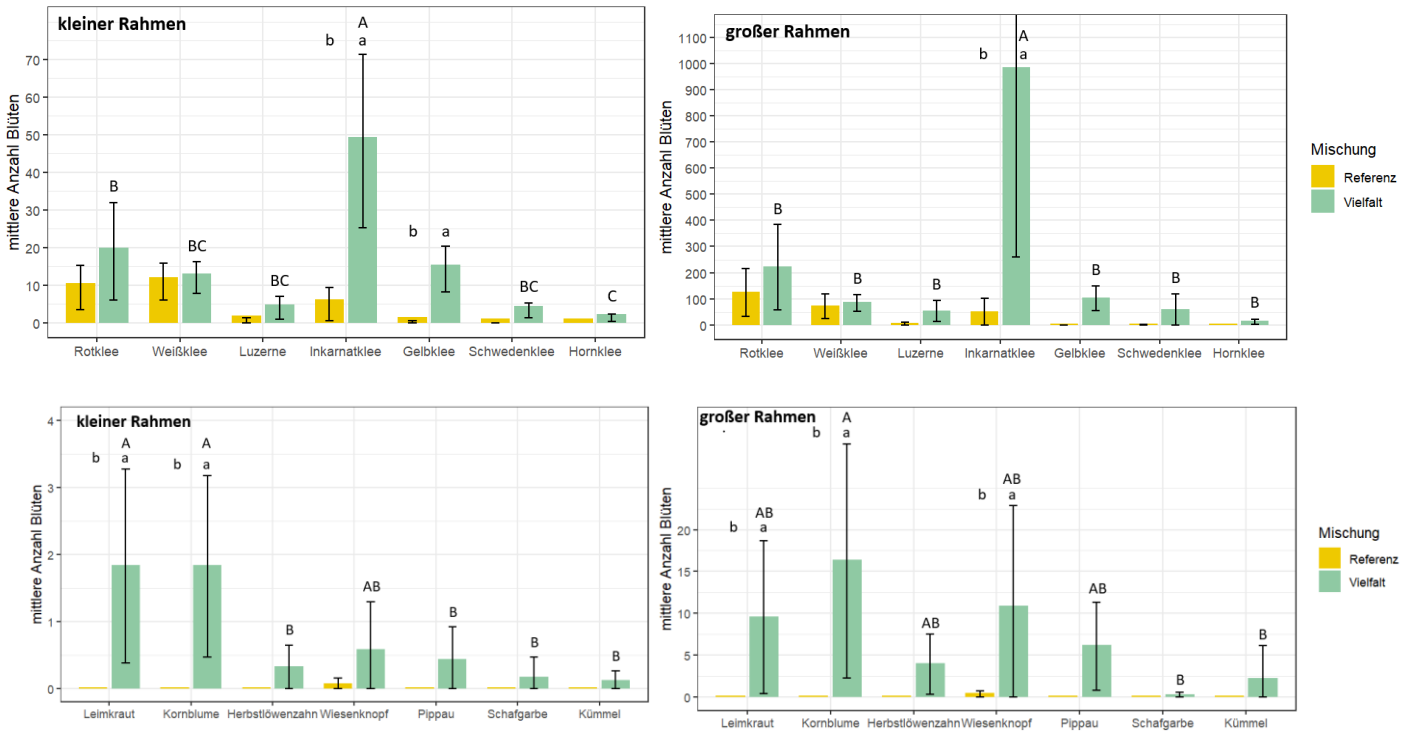


Abbildung 22: Mittlere Anzahl an Blüten der Praxisflächen 2022-2025 im kleinen (0,25 m²) und großen (4 m²) Rahmen; unterschiedliche Großbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Pflanzenarten
unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede innerhalb Pflanzenart zwischen Mischungen (Tukey, p<0,05)

5.3.3 BESTÄUBERBEOBACHTUNG AUF DEN BAYERISCHEN PRAXISFLÄCHEN

Die Bestäuberbeobachtung in NRW fand nur im ersten Jahr im Mai statt, deswegen werden im Anschluss nur die Daten der bayerischen Praxisflächen verrechnet. Bei der Bestäuberbeobachtung wurden in den vier Jahren auf den drei bayerischen Standorten insgesamt 364 Blütenbesucher beobachtet, davon 181 im Mai und 183 im September (Tabelle 60). Am häufigsten wurden Honigbienen gesichtet, gefolgt von Schwebfliegen. In den Vielfaltsmischungen wurden an beiden Terminen mit 238 Individuen mehr als doppelt so viele Insekten beobachtet als auf den

Referenzflächen mit 126 Individuen. Im Mai besuchten die meisten Insekten den Inkarnatklee, wobei in der Vielfaltsmischung fast sieben Mal so viele Bestäuber beobachtet wurden, wie auf den Referenzflächen. Im September besuchten die Bestäuber hauptsächlich den Rotklee, hierbei war die Anzahl der Insekten bei der Vielfalt höher als bei der Referenz, der Unterschied war aber nicht so stark ausgeprägt wie im Mai. In der Vielfalt wurden allerdings auch andere Pflanzenarten häufig besucht, wie beispielsweise der Weißklee oder der Schwedenklee. Obwohl der Weißklee auch in der Referenzvariante enthalten war, gab es hier kaum Blütenbesucher. In der Referenz konnten außerdem keine Tagfalter gefunden werden, in der Vielfalt schon (Abbildung 23).

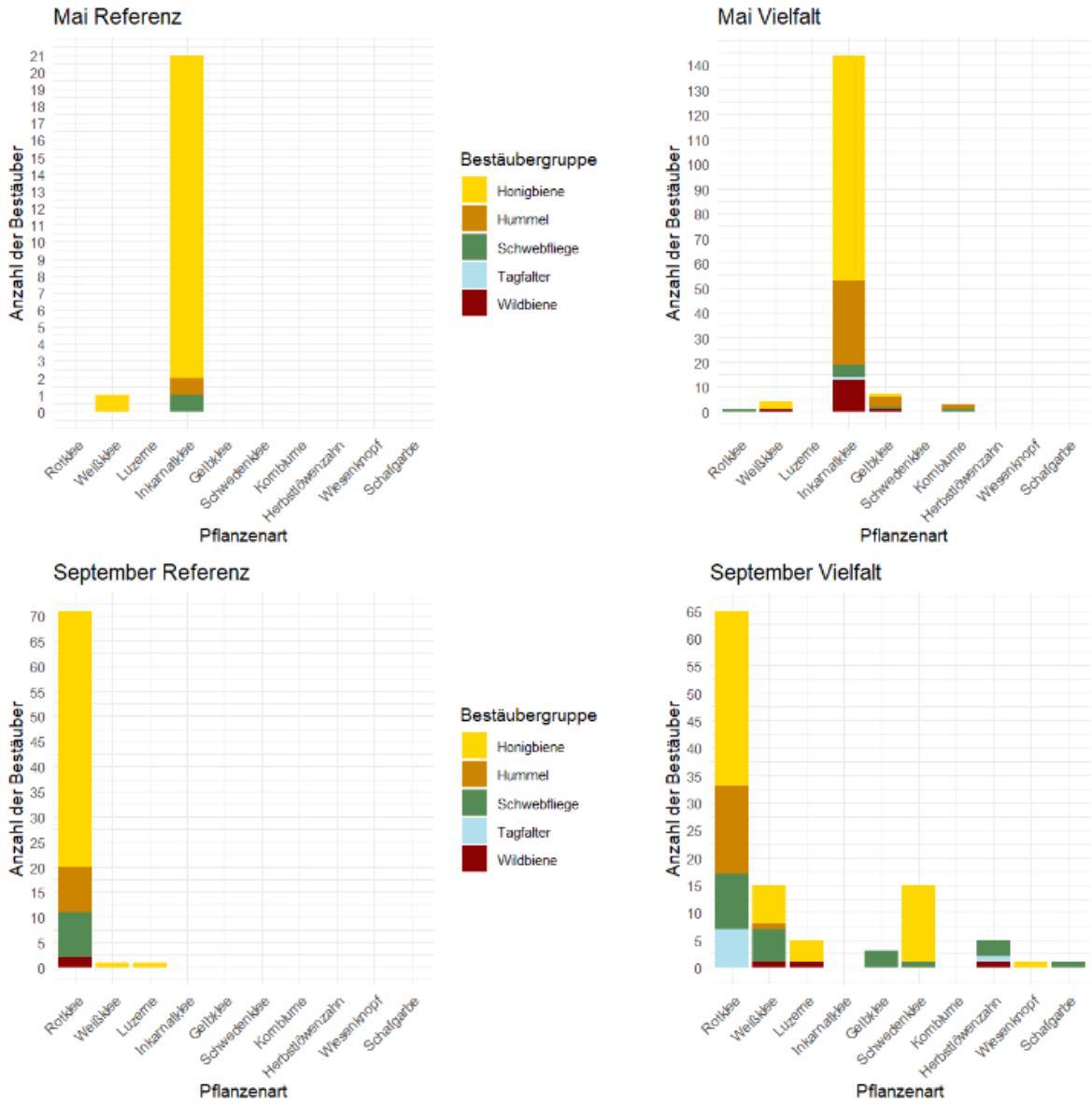


Abbildung 23: Beobachtete Bestäuber-Pflanzen-Interaktionen in den Mischungen Referenz und Vielfalt in der Summe über die drei Standorte im Mai und September auf den bayerischen Praxisflächen

Tabelle 60: Abundanz der blütenbesuchenden Insekten bei der Bestäuberbeobachtung auf den bayerischen Standorten im Mai und September in Summe über die Jahre 2022-2025

		Neuhof		Kranzberg		Hohenkammer	
		Referenz	Vielfalt	Referenz	Vielfalt	Referenz	Vielfalt
Mai	Honigbienen	0	31	3	50	17	14
	Hummeln	0	24	0	12	1	4
	Wildbiene	0	7	0	8	0	0
	Tagfalter	0	0	0	1	0	0
	Schwebfliegen	0	2	0	3	1	3
	Summe	**0**	**64**	**3**	**74**	**19**	**21**
September	Honigbienen	32	45	0	0	21	13
	Hummeln	8	17	0	0	1	0
	Wildbienen	1	1	0	0	1	2
	Tagfalter	0	7	0	1	0	0
	Schwebfliegen	9	12	0	2	0	10
	Summe	**50**	**82**	**0**	**3**	**23**	**25**

Die Analyse zeigte einen signifikanten Effekt der Variante auf die Bestäuberabundanz. Vielfaltsflächen wiesen mit einer 7,23-facher Effektgröße eine signifikant höhere Anzahl an Bestäubern auf als Referenzflächen ($p<0,05$). Bei der Analyse der einzelnen Monate gab es nur im Mai einen signifikanten Unterschied zwischen den Varianten ($p<0,05$), während im September kein signifikanter Unterschied festgestellt wurde (Tabelle 61).

Tabelle 61: Bestäuberbeobachtung im Mittel auf den bayerischen Praxisflächen im Mai und September 2022-2025 (unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen Mischungen)

	Mischung	Honigbienen	Hummeln	Wildbiene	Tagfalter	Schwebfliegen	Summe
Mai	Referenz	1,67	0,08	0,00	0,00	0,08	**1,83** [a]
	Vielfalt	7,92	3,33	1,25	0,08	0,67	**13,25** [b]
September	Referenz	4,42	0,75	0,17	0,00	0,75	**6,08**
	Vielfalt	4,83	1,42	0,25	0,67	02,	**9,17**

untersch. Kleinbuchstaben = sign. Unterschiede zwischen den Mischungen (Tukey, $p<0,05$)

5.3.4 KESCHERFÄNGE

Bei den Kescherfängen auf den Praxisflächen wurden mit 445 im Mittel signifikant (p<0,001) mehr Bestäuber in der Vielfaltsmischung gefunden als in der Referenz mit 182 im Mittel (Abbildung 24).

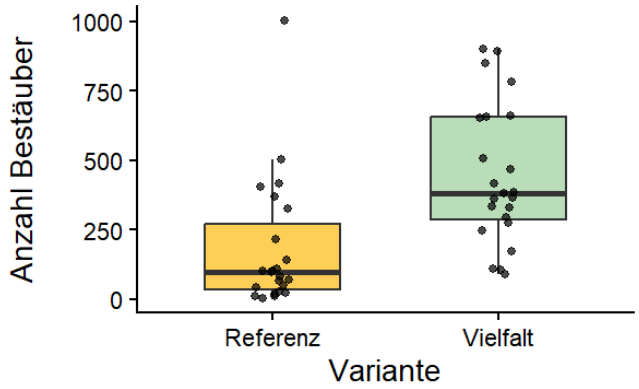


Abbildung 24: Bestäuber in den beiden Mischungen auf den Praxisflächen 2022-2025

Auf den Praxisflächen waren es über den gesamten Projektzeitraum insgesamt 10184 Bestäuber in Bayern, davon 6938 in der Vielfaltsmischung und 3246 in der Referenzmischung. In NRW gab es in der Summe weniger Insekten, hier zählte die Vielfaltsmischung 3129 Bestäuber und in der Referenz waren es 908. Am meisten Individuen wurden in beiden Mischungen bei den Honigbienen gezählt, gefolgt von Hummeln, Schwebfliegen und Tagfaltern. Wildbienen war am wenigsten vertreten (Tabelle 62). 3894 Individuen dieser Zielspezies wurden taxonomisch bestimmt und genutzt, um die Zusammensetzung der Gemeinschaften von Bestäuberinsekten zu analysieren.

Tabelle 62: Abundanz der Bestäuber in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre auf den 8 Standorten der Praxisflächen

Ort	Mischung	Honig-bienen	Hummeln	Wild-bienen	Schweb-fliegen	Tag-falter	Summe
Neuhof	Referenz (n=17)	287	345	27	189	88	**936**
	Vielfalt (n=17)	1818	539	45	250	232	**2884**
Kranzberg	Referenz (n=16)	230	60	9	149	81	**529**
	Vielfalt (n=17)	1290	161	64	318	200	**2033**
Hohen-kammer	Referenz (n=19)	1414	143	22	144	58	**1781**
	Vielfalt (n=19)	1300	313	51	251	106	**2021**
Wiesengut	Referenz (n=9)	243	149	4	13	20	**429**
	Vielfalt (n=12)	929	252	36	43	66	**1326**
Lescheid	Referenz (n=5)	84	33	5	4	4	**130**
	Vielfalt (n=6)	306	61	10	80	22	**479**
Dortmund	Referenz (n=2)	11	78	1	7	4	**101**
	Vielfalt (n=2)	250	395	6	7	3	**661**
Wachtberg	Referenz (n=2)	12	5	0	0	16	**33**
	Vielfalt (n=4)	265	41	0	0	29	**335**
Weeze	Referenz (n=2)	1	70	0	2	142	**215**
	Vielfalt (n=2)	100	191	12	9	16	**328**

Bei der statistischen Auswertung der Bestäuber auf den bayerischen Praxisflächen konnten signifikant mehr Honigbienen, Hummeln und Wildbienen für den ersten Keschertermin (Mai) in der Vielfalt im Gegensatz zur Referenz festgestellt werden (Tabelle 63). Signifikant mehr Tagfalter gab es in der Vielfalt zu Termin zwei, Honigbienen wurden signifikant mehr in der Vielfalt als in der Referenz an Termin drei, Hummeln in der Vielfalt signifikant mehr zum fünften Termin gefangen. In Summe waren es zu jedem Keschertermin mehr Bestäuber in der Vielfalt im Vergleich zur Referenz.

Tabelle 63: Bestäuber der Kescherfänge auf den bayerischen Praxisflächen gemittelt über alle Versuchsjahre

Termin	Mischung	Honig-bienen	Hummeln	Wild-bienen	Tag-falter	Schweb-fliegen	sonstige	Summe
1	**Vielfalt**	117,2[a]	11,8[a]	2,1[a]	3,5	6,0	1,4	139,9[a]
2	**Referenz**	34,3	8,2	2,0	2,5[b]	14,5	1,6	56,8[b]
	Vielfalt	61,6	24,8	3,75	6,7[a]	22,8	1,1	119,7[a]
3	**Referenz**	44,0[b]	24,7	2,0	6,5	11,6	2,3	88,6[b]
	Vielfalt	86,5[a]	27,0	4,4	15,5	23,0	2,0	156,4[a]
4	**Referenz**	49,3	7,4	0,7	5,8	8,3	0,9	71,5
	Vielfalt	62,3	16,5	2,7	6,2	9,9	1,0	97,5
5	**Referenz**	10,	3,4[b]	0,1	4,7	5,6	1,1	56,0
	Vielfalt	47,3	4,9[a]	0,3	12,6	6,3	0,7	110,1

unterschiedliche Kleinbuchstaben = signifikante Unterschiede zwischen den Mischungen (SNK, $p<0,05$)

Es wurden Insekten gesichtet, die auf den jeweiligen Roten Listen der Bundesländer zu finden sind. Beispielsweise wurde in NRW die Vogelwicken-Sandbiene (*Andrena lathyri*) und in Bayern die Waldhummel/Bunthummel (*Bombus sylvarum*) gefunden, die auf den Vorwarnlisten der Roten Liste stehen (siehe Tabelle A 35). Insgesamt wurden 57 verschieden Wildbienenarten (siehe

Tabelle A 33), 9 Falterarten und 45 verschiedenen Schwebfliegenarten gefunden, wobei sich einzelne Tiere derzeit noch in der Nachbestimmung befinden.

Bis auf Ritterfalter und Würfelfalter wurden Tagfalter aus allen Falterfamilien gesichtet (siehe

Tabelle A 34). Die meisten Individuen wurden bei den Weißlingen gefunden (341 in Bayern), gefolgt von Bläulingen (205 in Bayern). Die meistgesichteten Arten waren Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*) mit 119 Individuen (davon 75 in der Vielfaltsmischung) und Kohlweißlinge mit 156 Individuen, meist Kleine Kohlweißlinge (*Pieris rapae*) (davon 120 in der Vielfaltsmischung).

5.3.5 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN BLÜTEN UND BESTÄUBERN

Neben den Gesamtblüten wurden außerdem Rotklee und Inkarnatklee mit den Bestäubern in Zusammenhang gestellt, da diese beiden Arten am häufigsten auf den Praxisflächen vorkamen (siehe Abbildung 22). Die Bestäuber und Pflanzenarten wurden je Ort und Jahr aufsummiert. Die Blütenanzahl im großen Rahmen umfasste drei Jahre (2023-2025), während es im kleinen Rahmen vier (2022-2025) waren. Deshalb ist die Bestäuberanzahl im kleinen Rahmen größer, da hier die Bestäuber aus 2022 mitgezählt wurden (Abbildung 25).

Gesamtblüten

Bei der Gesamtzahl an Blüten in Beziehung mit der Insektenzahl stieg die Zahl der Bestäuber mit zunehmender Blütenzahl bei beiden Varianten in beiden Rahmen. Im **großen Rahmen** nahm die Insektenzahl mit zunehmender Blütenzahl signifikant zu ($p<0,001$), erreichte jedoch bei hoher Blütenzahl eine Art Sättigungseffekt. Weiterhin zeigte die Vielfaltsmischung mehr Insekten als die Referenz bei geringer Blütenanzahl. Wenn die Blütenanzahl stieg, war der positive Zusammenhang zwischen Insekten und Blüten bei der Referenz signifikant höher ($p<0,05$). Das gleiche Muster zeigt sich auch im **kleinen Rahmen** (Abbildung 25 oben).

Rotklee-Blüten

Die Bestäuberanzahl im **großen Rahmen** nahm auch hier mit zunehmenden Rotklee-Blüten signifikant zu ($p<0,05$). Zudem wies die Variante Vielfalt eine höhere Insektenzahl auf als die Referenzvariante ($p<0,001$). Schon bei wenigen Rotklee-Blüten wurden in der Vielfaltsvariante viele Bestäuber beobachtet und erreichte zwischen 400-500 Bestäubern einen Sättigungseffekt. Die Referenzvariante stieg nur auf etwa 100-200 Bestäubern an. Die Interaktion zwischen Rotklee-Blüten und Variante war hingegen nicht signifikant. Im **kleinen Rahmen** nahm die Bestäuberanzahl der Referenz stärker zu als im großen Rahmen, die Vielfaltsvariante war dennoch überlegen im dargestellten Wertebereich (Abbildung 25 Mitte).

Inkarnatklee-Blüten

In **beiden Rahmen** stieg die Kurve der Referenzvariante stärker als die der Vielfalt, der Unterschied war aber nicht signifikant. Außerdem hatte die Vielfaltsvariante ein signifikant höheres Ausgangsniveau bei wenig Blüten ($p<0,05$). (Abbildung 25 unten).

Bei hohen Blütenzahlen lag die modellierte Regressionskurve der Referenzvariante zwar meist über derjenigen der Vielfaltsvariante. Dieser Bereich beruhte bei der Referenz jedoch weitgehend auf Extrapolation, da dort nur wenige oder keine tatsächlichen Beobachtungen vorliegen. Die breiten Konfidenzintervalle verdeutlichen die hohe Schätzunsicherheit. Die Vielfaltsvariante war in diesem

Bereich zudem empirisch besser abgesichert, da hier mehr tatsächliche Beobachtungen bei positiven beziehungsweise hohen Blütenzahlen vorlagen. Ihre Regressionskurve basierte auf beobachteten Daten. Bei steigender Blütenzahl nahm die Bestäuberanzahl in der Vielfaltsvariante zunächst stark zu. Mit zunehmender Blütenzahl flachte der Anstieg jedoch ab, was auf einen Sättigungseffekt hindeutet: Zusätzliche Blüten führten dann nur noch zu einem geringen weiteren Anstieg der Bestäuberanzahl.

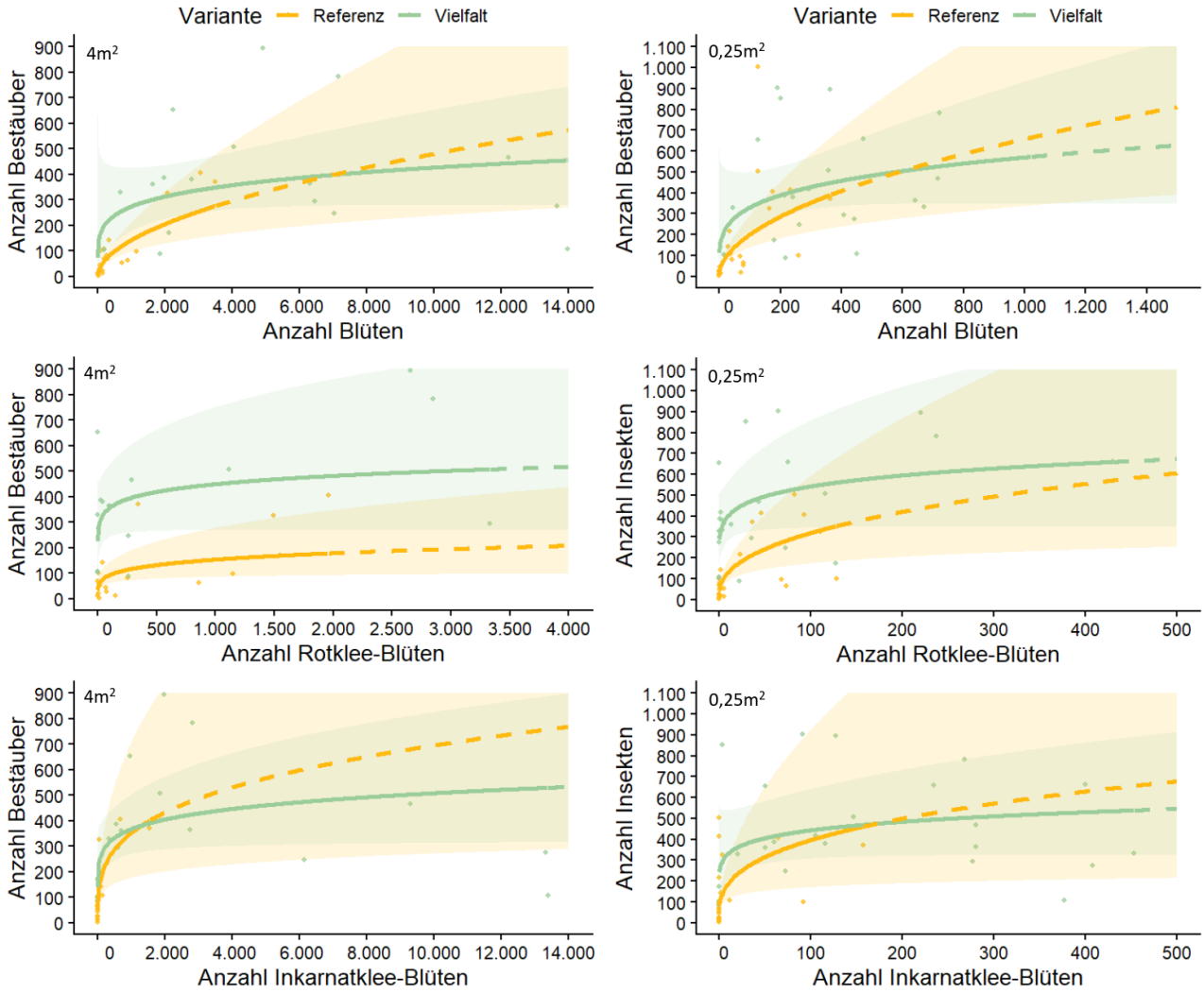


Abbildung 25: Nichtlineare Regressionsanalysen für beide Mischungen zwischen Anzahl beobachteter Insekten und Anzahl der Gesamtblüten, der Rotklee-Blüten und der Inkarnatklee-Blüten, Beobachtungen im großen (links, 4 m²) und kleinen (rechts, 0,25 m²) Rahmen;

6 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

6.1 AGRONOMIE KLEEGRAS

6.1.1 KLEEGRAS-TROCKENMASSEERTRÄGE

Die **Kleegras-Gesamtjahreserträge** rangierten im Mittel der Jahre und Orte zwischen 75,5-106,7 dt/ha. Die Praxisübliche Nutzung hatte die höchsten Erträge, unterschied sich aber nicht signifikant von der Leguminosen- und Kräutermischung der Nutzungsvariante Cut+Carry. Beim Vergleich von Schnittsystemen von Grünland in einem Versuch in Südwestdeutschland erreichte wie in unserem Projekt das Drei-Schnitt-System die höchsten Trockenmasseerträge im Vergleich zum Zwei-Schnitt-System mit verzögertem zweitem Schnitt (VON COSSEL *et al.* 2019). ELSÄßER (2007) zeigten, dass ein fünfschnittiges System im Grünland in Jahren mit viel Niederschlag den höchsten Trockenmasseertrag brachte, während in trockenen Jahren das zweischnittige System besser war. Die Nutzungshäufigkeit ist somit abhängig von den Wetterbedingungen im jeweiligen Jahr. In den beiden Nutzungsvarianten Sommerblüte und Cut+Carry waren die Erträge in den vielfältigeren Mischungen höher als in der Kontrollmischung. In einem Versuch in Göttingen wurde mit einer Biodiversitätsmischung mit 32 Arten in einem zweischnittigen System ein Ertrag von 107 dt/ha erreicht, während die herkömmliche Kleegrasmischung nur 89 dt/ha erzielte (MALEC *et al*. 2017). Auch LORENZ *et al.* (2017) zeigten, dass eine Beimischung von Kräutern und Hornschotenklee unter verschiedenen Nutzungshäufigkeiten nicht zu einer Minderung des Jahresertrages führten. Darüber hinaus kann eine höhere Pflanzenvielfalt die Stabilität der Erträge auch während Dürreperioden verbessern (HAUGHEY *et al*. 2018). Mit 47,5 dt/ha wies die Variante Kontrolle signifikant geringere Erträge **bei der ersten Nutzung** im Vergleich zu den anderen drei Mischungen auf. Dies lässt sich durch das Vorhandensein von Inkarnatklee in den anderen Mischungen erklären, der oft bis zu 50% in der Mischung beim ersten Schnitt ausmachte (Abbildung 6). Die Frühjahrsblüte wies bei der **zweiten Nutzung** im Juli höhere Erträge auf als die praxisübliche Nutzung, da diese hier zum ersten Mal geschnitten wurde, im Gegensatz zu den anderen Varianten, bedingt durch die längere Standzeit von Herbst bis Juli hat die Frühjahrsblüte deutlich mehr Masse bilden können als die Praxisübliche Variante, die nur rund 8 Wochen Standzeit hatte. Die Praxisübliche Variante zeigte bei der Kontrolle höhere Erträge als bei den vielfältigeren Mischungen, da in diesen Mischungen der hohe Anteil des Inkarnatklees wegfällt. Während in der Kontrolle kein Inkarnatklee vorhanden war und damit die anderen Kleepartner in der Mischung schon besser entwickelt waren und schneller wieder weiterwachsen konnten. Das gleiche zeigt sich auch bei der **dritten Nutzung**. Hier konnte allerdings kein Unterschied zwischen der Kontrolle und der Leguminosenmischung festgestellt werden. Beide Mischungen zeigten im August einen hohen Anteil an Rotklee, besonders in Sommerblüte und Cut+Carry (Abbildung 12). Beim Vergleich mehrerer Schnitttermine wurde festgestellt, dass Rotklee einen Ertragszuwachs von 2,4 dt/ha pro Tag erreicht, wenn der Schnitt zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt, jedoch zulasten der Qualität (HAAS 2003; WIERSMA *et al.* 1998). Sommerblüte und Cut+Carry erreichten hier signifikant höhere Erträge als die praxisübliche Nutzung. Sommerblüte und Cut+Carry wiesen höhere Erträge auf als die praxisübliche Nutzung, diese wiederum höheren Erträge als die Frühjahrsblüte: auch dies lässt sich auf die unterschiedlichen Standzeiten zurückführen, im September hatten Sommerblüte und Cut+Carry

knapp 4 Monate (Mai - September) Stand- und damit Wachstumszeit, während hingegen Praxisübliche Nutzung und Frühjahrsblüte im Juli geschnitten wurden und somit nur knapp 2 Monate (Juli -September) Zeit hatten Masse zu bilden. Bei der Frühjahrsblüte wurde beim Julischnitt wesentlich mehr Mulchmasse (Material der Standzeit von Herbst bis Juli) auf den Parzellen belassen im Vergleich zur Praxisüblichen Nutzung (Material vom Aufwuchs von Mai- Juli), so dass es der Durchwuchs in den Praxisüblichen Varianten leichter hatte durch die vorhandene Mulchauflage zu kommen und schneller mehr Aufwuchs zu bilden. Insgesamt hat es der Durchwuchs in der Praxisüblichen Nutzung nach kürzerer Standzeit und damit geringerer Mulchauflage einfacher, er kann schneller durch die schneller verrottende Mulchschicht gelangen und schneller aufwachsen als in den Nutzungesregimen mit zweimaliger Nutzung (längere Aufwuchszeit und größere Mulchauflage). Dies zeigt sich auch bei Cut+Carry - hier ist wegen der Abfuhr keine Mulchauflage in den Parzellen und in den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt (trotz des vorhandenen Inkarnatklees) unterscheiden sich die Gesamttrockenmasseerträge zwischen Praxisüblicher Nutzung und Cut+Carry nicht.

6.1.2 DECKUNGSGRADSCHÄTZUNGEN UND ARTSORTIERUNG IM KLEEGRAS

Festzustellen war bei der Artzusammensetzung der Bestände auf den Exaktversuchen, dass es standortübergreifende Gemeinsamkeiten gab. So war im Frühjahr, vor dem ersten Schnitt eine deutliche Dominanz des Inkarnatklees festzustellen, wobei der Anteil im Mittel um die 50 % lag. Wie erwartet war der Anteil des Inkarnatklees nach dem ersten Schnitt verschwindend gering. Inkarnatklee besitzt zwar eine rasche Jugendentwicklung, ist später im Jahresverlauf aber nicht konkurrenzstark (AGFF). Es dominierten nun eher die Leguminosenarten Rotklee und Weißklee. Das Beikraut konnte erwartungsgemäß unterdrückt werden und lag an jedem Standort unter 10 %, z.T. auch unter 5 %. Kleegras weist eine beikrautunterdrückende Wirkung auf. Wie CONNOLLY *et al*. (2018) zeigten, ist es dabei irrelevant, welchen Anteil die Mischungspartner bei der Saat haben. Im Mai vor der ersten Nutzung zeigte sich dies bereits beim Vergleich der Mischungen, dabei hatte die Kontrolle einen signifikant höheren Beikrautanteil als die anderen vielfältigeren Mischungen (Abbildung 5). Der Vergleich der beiden Abbildungen (Abbildung 6, Abbildung 7) zeigt auch, dass der Leguminosenanteil in den vielfältigeren Mischungen nahezu gleichbleibt, während dieser in der Kontrolle steigt. Unter günstigen Wetterbedingungen wird das Wachstum und die vegetative Ausbreitung der Leguminosen gefördert (JANSONE *et al*. 2010). In den vielfältigeren Mischungen stieg der Anteil nicht, da der Inkarnatklee nach der ersten Nutzung weitestgehend ausfiel. Das gleiche zeigt sich auch bei der Deckungsgradschätzung: bei den dreifachen Nutzungen wies die Kontrolle mehr Leguminosen auf als die anderen Mischungen, da durch das Schneiden der Inkarnatklee-Anteil stark abnahm (Abbildung 4). Weiterhin konnte beobachtet werden, dass der Grasanteil während der Vegetationsperiode anstieg, in den Nutzungsvarianten Frühjahrsblüte, Sommerblüte und Cut+Carry gab es dabei einen etwas höheren Anstieg als in der Praxisüblichen Variante. In einem Versuch der LfL zur Grünlandextensivierung wurde gezeigt, dass der Grasanteil mit geringerer Nutzungsintensität abnimmt, allerdings bedarf diese Aussage einer Differenzierung hinsichtlich der Artzusammensetzung der Gräser. Glatthafer, welcher auch Bestandteil unserer

Mischungen war, profitiert nämlich von einer Extensivierung (LfL Grünlandextensivierung o.J.). Die Deckungsgradschätzung ergab auch, dass der Grasanteil in der Vielfaltsmischung am geringsten war, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass diese Mischung so viele Arten enthielt, das es zwischen den Arten eine höhere Konkurrenz zugunsten der Nicht-Gräser gab (LORENZ *et al*. 2020). Die Kräuter in den Mischungen Kräuter und Vielfalt konnten sich 2023 an allen Standorten besser etablieren. Zum ersten Schnitt im Mai war vor allem die Kornblume neben dem Inkarnatklee der dominante Gemengepartner mit bis zu 9 % Anteil. Aber durch die Schnittempfindlichkeit konnte die Kornblume, genauso wie der Inkarnatklee, in den weiteren Schnitten kaum mehr gefunden werden (Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co KG).

Dies spiegelte sich auch in der Berechnung von AUC bei der Deckungsgradabschätzung wider, hier gab es die meisten Kräuter bei der Frühjahrsblüte, zurückzuführen auf die Kornblume, welche sich durch den späten Schnitt gut etablieren konnte. Aufgrund ihrer Schnittunverträglichkeit ist diese nach dem Schnitt kaum noch vertreten, da sie nicht neu austreibt (PFIFFNER 2008). Ab Juli nahm dann auch hier der Anteil ab, als die erste Nutzung in dieser Variante erfolgte, bis sie dann im August nicht mehr vorkam (Abbildung 11, Abbildung 12). Der Kleine Wiesenknopf und der Wiesen-Pippau waren vor allem zum letzten Schnittereignis in der Vielfaltsmischung zu finden (Abbildung 7). Der Wiesen-Pippau, der sich auch gut etablieren konnte, ist eine charakteristische Art auf Wiesen mit Glatthafer, welcher ebenfalls Bestandteil der Kräuter und Vielfaltsmischung war (DIRAN 2004). Auch typisch auf Glatthaferwiesen ist der Kleine Wiesenknopf, der sich gut in der Vielfaltsmischung etablieren konnte (LFI 2024). Die meisten Kräuter gelten zwar schnittfest und trieben auch wieder aus, besitzen jedoch gegenüber der legumen Mischungspartner im Kleegras eine geringe Konkurrenzkraft. Auch MÖRHLE *et al*. (2022) fanden eine insgesamt geringe Abundanz der Kräuter bei einer Etablierung artenreicher Nachsaatmischungen in mittelintensiv genutzten Grünlandbeständen verschiedener Naturräume Bayerns.

Das Johanniskraut wies neben der geringen Konkurrenzkraft eine niedrige Keimfähigkeit auf. Zudem bevorzugt es magere, nährstoffarme Böden. In einem Versuch mit Weidelgras wurde das Johanniskraut um 90% vom Weidelgras zurückgedrängt (VILÀ *et al.* 2003) Die kleine Braunelle als niedrigwachsende Pflanze scheint in dem starken Kleegras chancenlos, obwohl sie eine hohe Schnitttoleranz besitzt (LFI 2024). Ebenso wurde der Echte Dost auf keinem der Standorte gefunden, was ebenso auf seine niedrige Konkurrenzkraft gegenüber Gräsern wie z.B. Glatthafer zurückzuführen ist (KAULFUß *et al*. 2022). Es zeigte sich also, dass die Kräuter im Kleegras eine geringe Konkurrenzkraft hatten.

6.1.3 QUALITÄTEN IM KLEEGRAS

N-Gehalt und N-Ertrag

Hinsichtlich der Schnitthäufigkeit wird aus verschiedenen agronomischen bzw. futterbaulichen Gründen häufig eine höhere Schnitthäufigkeit sowie ein früher Schnittzeitpunkt angestrebt. Im durchgeführten Projekt lag der Fokus vor allem auf viehlosen und vieharmen Betrieben, jedoch sind Erkenntnisse aus der Schnittnutzung für die Futtergewinnung auch hier interessant. An drei Standorten wurden in den Jahren 2022-2025 jeweils zwei- bzw. dreimal je Vegetationsjahr der N-Gehalt im Kleegras ermittelt. Bei der **ersten Nutzung** wies die Kontroll-Mischung einen signifikant geringeren N-Gehalt auf als die anderen Mischungen, vermutlich durch den höheren Gras- und geringeren Leguminosenanteil im Vergleich zu den anderen drei Mischungen, bei denen der Leguminosenanteil fast doppelt so hoch war wie der der Kontrolle (Abbildung 5). Klee hat einen höheren N-Gehalt als Gras und daraus resultieren der geringere N-Gehalt der Kontrolle (MAHNKE *et al.* 2016). Auch RESCH (2016) zeigte dies, wobei der Leguminosenanteil wie in dieser Arbeit einen signifikanten Einfluss auf den Rohproteingehalt hatte.

Bei der **zweiten Nutzung** im Juli hatte die Praxisübliche Variante unabhängig von der Mischung stets einen höheren N-Gehalt als die Frühjahrsblüte. Zum zweiten Nutzungstermin war die praxisübliche Variante bedingt durch den hier bereits erfolgten Schnitt im Mai mit jeweils 6-8 Wochen Aufwuchszeit zwischen den Schnitten physiologisch jünger als die Variante mit der längeren Standzeit (Frühjahrsblüte ohne Schnitt seit Ansaat im Herbst des Vorjahres) und hatte demnach einen höheren N-Gehalt. Bei praxisüblicher Nutzung hat die Kontroll-Mischung einen höheren N-Gehalt als die Mischung Leguminosen, was auf den hohen Rotklee-Anteil zurückzuführen sein kann. Wie die Blühphänologie im Exaktversuch im Juli zeigte, kam in der Kontrolle mehr Rotklee vor als in den vielfältigeren Mischungen (Abbildung 11). Der Vergleich verschiedener Pflanzenarten im Kleegras zeigte, dass Rotklee mit 105 g/100 g XP im Vergleich zu Hornklee (84 g/100 g XP) und Weißklee (76 g/100 g XP) höhere Proteingehalte und damit einen höheren N-Gehalt aufwies (HAMACHER *et al*. 2014).

Bei der **dritten Nutzung** im Herbst gab es für das Nutzungsregime signifikante Unterschiede, hier wies die praxisübliche Nutzung einen höheren N-Gehalt auf als die Frühjahrsblüte, diese hatte wiederum einen höheren Gehalt als Sommerblüte und Cut+Carry. Dies war auch hier erwartbar, bedingt durch die kürzere Aufwuchszeit von praxisüblicher Nutzung und Frühjahrsblüte (6-8 Wochen) im Vergleich zu der von Sommerblüte und Cut+Carry (12-16 Wochen), waren die Pflanzen bei Sommerblüte und Cut+Carry physiologisch älter als die anderen beiden Nutzungsvarianten.

Der aus dem Gesamtertrag und dem N-Gehalt resultierende N-Ertrag war bei der Praxisüblichen Variante im Vergleich zu den anderen drei Nutzungsvarianten signifikant am höchsten. Die Varianten Sommerblüte und Cut+Carry lagen im mittleren Bereich, während die Frühjahrsblüte (außer Kontrolle) die geringsten N-Erträge aufwies. In den beiden Varianten Sommerblüte und Cut+Carry waren die drei vielfältigeren Mischungen signifikant höher als die Kontrolle. RESCH (2016) zeigte, dass mit zunehmender Nutzungsintensität, von zwei auf vier Schnitte, die Rohproteingehalte durch einen höheren Leguminosenanteil signifikant gesteigert wurden. Auch bei LORENZ *et al.*

(2014) fanden sich mit höherer Nutzungsfrequenz höhere Rohproteingehalte bei verschiedenen Kleegrasbeständen. In FINDIG war der N-Ertrag des dreischnittigen Systems ebenfalls höher als in dem zweischnittigen System. Bei der **ersten Nutzung** wies die Mischung Kontrolle einen signifikant geringeren N-Ertrag als die anderen drei Mischungen, dies ist auf den geringeren N-Gehalt der Kontrolle zurückzuführen, bedingt durch den höheren Gras- und geringeren Leguminosenanteil (siehe N-Gehalt). Bei der **zweiten Nutzung** gab es bei der Kontrollmischung keine Unterschiede zwischen den Nutzungen. Bei den drei anderen Mischungen ist der N-Ertrag der Frühjahrsblüte jeweils der praxisüblichen Nutzung überlegen. Dies resultiert aus dem höheren Trockenmasseertrag der Frühjahrsblüte, bedingt durch die längere Aufwuchszeit. Innerhalb der Frühjahrsblüte unterscheiden sich die Mischungen nicht, bei praxisüblicher Nutzung weist die Kontrollmischungen einen höheren N-Ertrag auf als die andern drei Mischungen. Begründet werden kann dies ebenfalls durch den höheren Trockenmasseertrag und zusätzlich den höheren N-Gehalt in der Kontrolle (siehe N-Gehalt). Bei der **dritten Nutzung** gab es sowohl für die Mischung als auch für Nutzungsvariante signifikante Unterschiede. Die Variante Kontrolle wies einen signifikant höheren N-Ertrag auf im Vergleich zu den anderen Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt, bedingt durch den höheren Trockenmasseertrag (siehe 6.1.1 Kleegras-Trockenmasseerträge). Die Varianten Cut+Carry und Sommerblüte wiesen bei der dritten Nutzung einen signifikant höheren N-Ertrag auf im Vergleich zu Praxisüblich, welche wiederum einen höheren N-Ertrag als Frühjahrsblüte aufwies. Zwar hatte die Praxisübliche Nutzung bei der dritten Nutzung den höchsten N-Gehalt, bei den Trockenmasseerträgen aber geringere Erträge als die Nutzungsvarianten Sommerblüte und Cut+Carry.

Auch der Energieertrag des Grünfutters wird von Erntezeitpunkt und von der Nutzungshäufigkeit bestimmt. Hinsichtlich der Energiegehalte ME und NEL schnitt die Frühjahrsblüte in der Summe am schlechtesten ab, da, wie oben bereits beschrieben, die Pflanzen zu diesem Zeitpunkt physiologisch schon älter waren. Wenn man den ersten Schnitt wie in diesem Projekt stark hinauszögert (Frühjahrsblüte), sinken die Gehalte deutlich, wie auch AUFERKAMP & KESTING (2020) feststellten. Sie zeigten ebenfalls, dass ein zeitlich verzögerter zweiter Schnitt wenig Einfluss auf den Ertrag hatte und somit geringere Energiegehalte in Kauf genommen wurden. Der verzögerte zweite Schnitt wie in unserem Projekt die Varianten Sommerblüte und Cut+Carry, zeigte in den vielfältigeren Mischungen in Cut+Carry und bei der Leguminosenmischung in der Sommerblüte keinen signifikanten Unterschied zur Praxisüblichen Nutzung. Hintergrund sind höhere Energiegehalte bei kleereichen Beständen im Vergleich zu reinen Grasbeständen (LEISEN 2003). Auch die Mischungen Kräuter und Vielfalt zeigen hohe Gehalte. Laut Literatur sind hier vor allem Kümmel, Löwenzahn und der Kleine Wiesenkopf zu erwähnen, da sie hohe Energiegehalte aufweisen (HAMACHER *et al.* 2015). Aufgrund der beikrautunterdrückenden Wirkung des Kleegrases, konnten sich die genannten Kräuter aber auf unseren Flächen nicht gut etabliert werden.

6.2 NACHFRUCHT WINTERWEIZEN

Der **Weizenkornertrag** rangierte im Mittel der Jahre und Orte zwischen 39,0 - 42,8 dt/ha und die Unterschiede waren geringer als beim TM-Ertrag des Kleegrases. Am Neuhof in Bayern rangierten die Weizenerträge im Mittel der Jahre zwischen 53,6 (Cut+Carry) und 62,0 dt/ha (praxisübliche Nutzung), was für den Standort übliche Erträge sind und für bayerische Verhältnisse typisch: der Öko-Winterweizen lag in den bayerischen Landessortenversuche im Mittel über 18 Orte in den Jahren 2023 - 2025 bei 59,1 dt/ha (LfL Sortenversuche Winterweizen 2025). Generell wurde am Wiesengut ein niedrigeres Ertragsniveau als am Neuhof erreicht, was auf die geringere Bodengüte und die auswaschungsgefährdeten Böden (von Kiesköpfen unregelmäßig durchsetzt) am Wiesengut zu erklären ist. Der Faktor Mischung hatte keinen signifikanten Einfluss auf den Weizenertrag, im Gegensatz zum Faktor Nutzungsregime. In der Praxisüblichen Variante wurde ein höherer Weizenertrag als bei Frühjahrsblüte und Cut+Carry erreicht. Vermutlich wurde durch die Kleegrasabfuhr (Cut+Carry) eine geringere Vorfruchtwirkung in Übereinstimmung zu URBATZKA *et al*. (2017) erzielt. Die Frühjahrsblüte hatte den geringsten N-Ertrag, was anscheinend auch zu einer geringeren N-Nachlieferung der Nachfrucht führte. Der **Rohproteingehalt** betrug zwischen 11,8 - 12,2 %. Auch beim Rohproteingehalt hatte die Mischung keinen signifikanten Einfluss, im Gegensatz zum Faktor Nutzungsregime. In der Praxisüblichen Variante wurde ein höherer Rohproteingehalt im Vergleich zu den anderen drei Nutzungsregimen erzielt. Auch hier spielt der N-Ertrag anscheinend eine bedeutende Rolle, der bei der Praxisüblichen Nutzung am höchsten war. Vermutlich wurde durch die Kleegrasabfuhr (Cut+Carry), wie oben aufgeführt eine geringere Vorfruchtwirkung erzielt, was dadurch auch zu einem geringeren Rohproteingehalt in dieser Variante führte. Sowohl hinsichtlich Ertrags als auch in Hinblick auf den Rohproteingehalt erwies sich Cut+Carry als ungünstig für den nachlaufenden Weizen. Dies steht im Widerspruch zu DREYMANN *et al*. (2005), hier hatte die Kleegras-Nutzung unter norddeutschen Bedingungen keinen Effekt auf den Kornertrag der Folgefrucht Weizen. Auch FUß *et al*. (2013) und URBATZKA *et al.* (2017) konnten in ihrem Versuch keine Unterschiede im Ertrag des Winterweizens nach gemulchtem Kleegras vs. Cut+Carry feststellen. Interessant ist bei den unterschiedlich genutzten Varianten zudem die gesamtbetriebliche Betrachtung, bei der die Abfuhr des Aufwuchses bei Cut+Carry bewertet wird (siehe 6.4 Ökonomische Betrachtung).

6.3 BLÜTENBESUCHER UND BLÜTENRESSOURCEN

6.3.1 BLÜHPHÄNOLOGIE UND BESTÄUBERBEOBACHTUNG

Die Artsortierung sowie die Auswertung der Blütenanzahl auf den Exaktversuchen und den Praxisflächen ergaben ein hohes Blütenangebot im Frühjahr vor allem im April und Mai. Grund hierfür war der Inkarnatklee, welcher in den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt enthalten war. Die Auswertung der Blütenressourcen der Exaktversuche zeigte dies sehr deutlich, hier wurden beispielsweise im Mai am Wiesengut 2022 in der Kräutermischung in der Variante Cut+Carry allein 1048 Inkarnatkleeblüten gezählt. Der Inkarnatklee dominierte ebenfalls in der

Studie von KOWALSKA *et al*. (2023), dort hatte dieser im Mai ein Anteil von „über 70% aller blühenden Pflanzen“. Sie empfehlen unter anderem Inkarnatklee zur Aussaat als Blühstreifen. Die frühe Blüte des Inkarnatklees erweist sich als essenziell für die Nahrung von Bestäubern. Besonders wichtig sind die Nektarressourcen im Frühjahr für Hummelköniginnen. Die Folge eines Nahrungsmangels zu dieser Zeit wären kleinere Kolonien und somit weniger Bestäuber (TIMBERLAKE *et al*. 2019). Die Kontrollvariante im Exaktversuch verdeutlicht die Blütenarmut im Frühjahr, dort blühte im Mai nichts. Auf den Praxisflächen war im Mai fälschlicherweise ebenfalls Inkarnatklee in der Referenzvariante enthalten, was vermutlich auf einen Fehler bei der Aussaat zurückzuführen ist. Die Insektenbeobachtung auf den Exaktversuchen und Praxisflächen zeigte ebenfalls, wie wichtig der Inkarnatklee für die Bestäuber ist. Auf den drei bayerischen Praxisflächen gab es im Mai in der Summe in der Vielfaltsmischung 159 Bestäuber, während es in der Referenz nur 22 waren. Auch für die Wildbienen war diese Mischung im Mai attraktiver, hier gab es in der Vielfalt 15 und in der Referenz 0 (Tabelle 60). Um Bestäuber, insbesondere Wild- und Honigbienen zu fördern, ist es wichtig, in der Landbewirtschaftung solche Praktiken umzusetzen, die zu einem höheren Blütenreichtum führen (HARDMAN *et al*. 2016, KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI *et al*. 2017), und zwar sowohl in der Blütenabundanz als auch im Pflanzenartenreichtum. Die Frühjahrsblüte scheint durch ihren verspäteten ersten Schnitt hinsichtlich der Blühphänologie Vorteile zu bieten, in den Mischungen Kräuter und Vielfalt stach die Kornblume im Juni stark hervor. Aus ökologischer Perspektive spielt die Pflanze eine bedeutsame Rolle als Nährpflanze für Wildbienen, insbesondere in urbanen Lebensräumen (ALBERT *et al.* 2019; MÜLLER *et al*. 2021). Aufgrund ihrer Schnittunverträglichkeit nimmt ihre Präsenz nach einem Schnitt jedoch deutlich ab, da sie in der Regel nicht erneut austreibt (PFIFFNER 2008), außerdem war die Kornblume eher auf den Flächen in NRW zu finden, da die dortigen Bodenbedingungen ihren Standortansprüchen eher entsprachen (ALBERT *et al.* 2019). Während nicht-bewirtschaftete Blühstreifen zwar prinzipiell Bestäuber fördern (RUNDLÖF *et al.* 2018), stehen sie doch in direkter Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Produktion. Daher ist es wichtig, auch in der Fläche Bewirtschaftungsmaßnahmen umzusetzen, welche das Blütenreichtum erhöhen. Neben der Diversifizierung der landwirtschaftlichen Fläche spielt es ebenso eine Rolle, wie der Randbereich der Ackerkultur gestaltet ist. Folgende Pflanzenarten wurden im Projekt „FarmerBeeWild“ der LfL als entscheidend zum Vorkommen von Wildbienen auf Randbereichen genannt: Flockenblume, Esparsette, Klee-Arten, Distel, Ackerwinde, Natternkopf und Wicken beispielsweise. Ebenso wichtig sind offene Bodenflächen für bodennistende Wildbienen und Sandnisthügel für solitäre Wespen. (LfL Praxisratgeber Wildbienen 2025). Unter den Kulturpflanzen bieten sich dabei etliche Arten als potenzielle Nektar- und Pollenquelle an, u.a. Leguminosen. So ist z.B. die herausragende Bedeutung von Weißklee als Nektarquelle nachgewiesen (BAUDE *et al*. 2016). Hinsichtlich seiner Konkurrenzkraft im Mischanbau wird dieser allerdings als niedrig eingestuft, im Gegensatz zu Rotklee und Luzerne, was auch die Blühphänologie zeigte (BLE 2023). Im Juni war der Weißklee mit am häufigsten vertreten, nach der Nutzung im Juli war er kaum noch vorhanden und der Rotklee nahm zu (Abbildung 11). Vor allem in der Kontrollvariante in Cut+Carry war dieser häufig vertreten. Im August nahm der Anteil nochmal zu, nun aber vorwiegend in allen Mischungen der beiden Nutzungen Sommerblüte und Cut+Carry, da diese beiden Varianten seit dem Frühjahr ungestört wachsen konnten und. Die starke Präsenz des Rotklees resultiert auch aus seiner Fähigkeit die Sommertrockenheit gut zu überstehen. Durch

seine tiefreichende Pfahlwurzel besitzt dieser eine hohe Dehydrationstoleranz (ZWICKE *et al.* 2015). Außerdem ist der Rotklee in der Lage, sich schnell vom Trockenstress zu erholen, sobald dieser nachlässt (WESTRA 2015). Luzerne, Rotklee und Weißklee fördern als Massentrachten v.a. generalistische Bestäuber (WESTPHAL *et al*. 2003) wie Honigbienen, was auch die vorliegenden Bestäuberbeobachtungen bestätigten. Rund 53 % der Wildbienenarten werden als bedroht oder bereits ausgestorben eingestuft (WESTRICH *et al.* 2011). Die Bestäuberbeobachtung des Exaktversuches zeigte im Mai neben den zahlenmäßig überlegenen Honigbienen auch einige Wildbienen auf. Angesichts saisonal bedingter "Hungerlücken" - Zeiträumen geringer Blütenressourcen in der Agrarlandschaft (BISHOP *et al.* 2023, TIMBERLAKE *et al*. 2019) - ist die kontinuierliche Nahrungsverfügbarkeit ein wichtiger Faktor für den Schutz der Bestäuberinsekten. COLE *et al*. (2022) stellte beim Vergleich floraler Ressourcen zwischen Artenmischungen mit Anteilen an verschiedenen Leguminosen und Leguminosen Monokulturen fest, dass die Zusammensetzung der Blütenbesucher in den jeweiligen Artenmischungen stark abhängig von der Rüssellänge war. Blütenbesucher mit kurzen Rüsseln konnten nicht auf die Nahrungsressourcen von Leguminosen zugreifen, die sich durch eine komplexe Blütenstruktur auszeichneten. Hautflügler mit kurzen Rüsseln wurden dort häufig beobachtet und Schwebfliegen fanden sich entweder bei Leguminosen mit kurzen Blütenröhren wie Gelbklee oder an Gräsern. Inkarnatklee bot jedoch wertvolle Nahrungsressourcen für alle Blütenbesucher unabhängig von der Rüssellänge. Nach COLE bieten gezielte Kleegras-Mischungen durch die Breitstellung eines kontinuierlichen Blühangebots von Frühling bis Spätsommer stabile Nahrungsressourcen und sind somit essenziell, um Populationen aufrecht zu erhalten.

6.3.2 NEKTARERFASSUNG

Die Nektarproduktion ist von verschiedenen Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonnenlicht und Wasser- sowie Nährstoffversorgung des Bodens abhängig. Trockenstress führt in der Regel zu einer Reduktion des Nektarvolumens, da Pflanzen unter diesen Bedingungen ihre Ressourcen umverteilen, um den Wasserverlust zu minimieren (HARDER *et al*. 2001; TURNER 1993; WASER & PRICE 2016). Neben den klimatischen Bedingungen sind auch die Jahreszeit und die Tageszeit wesentliche Faktoren für die Variation der Nektarproduktion (BERNHARDT & CALDER 1981; LACK 1982, ZIMMERMAN & PYKE 1986). Ebenso wurde nachgewiesen, dass die Größe der Blüte und der Pflanze die Nektarproduktion beeinflusst (HARDER 1985; PLEASANTS & CHAPLIN 1983). BRINK & DEWET (1980) beobachteten, dass Nektarien, die tief in der Blüte liegen, tendenziell höhere Nektarmengen produzieren. Das Blütenalter stellt ebenfalls einen signifikanten Faktor für die Nektarproduktion dar. Frisch geöffnete Blüten produzieren in der Regel weniger Nektar als mittelalte oder ältere Blüten, was die zeitliche Variation in der Nektarproduktion verdeutlicht (TEUBER & BARNES 1979). In Bezug auf die vorliegenden Ergebnisse können solche Umwelteinflüsse wie etwa Niederschlagsmenge, Luftfeuchtigkeit sowie der Zeitpunkt der Messung mögliche Schwankungen in den Nektarmengen bedingen. Nicht nur das Volumen, sondern auch der Zucker- und Wassergehalt des Nektars spielen eine entscheidende Rolle bei der Bestäubungseffizienz und der Anziehungskraft für blütenbesuchende Insekten. Alle Pflanzenarten außer Inkarnatklee

produzierten im Freiland eine signifikant höhere Nektarmenge als im Gewächshaus. Bei einigen Arten, wie Weißklee und Herbst-Löwenzahn, wurde im Freiland eine mehr als zehnmal so hohe Nektarmenge wie im Gewächshaus festgestellt. Die Unterschiede in der Nektarproduktion könnten durch die gleichmäßigen Temperaturen und die hohe Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus, die die physiologischen Prozesse der Pflanzen beeinflusst haben, zurückzuführen sein. Temperatur-, Niederschlag- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen im Freiland können sich förderlich auf eine erhöhte Nektarproduktion auswirken (JAKOBSEN & KRITJANSSON 1994; SILVA *et al*. 2004; ZAJACZ 2011). Ein weiterer Einflussfaktor könnte die reduzierte Lichtintensität oder das veränderte Lichtspektrum im Gewächshaus bedingt durch Glas, Folien oder künstliche Beleuchtung sein. Die gleichmäßige Wasserversorgung im Gewächshaus wiederum könnte die Prioritäten der Ressourcenzuweisung verändert haben. Variabler Wasserstress im Freiland könnte möglicherweise die Nektarproduktion als Teil einer Anpassungsreaktion gefördert haben. Andererseits könnte der stark begrenzte Wurzelraum in den Töpfen des Gewächshauses die Aufnahme von Nährstoffen und Wasser eingeschränkt haben, was die Produktion von Sekundärmetaboliten wie Nektar negativ beeinflusst haben könnte. Gleichzeitig könnte die größere Vielfalt an Bodenmikroorganismen im Freiland eine positive Wirkung auf die Nektarproduktion gehabt haben. Zudem können mechanische Reize wie Windbewegungen im Freiland die Pflanzen zur Produktion von mehr Nektar angeregt haben. Ein weiterer Faktor könnte sein, dass Freilandpflanzen durch häufigeren Umweltstress oder Konkurrenzdruck angeregt werden, mehr Nektar zu produzieren. Diese Ergebnisse verdeutlichen die Variabilität der Nektarproduktion im Gewächshaus und weisen auf eine stärkere Beeinflussung durch Umweltfaktoren im Freiland hin. Insgesamt zeigt sich auch in der Literatur, dass Rotklee tendenziell die höchste Nektarmenge aufweist, gefolgt von Inkarnatklee (BECHER *et al.* 2018; BADEN-BÖHM *et al.* 2022). Die niedrigste Nektarmenge wurde bei Gelbklee gemessen, was vermutlich auch auf die Morphologie der Pflanze zurückzuführen ist, da die Blüten deutlich kleiner sind als bei anderen Kleearten wie Rotklee oder Inkarnatklee. Es lässt sich feststellen, dass Kleearten, insbesondere Rotklee und Inkarnatklee, im Vergleich zu anderen Pflanzenarten häufig höhere Nektarmengen aufweisen. Studien weisen darauf hin, dass die Nektarproduktion stark durch Umweltbedingungen, genetische Faktoren und die Interaktion mit Bestäubern beeinflusst wird.

6.3.3 KESCHERFÄNGE

Die meisten Unterschiede zwischen den beiden Mischungen auf den Praxisflächen ließen sich bei den verschiedenen Bestäuberkategorien für den ersten Termin im Mai feststellen, dies ist darauf zurückzuführen, dass zu diesem Zeitpunkt der Inkarnatklee blühte, was auch die Insektenbeobachtungen im Exaktversuch und auf den Praxisflächen zeigten. Sowohl Insektenbeobachtungen als auch die Ergebnisse der Kescherfänge unterstreichen damit die Bedeutsamkeit des Vorhandenseins von Inkarnatklee in der Mischung. Wie auch die Bestäuberbeobachtungen zeigten auch die Kescherfänge, dass zahlenmäßig vorallem die Honigbienen vertreten waren. Luzerne, Rotklee und Weißklee fördern als Massentrachten v.a. generalistische Bestäuber (WESTPHAL *et al*. 2003) wie Honigbienen, was die vorliegenden

Kescherfänge ebenfalls bestätigten. Es wurden Insekten gesichtet, die auf den jeweiligen Roten Listen der Bundesländer zu finden sind. Beispielsweise wurde in NRW die Vogelwicken-Sandbiene (*Andrena lathyri*) und in Bayern die Waldhummel/Bunthummel (*Bombus sylvarum*) gefunden, die auf den Vorwarnlisten der Roten Liste stehen (siehe Tabelle A 35). Insgesamt wurden 57 verschieden Wildbienenarten, 9 Falterarten und 45 verschiedenen Schwebfliegenarten gefunden, wobei sich einzelne Tiere derzeit noch in der Nachbestimmung befinden. Eine der meistgesichteten Falterarten bei den Kescherfängen war der Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*). Dieser profitiert von Kleegras, da er Leguminosen zur Eiablage nutzt und Offenlandlebensräume bevorzugt (LfL Tagfalter 2023). Auch andere gefundene Tagfalterarten, wie das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) und der Kleine Perlmuttfalter (*Issoria lathonia*) kommen vorwiegend im Offenland wie auf extensivem Grünland vor. Die Raupe der Goldene Acht (*Colias hyale*) lebt an verschiedenen Kleearten wie dem Weißklee, die auch auf den Untersuchungsflächen vorkamen. Insgesamt ist zu berücksichtigen, dass der Insektenflug stark durch Wetterbedingungen (Lufttemperatur, globale Strahlung, Windgeschwindigkeit, Niederschlag (BURRIL & DIETZ 1981, CLARKE & ROBERT 2018, VINCZE *et al.* 2025)) sowie durch tageszeitliche Aktivitätsmuster bestimmt ist. Zwar wurde darauf geachtet, dass nur bei Temperaturen <15 °C und bei <3 m/s Wind beobachtet und gekeschert wurde, dennoch traten sowohl während der Beobachtungszeit als auch bei den Kescherfängen, die sich auch bei einer Nettofangzeit von 30 min bei einem hohen Bestäuberaufkommen oft auf einem Zeitraum von bis zu 2 h zog auch vereinzelt Böen oder auch bei der Insektenbeobachtung, die sich bei einer parallelen Beobachtung von den vier Wiederholungen (à 10 min) auch bei einer Wiederholung über den Zeitraum von 4 h zog und damit waren auch während der Beobachtungszeit nie exakt gleiche Bedingungen. Langsamer fliegende Arten werden evtl. häufiger erfasst, ebenso wie größere Exemplare. Beispielsweise könnte es sein, dass die bis zu rund 23mm große Hummeln im Vergleich zu manchen Schmal- und Maskenbienen, die nur wenige mm groß sind, häufiger erfasst werden. Zudem ist bei allen Bonituren der „menschliche Fehler“ zu berücksichtigen, der eine sieht die kleineren Tiere schlechter oder fängt langsamer, so dass Tiere entkommen.

6.4 ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG

Im Ökolandbau sind die kleinkörnigen Leguminosen unverzichtbar, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und somit Voraussetzung für den erfolgreichen Anbau von Marktfrüchten. Die Kleegras-Erträge sind maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit der Verfahren. Für den Gesamt-TM-Kleegrasertrag ergab sich für bei den vorliegenden Projektergebnissen eine signifikante Wechselwirkung zwischen Mischung und Nutzungsvariante. Bei den Nutzungsregimen Praxisüblich und Frühjahrsblüte unterscheiden sich die Mischungen nicht, bei Cut+Carry sind die Mischungen Leguminosen und Kräuter der Kontrolle überlegen, bei der Sommerblüte sind Vielfalt und Leguminosen der Kontrolle überlegen. Bei den Nutzungsregimen ist in den Mischungen Kontrolle und Vielfalt die Variante mit praxisüblicher (dreimaliger) Nutzung den anderen drei Nutzungsregimen (mit zweimaliger Nutzung) überlegen. Die Variante Frühjahrsblüte hat in den Mischungen Leguminosen, Kräuter und Vielfalt stets die geringsten Erträge.

Da Kosten für Dünger und Pflanzenschutz entfallen, ist ein Blick auf die Saatgutkosten (

Tabelle 64) interessant:

Tabelle 64**: Saatgutkosten der verschiedenen Mischungen**

Pflanzenart	**Kosten € / kg**	**Kontroll-mischung €/ha**	**Leguminosen-mischung €/ha**	**Kräuter-mischung €/ha**	**Vielfalts-mischung €/ha**
Weißklee	11,80	32,21	19,33	19,33	13,80
Rotklee	7,40	89,36	53,62	53,62	38,30
Luzerne	8,50	64,20	38,52	38,52	27,51
Inkarnatklee	3,95		38,34	38,34	27,39
Gelbklee	5,60		20,82	20,82	14,87
Hornklee	14,00				30,86
Schwedenklee	9,80				12,74
Echter Kümmel	12,35			30,15	22,33
Wiesen-Pippau	243,75			200,57	148,57
Schafgarbe	480,00			49,97	37,01
Johanniskraut	420,00			41,51	30,75
Kornblume	45,10			116,36	86,19
Herbst-Löwenzahn	280,00				92,44
Echter Dost	290,00				17,19
Kl. Wiesenknopf	28,00				91,68
Taubenkropf-Leimkraut	97,50				57,78
Wiesenschwingel	6,85	27,60	27,60	13,80	9,20
Glatthafer	7,65	97,08	97,08	48,54	32,36
Wiesenlieschgras	6,60	4,54	4,54	2,27	1,51
Gesamtkosten		**314,99**	**299,84**	**673,78**	**792,48**

Es zeigt sich bei Berechnung der Saatgutkosten der einzelnen Mischungen, dass die Mischung Leguminosen die preiswerteste Mischung ist (

Tabelle 64). Bei den eingesetzten Kräutern gab es zwei Schwierigkeiten: oft sind die Kräuter nicht in Ökoqualität verfügbar (einsehbar unter der organicXseeds-Datenbank, hier werden die in Deutschland verfügbaren Angebote von ökologischem Pflanzenvermehrungsmaterial und Umstellungspflanzenvermehrungsmaterial eingestellt, z.B Echter Kümmel *Carum carvi L.* https://www.organicxseeds.de/offer/search/__393196c1-a0d6-4f14-95c1-6d7979087e7c) oder, wenn in Öko-Qualität verfügbar, sind sie sehr hochpreisig. Sobald Kräuter dazu gemischt werden, steigen die Saatgutkosten auf mehr als das Doppelte. Die Leguminosenmischung unterschied sich ertraglich entweder nicht von den anderen Mischungen oder war sogar überlegen. Auch hinsichtlich der Bestäuber waren die Mischungen mit Inkarnatklee denen ohne überlegen, daher ist auf jeden Fall zu der Mischung mit zusätzlichen Leguminosen, vor allem dem Inkarnatklee, zu raten.

Bei der Berechnung der Deckungsbeiträge (DB) zeigte sich, dass höhere Saatgutkosten der Kleegrasmischungen die variablen Kosten deutlich erhöhen und damit die Deckungsbeiträge verringern. Generell führte der Verkauf des Feldbestands zur Ernte bei einem Schnittzeitpunkt zu Beginn Blüte für die Biogasanlage mit 4,48 €/dt Frischmasse bei Cut+Carry zu positiven Deckungsbeiträgen des Kleegrases, während beim Mulchen des Kleegrases negative Deckungsbeiträge erreicht wurden (Tabelle 65). Beim Mulchen verbleibt die Biomasse auf der Fläche, sodass kein Erlös aus ihrer Verwertung erzielt wird. Auch bei URBATZKA & SALZEDER (2024) fiel bei verschiedenen Preisannahmen der Fruchtfolgedeckungsbeitrag beim Verkauf des Kleegrases (um 531 bis 1.118 €/ha) eben durch diesen Verkauf höher aus als bei Mulchen. Zwar weist das Mulchen im Vergleich zu Transferverfahren wie Cut+Carry geringere Arbeitserledigungskosten auf, gleichzeitig entfällt jedoch die Möglichkeit, einen zusätzlichen Erlös aus der Biomasse zu erzielen.

Tabelle 65: Deckungsbeiträge in €/ha von Kleegras (KG), Weizen (WW) und in Summe (∑) in Abhängigkeit von der Kleegrasmischung und -nutzung

	Praxisüblich			Frühjahrsblüte			Sommerblüte			Cut+Carry		
	KG	WW	∑	KG	WW	∑	KG	WW	∑	KG	WW	∑
Kontrolle	-528	1.519	991	-516	1.275	759	-516	1.517	1.002	470	1.271	1.741
Leguminosen	-513	1.403	890	-501	1.306	806	-501	1.372	872	609	1.257	1.867
Kräuter	-887	1.438	552	-875	1.362	487	-875	1.403	529	247	1.262	1.509
Vielfalt	-1.006	1.542	537	-993	1.297	304	-993	1.363	370	97	1.273	1.370

Mittel über zwölf (Kleegras) bzw. acht (Weizen) Umwelten

Die N-Effizienz bei Abfuhr ist gegenüber dem Mulchen deutlich erhöht, da der Kleebestand bei Schnittnutzung und Abfuhr deutlich mehr Stickstoff fixiert (BRUNS & BLUMENSTEIN 2024). Demnach und auch aus ökonomischer Sicht sollte das Verfahren Cut+Carry gewählt werden. Allerdings ist ein Verkauf des Kleegrases im Ökolandbau ohne eine Nährstoffrückführung mittel- oder langfristig als nicht nachhaltig einzustufen, da Nährstoffe wie Phosphor und Kalium mit dem Grüngut von der Geberfläche abgefahren würden und dem Betrieb damit verloren gehen würden.

Beim DB des Winterweizens waren die Unterschiede deutlich geringer als beim DB des Kleegrases (Tabelle 65). Analog zum Kornertrag erzielten die beiden Nutzungsregimes Praxisüblich und Sommerblüte einen um etwa 100 bis 200 €/ha höheren DB als die anderen beiden Nutzungsregimes.

Der höchste DB des zweijährigen Fruchtfolgeausschnitts (KG und WW) wurde bei der Leguminosenmischung und Cut+Carry erzielt (1.867 €/ha), der geringste bei der Mischung Vielfalt bei Frühjahrsblüte (304 €/ha). Insgesamt wiesen die Mischungen Kontrolle und Leguminosen stets höhere Deckungsbeiträge als Kräuter und Vielfalt auf (Tabelle 65). Ursache sind die geringeren DBs beim Kleegras aufgrund der höheren Saatgutkosten. Der fehlende Erlös beim Kleegras durch Mulchnutzung führt auch zweijährig zu geringeren DBs als bei Abfuhr in Cut+Carry.

Da sich einige der in den Mischungen Kräuter und Vielfalt enthaltenen Kräutern nur kaum oder gar nicht etablieren ließen oder kaum zur Blüte kamen, wird deutlich, dass insbesondere bei den Saatgutkosten Einsparpotenziale bestehen, da diese einen erheblichen Anteil der variablen Kosten ausmachen. Demnach könnte der Inkarnatklee sowohl zur Förderung von Bestäubern als auch zur Erzielung eines vergleichbaren Deckungsbeitrages gut in Kleegrasmischungen integriert werden und stellt eine interessante Variante dar. Die große Spannweite der berechneten Deckungsbeiträge zeigt, dass es sich in der Praxis meist lohnt, nicht nur auf eine bestimmte Kleegras-Mischung oder ein einzelnes Nutzungsverfahren zu setzen. Stattdessen sollte geprüft werden, welche Kombination für den jeweiligen Betrieb am besten geeignet ist.

7 NUTZEN DES PROJEKTES UND VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE

FINDIG hat wichtige Erkenntnisse erarbeitet, um zu klären, wie Kleegras im Ökologischen Landbau für die Bestäuberförderung ohne agronomische Einbußen optimiert werden kann. Insbesondere hat FINDIG Antworten zu Fragen der Diversifizierung und Extensivierung der Kleegrasphase geliefert: Aus agronomischen und ökonomischen Gründen macht es demnach Sinn, das Kleegras im Ökolandbau mit einigen wenigen zusätzlichen Arten anzureichern, die blütenreich, (relativ) konkurrenzstark, und im Wuchs (zeitlich) komplementär zu den Standardarten Weiß- und Rotklee sind. Insbesondere zeigte sich hier eine Diversifizierung durch Hinzunahme des Inkarnatklees als sehr günstig. Die Ergebnisse von FINDIG zeigten, dass Inkarnatklee aufgrund seines herausragenden Blütenreichtums und seiner Konkurrenzfähigkeit im Frühjahr sowohl Insektenförderung als auch hohe Biomasseerträge erzielen kann. Darüber hinaus macht der Inkarnatklee aufgrund seiner begrenzten Wachstumszeit dem Weißklee und Rotklee später in der Vegetationsperiode Platz. FINDIG zeigte weiterhin: Die Artenzahl in der Mischung weiter zu erhöhen, z.B. durch mehrjährige Kräuter, bringt zwar eine höhere Blütenvielfalt, jedoch sind viele der dann zusätzlich angesäten Arten trotz sorgfältiger Auswahl nicht in der Lage sich gegen die konkurrenzstarken Standardarten (Weißklee, Rotklee, Gräser) durchzusetzen und zeigen nur geringe Anteile an der Biomasse oder können sich sogar überhaupt nicht etablieren. Demgegenüber stehen die oft sehr hohen Saatgutkosten dieser Arten. Einen agronomischen Vorteil hinsichtlich des Ertrags im Kleegras oder in der Nachfrucht konnten diese stärker diversifizierten Mischungen nicht erzielen. Damit liefert FINDIG sowohl für Landwirte und Landwirtinnen aber auch für den Saatguthandel Impulse für die Entwicklung und die Anwendung neuer optimierter Saatmischungen für die Kleegrasphase. Über die vielversprechenden Ergebnisse zum Inkarnatklee hinaus zeigen die weiteren Detailergebnisse von FINDIG, welche Arten sich ggf. noch lohnen, in Mischungen hinzuzunehmen.

Zusätzlich zeigt das Projekt FINDIG deutlich auf, wie wichtig es ist, in der Beurteilung der Diversifizierung auch die Bewirtschaftungsweise mit zu berücksichtigen, insbesondere die Art und Häufigkeit des Biomasseschnittes bzw. des Mulchens. Hier zeigten sich in den Ergebnissen von FINDIG deutliche Wechselwirkungen zwischen Diversifizierung und dem anderen Versuchsfaktor Extensivierung. Zwar bringt ein Aussetzen des Schnittes mehr Blütenreichtum, hat aber agronomisch deutliche Nachteile. Hinsichtlich der Biomasse des Kleegrases zeigten sich in nur zweimal geschnittenen Varianten deutliche Einbußen gegenüber der praxisüblichen Variante (3-facher Schnitt). Lediglich in der Nachfrucht Weizen war die Variante Sommerblüte statistisch nicht unterschiedlich zum dreimaligen Schnitt. Durch die Quantifizierung der agronomischen Einbußen, die mit einer solchen Extensivierung im Kleegras einhergehen, bringt FINDIG Impulse für die politischen Entscheidungsträger, um ggf. Förderungsprogramme (im Sinne des Insektenschutzes) zu entwickeln, anzupassen und zu optimieren können hier ansetzen.

Damit Insekten über die Vegetationsperiode hinweg in der Agrarlandschaft Blütenressourcen ohne markante Engpässe nutzen können, sollte in allen Nutzungstypen das Blütenangebot gesteigert werden. Kleegras kann auf dem Acker ein enormes Potenzial entfalten.

Da bei den Insektenfängen und -beobachtungen die tageszeitlichen Schwankungen an z.B. Bewölkung, Windniederschlag, Wind usw. oft recht schwankend war, wuchs der Wunsch nach einer

kontinuierlichen Beobachtung der Bestäuber. Daraus entwickelte sich die Idee, die Bestäuber automatisiert zu erfassen, um ein repräsentativeres Bild zu erhalten. Vor diesem Hintergrund wurde ein neues Projekt beantragt, indem im Jahr 2024 und 2025 DIY-Kamerafallen (SITTINGER *et al*. 2024) für eine automatisierte Insektenüberwachung (Version 2023) eingesetzt wurden.

8 GEPLANTE UND ERREICHTE ZIELE

AP 1: Agronomische Evaluation der Maßnahmen

Die agronomischen Erhebungen wurden wie geplant an drei Standorten erfasst und die Effekte der unterschiedlichen Verfahren und Artenmischungen auf die relevanten agronomischen Parameter untersucht, diese sind ausführlich in Ergebnissen und Diskussion dargestellt und eingeordnet. Im Versuchsjahr 2023 gab es allerdings nur zwei Standorte, auf denen die agronomischen Erhebungen zum Winterweizen durchgeführt werden konnten.

AP 2: Erfassung der Blütenressourcen und blütenbesuchenden Insekten

In AP2 wurden die Erhebungen größtenteils wie geplant erhoben. Es wurden einerseits Blütenressourcen in den einzelnen Varianten quantifiziert, andererseits die Bestäuber (bzw. Blütenbesucher) selbst. Wegen der großen Mobilität der Blütenbesucher hat eine Erfassung von blütenbesuchenden Insekten in Kleinparzellenversuchen nur eine begrenzte Aussagekraft zur tatsächlichen Förderung der Insekten durch die Maßnahme. Jedoch konnten diese Feldversuche auch als Wahlversuche aufgefasst werden und zur Bewertung der Attraktivität verschiedener Pflanzenarten herangezogen werden. Daher wurden die Feldversuche aus AP1, für solche Erfassungen der Blütenbesucher genutzt. In AP2 untersuchten wir Präferenz der Insektenarten für verschiedene Pflanzenarten und zum Auftreten verschiedener Bestäuberarten über die Zeit. In den Exaktversuchen konnten in Bayern alle geplanten Bestäuberbeobachtungen durchgeführt werden, in NRW erfolgten diese nur im Mai 2023 und 2025 und auch nur für 5 min statt für 10 min. Auf den Praxisbetrieben erfolgten die Bestäuberbeobachtungen nur auf den bayerischen Betrieben, in NRW konnte aus personellen Gründen nur eine einzige Beobachtung je Praxisbetrieb durchgeführt werden. Größere Maßnahmenflächen wurden integriert als Streifen in Vergleichsflächen mit üblicher Bewirtschaftung auf je drei Praxisbetrieben in NRW und Bayern. Hier wurde in enger Absprache mit den teilnehmenden Landwirten eine bestäuberfördernde Variante ausgewählt und gegenüber der praxisüblichen Kontrolle unter Praxisbedingungen verglichen. Die Bestäubererfassungen konnten auf den Praxisflächen wie geplant durchgeführt werden, mit Ausnahme eines Betriebes in Bayern, bei dem durch sehr häufiges Mulchen das geplante Vorgehen so nicht durchführbar war, daher wurde dieser Betrieb gewechselt. Bei der Schätzung des Blütenbedeckungsgrads in % erfolgte eine Dokumentation über digitale Fotos, der geplante Abgleich mittels digitaler Bildauswertung (Programm: ImageJ) konnte nicht wie geplant erfolgen, da eine Abgrenzung der Farbtöne über das Programm nicht möglich war. Es erfolgte aber stets eine Zählung der Blüten und über die Einteilung (siehe Tabelle A 3) eine Umrechnung in % Blütendeckung.

AP3: Gemeinsame Datenanalyse zu Agronomie, Ökologie und Ökonomie

Es erfolgte wie geplant eine gemeinsame Datenanalyse. Basierend auf den zusammengeführten Daten wurden die Einzeleffekte aus AP1 und AP2 mittels varianzanalytischer und multivariater Verfahren analysiert.

Die ökonomische Auswirkung wurde mittels Internetdeckungsbeitragsrechner der LfL (https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html) berechnet, dabei wurden die Voreinstellungen beibehalten. Es wurden die unterschiedlichen Saatgutkosten der Kleegrasmischungen (Kontrolle 314,99 €, Leguminosen 299,84 €, Kräuter 673,78 € und Vielfalt 792,48 €) und die variablen Maschinenkosten anhand der durchgeführten Arbeitsgänge (zwei- bzw. dreimaliges Mulchen/Abfuhr) angepasst. Die N2-Fixierleistung wurde nicht berücksichtigt, da die Vorfruchtwirkung über den Weizen bestimmt wurde. Die erreichte Weizenqualität der einzelnen Umwelten wurde dem Preis für Weizen I oder II zugeordnet. Beim Kleegras in Abfuhr (Cut+Carry) wurde ein Verkauf des Feldbestands zur Ernte bei einem Schnittzeitpunkt zu Beginn Blüte für die Biogasanlage ohne Rücknahme der Gülle angesetzt. Bei der Berechnung der Deckungsbeiträge (DB) zeigte sich, dass höhere Saatgutkosten der Kleegrasmischungen die variablen Kosten deutlich erhöhen und damit die DBs verringern. Generell führte der Verkauf des Feldbestands zur Ernte bei Cut+Carry zu positiven Deckungsbeiträgen des Kleegrases, während beim Mulchen des Kleegrases negative Deckungsbeiträge erreicht wurden. Der höchste DB des zweijährigen Fruchtfolgeausschnitts (KG und WW) wurde bei der Leguminosenmischung und Cut+Carry erzielt (1.867 €/ha), der geringste bei der Mischung Vielfalt bei Frühjahrsblüte (304 €/ha). Insgesamt wiesen die Mischungen Kontrolle und Leguminosen stets höhere DSs als Kräuter und Vielfalt auf (Tab. 2). Allerdings ist ein Verkauf des Kleegrases im Ökolandbau ohne eine Nährstoffrückführung mittel- oder langfristig als nicht nachhaltig einzustufen, da Nährstoffe wie Phosphor und Kalium mit dem Grüngut von der Geberfläche abgefahren würden und dem Betrieb damit verloren gehen würden. Die große Spannweite der berechneten Deckungsbeiträge zeigt, dass es sich in der Praxis meist lohnt, nicht nur auf eine bestimmte Kleegras-Mischung oder ein einzelnes Nutzungsverfahren zu setzen. Stattdessen sollte geprüft werden, welche Kombination für den jeweiligen Betrieb am besten geeignet ist.

AP 4: Wissensaustausch und Öffentlichkeitsarbeit

Auf verschiedenen Ebenen wurden erfolgreich Wissensaustausch und Wissenstransfer mit der Praxis organisiert und durchgeführt. Dies umfasste (1) die Präsentation der Projektergebnisse auf verschiedenen Fachkonferenzen (siehe Kapitel 11 Veröffentlichungen); (2) die Durchführung von Praktikertagen während der Projektlaufzeit in Bayern: FINDIG wurde während der Laufzeit jeweils auf dem jährlichen Öko-Feldtag der LFL zahlreichen Landwirten und Beratern präsentiert: am 23. Juni 2023 auf Flächen des Bio-Betriebes Gut Eichethof in Hohenkammer am Schloss Hohenkammer; außerdem konnten im Rahmen des Beenovation Workshops "Summende Vielfalt fördern" am 13. Juni 2024 sowie am LfL-Ökofeldtag auf der Versuchsstation Neuhof der Bayerischen Staatsgüter in Kaisheim am 14. Juni 2024 im Rahmen einer Feldbegehung verschiedene Versuchsparzellen des Projektes FINDIG besichtigt werden. Zahlreichen Praktikern und Beratern wurden Ergebnisse aus FINDIG zur Biolandwoche in Plankstetten im Februar 2025 sowie am LFL-Ökofeldtag am 04. Juli 2025

in Viehhausen präsentiert. Desweiteren konnte FINDIG auf den bundesweiten Öko-Feldtagen am Wassergut Canitz GmbH vom 18. bis 19.06.2025 Demoparzellen zu verschiedenen Mischungen zeigen und über die bisherigen Ergebnisse informieren. (3) Zudem sollen noch Publikationen der Projektergebnisse in Praktikerzeitschriften sowie in wissenschaftlichen Fachzeitschriften erfolgen; (4) Auch auf der Woche der Umwelt von Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) am 4. und 5. Juni 2024 mit rund 12.000 Teilnehmenden im Park von Schloss Bellevue wurde das Projekt FINDIG vorgestellt. Zudem wurde das Projekt am Tag der offenen Tür am Campus Wiesengut der Universität Bonn in Hennef am 05. Juni 2025 vorgestellt. Über Beenovation war FINDIG auch Teil der Vernetzungstische am Tag der Insekten am 03. April 2025 im Umweltforum in Berlin. Im Rahmen von Beenovation wurde außerdem eine Podcast-Folge mit dem Titel „Folge 5 - Biodiversität fördern“ aufgenommen, in der das Projekt zusammen mit zwei weiteren Projekten vorgestellt wurde und auf allen typischen Podcast-Plattformen zu finden ist. (5) am 17. Oktober 2024 konnten Ergebnisse aus FINDIG auf der Abschlussveranstaltung der Vernetzungs- und Transfermaßnahme „Beenovation – Für Vielfalt und Schutz von Bestäuberinsekten“ in Berlin vorgestellt und mit Forschenden und Vertretern aus Verbänden sowie aus Politik und Wirtschaft diskutiert werden. Darüber sind für 2027 noch weitere Konferenzbeiträge (Tage der Biodiversität 2027 am 23.-26. Februar 2027 in Innsbruck und Öko-Landbautag am 18. März 2027 in Freising-Weihenstephan) eingereicht und weitere Veröffentlichungen in Planung.

AP 5: Projektkoordination

Es erfolgte halbjährlich eine gemeinsames der Projekttreffen sowie jährlich eine Berichterstattung gegenüber der BLE in Form eines Zwischenberichtes.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Die Diversifizierung der Mischungen führte zu einer stärkeren Beikrautunterdrückung im Frühjahr und verbesserte insbesondere das Blütenangebot für Bestäuber. Als besonders geeignet erwies sich der Inkarnatklee, der aufgrund seiner frühen Blüte, seines hohen Nektargehalts und seiner vergleichsweise niedrigen Saatgutkosten sowohl ökologisch als auch ökonomisch einen geeigneten Mischungspartner darstellt. Im weiteren Jahresverlauf übernahmen Weiß- und Rotklee eine wichtige Funktion für die Bestäuberförderung. Die vielfältigeren Mischungen förderten im Frühjahr vor allem generalistische Bestäuber, darunter Honigbienen. Die untersuchten Kräuterarten konnten sich hingegen aufgrund ihrer geringen Konkurrenzkraft nur unzureichend im Bestand etablieren und waren zudem mit hohen Saatgutkosten verbunden. Lediglich die Kornblume war zahlreich auf einigen Standorten im Frühjahr vertreten, doch auch die sie zeichnet sich durch höhere Saatgutkosten aus. Für die Auswahl geeigneter Arten sind daher neben der Konkurrenzfähigkeit insbesondere eine ausreichende Schnittverträglichkeit und die ökonomische Tragfähigkeit zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Nutzung erzielte die praxisübliche, dreischnittige Nutzung sowohl beim Kleegras als auch beim nachfolgenden Winterweizen die höchsten Gesamterträge. Der Kleegrasertrag der Kräuter- und Leguminosenmischung unter der Nutzungsvariante Cut+Carry unterschied sich jedoch nicht signifikant von der praxisüblichen Nutzung. Der N-Ertrag war dagegen im dreischnittigen System höher als im extensiveren Nutzungssystem. Beim Winterweizen wurden unter Cut+Carry die niedrigsten Trockenmasseerträge festgestellt. Dies ist vermutlich auf die Abfuhr des Mulchmaterials zurückzuführen, durch die der Nachfrucht Nährstoffe – insbesondere Stickstoff – entzogen wurden. Allerdings kann die Abfuhr der Biomasse durch zusätzliche Erlöse, beispielsweise bei einer Nutzung in einer Biogasanlage, wirtschaftlich ausgeglichen werden und den Deckungsbeitrag deutlich erhöhen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass eine Kombination aus vielfältigen Kleegrasmischungen und angepassten Nutzungssystemen das Bestäuberangebot im ökologischen Landbau verbessern kann. Besonders der Inkarnatklee stellt dabei einen praxistauglichen und wirtschaftlich interessanten Mischungspartner dar. Eine Extensivierung der Schnittnutzung ist grundsätzlich möglich, kann jedoch bei Abfuhr des Mulchmaterials mit Einbußen beim N-Ertrag und damit mit geringerer Vorfruchtwirkung einhergehen. Für eine erfolgreiche Umsetzung müssen daher die Artenzusammensetzung, die Schnittverträglichkeit, die Nutzungshäufigkeit sowie der Verbleib beziehungsweise die Verwertung der Biomasse aufeinander abgestimmt werden.

10 LITERATURVERZEICHNIS

Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF) (o. J.) Inkarnatklee – artspezifische Merkmale

ALBERT R.; ALBINGER G.; BÄUERLE Y. *et al*. (2019) Bienenweidekatalog. Verbesserung der Bienenweide und des Artenreichtums. 6. Aufl. Stuttgart: Paderborn.

AUFERKAMP K., KESTING S. (2020) Förderung von blütenbesuchenden Insekten durch angepasste Nutzungstermine im Kleegrasanbau. In: Chancen der Wertschöpfung, Probleme der Wertschätzung im Grünland. Beiträge zum Sonderband des AGGF Online-Workshop. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.) 51-55.

BADEN-BÖHM F., APP M. & THIELE J. (2022) The FloRes Database: A floral resources trait database for pollinator habitat-assessment generated by a multistep workflow. In: Biodiversity data journal 10, e83523.

BAUDE M., KUNIN W., BOATMAN N. *et al.* (2016) Historical nectar assessment reveals the fall and rise of floral resources in Britain. Nature 530, 85.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2010) Obere Süßwassermolasse. Ref. 102.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Grünlandextensivierung) (o.J.) Auswirkung der Grünlandextensivierung durch verringerte Nutzungshäufigkeit und Düngung auf einem oberfränkischen Standort

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Betriebsstruktur), Institut für Agrarökonomie. (2026) *Ökologischer Landbau in Bayern 2026 – Zahlen zur Betriebsstruktur*

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Sortenversuche Winterweizen) (2025) Sortenversuche zu Winterweizen im ökologischen Landbau 2025. Versuchsergebnisse aus Bayern 2025.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Tagfalter), Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau (2023). *Tagfalter in der bayerischen Agrarlandschaft* (1. Aufl.).

BECHER M. A., TWISTON-DAVIES G., PENNY, T. D. *et al.* (2018) Bumble-BEEHAVE: A systems model for exploring multifactorial causes of bumblebee decline at individual, colony, population and community level. In: The Journal of applied ecology 55 (6), S. 2790–2801.

BELFRAGE K., BJORKLUND J. & SALOMONSSON L. (2005) The effects of farm size and organic farming on diversity of birds, pollinators, and plants in a Swedish landscape. Ambio 34, 582–588.

BERNHARDT P. & CALDER D. M. (1981) The Floral Ecology of Sympatric Populations of Amyema pendulum and Amyema quandang (Loranthaceae). In: Bulletin of the Torrey Botanical Club 108 (2), S. 213.

BIESMEIJER J. C., ROBERTS S. P. M., REEMER M. *et al.* (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. Science 313, 351–354.

BISHOP GA, FIJEN TPM, RAEMAKERS I, VAN KATS RJM & KLEIJN D (2024) Bees go up, flowers go down: Increased resource limitation from late spring to summer in agricultural landscapes. J Appl Ecol. 61: 431–441

BOWLER D. E., HELDBJERG H., FOX A. D., DE JONG M. & BÖHNING-GAESE K. (2019) Long-term declines of European insectivorous bird populations and potential causes. Conservation Biology.

BRINK D., DEWET J. M. J. (1980) Interpopulation variation in nectar production in Aconitum columbianum (Ranunculaceae). In: Oecologia 47 (2), S. 160–163.

BROWN R. J. (2014) Dual biodiversity benefits from legume-based mixtures. PhD thesis, University of Reading.

BROWN R., POTTS S. G. & DÖRING T. (2012) Protecting the pollinators. Organic Research Centre Bulletin 108, 17.

BRUNS C. & BLUMENSTEIN B. (2024) Kleegras effektiver verwerten, Lumbrico 19, 26-30.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (2023) Anbau und Verwertung kleinkörniger Leguminosen.

BURRILL RM, DIETZ A (1981) The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. Apidologie 12(4):319–328. https:// doi. org/ 10.1051/ apido: 19810 402.

CAPINERA J. L. (2018) Direct and indirect effects of herbicides on insects. In: Weed Control: Sustainability, Hazards, and Risks in Cropping Systems Worldwide, 76.

CLARKE D, ROBERT D (2018) Predictive modelling of honey bee foraging activity using local weather conditions. Apidologie 49(3):386–396. https:// doi.org/ 10. 1007/ s13592- 018- 0565-3.

COLE L. J., BADDELEY J. A., ROBERTSON D., TOPP, C. F. E.; WALKER R. L., WATSON C. A. (2022) Supporting wild pollinators in agricultural landscapes through targeted legume mixtures. Agriculture, ecosystems & environment 323, p. 107648, https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107648.

CONNOLLY J., SEBASTIÀ M-T., KIRWAN L., *et al.* (2017) Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: A continental-scale experiment. J Appl Ecol; 55:852–862.

DEUTSCH A. (2007) Bestimmungsschlüssel für Grünlandpflanzen. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

DIEPOLDER M. & RASCHBACHER S. (2011) Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. In: Tagungsband „Gülle 11“, 81–85.

DIRAN R. (2004) Die „Synopse der Vegetation Mitteleuropas“. Tuexenia 24: 373-386.

DÖRING T. F., BADDELEY J., BROWN R. *et al.* (2013) Using legume-based mixtures to enhance nitrogen use efficiency. Final report.

DÖRING T. F. & KÖPKE U. (2018) Improving grassland and pasture management in temperate agriculture.

DÖRING T. F. & KROMP B. (o. J.) Which carabid species benefit from organic agriculture? Agriculture, Ecosystems & Environment 98, 153–161.

DÖRING T. F., HILLER A., WEHKE S. *et al.* (2003) Biotic indicators of carabid species richness on organically and conventionally managed arable fields. Agriculture, Ecosystems & Environment 98, 133–139.

DÖRING T. F., STORKEY S., BADDELEY J. A. *et al.* (2017) Weeds in organic fertility-building leys. Organic Farming 3, 51–65.

DREYMANN S., LOGES R. & TAUBE F. (2005) Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? In: HEß, J. & RAHMANN, G. (Hrsg.): Ende der Nische. Kassel.

ELSÄSSER M. (2007) Two cuts–and afterwards? – Effects of adapted management on permanent grassland. *Grassland Science in Europe*, *12*, 580-583.

ELSÄSSER M., KLAPP E. & OPITZ VON BOBERFELD W. (2020) Kräuterbestimmungsschlüssel für Grünland- und Rasenkräuter. Stuttgart: Ulmer.

Feldsaaten Freudenberger GmbH & Co. KG (o. J.) *Inkarnatklee (Trifolium incarnatum).* Fachartikel „Arten im Portrait“

FUß R., DECHOW R. & FREIBAUER A. (2013) Regionale Treibhausgasflüsse in Kleegras-Weizensystemen. Institut für Ökologischen Landbau (ed) Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Pilotbetriebe in Deutschland. wissenschaftliche Tagung. Thünen-Institut Braunschweig im Forum am Mittwoch, 27. Februar 2013. Braunschweig. Johann Heinrich von Thünen-Institut. 11-13.

GILBURN A. S., BUNNEFELD N., WILSON J. M. *et al.* (2015) Are neonicotinoid insecticides driving declines of butterflies? PeerJ 3, e1402.

GOULSON D., NICHOLLIS E., BOTÍAS C. *et al.* (2015) Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science 347, 1255957.

HAAS G. (2003) Rotkleegras: Arten- und Sortenwahl der Gräser [Grass - red clover mixture: Choice of grass species and varieties], in Landwirtschaftliche Fakultät, Universität Bonn, Hrsg. Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein Westfalen. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“ Nr. 105, Seite(n) 149-158. Landwirtschaftskammer Rheinland, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn.

HALLMANN C., FOPPEN R., VAN TURNHOUT C. *et al.* (2014) Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. Nature 511, 341–343.

HALLMANN C., SORG M., JONGEJANS E. *et al.* (2017) More than 75 percent decline in flying insect biomass. PLOS ONE 12, e0185809.

HAMACHER M., LOGES R., BLANK R. *et al*. (2014) Schätzung der nXP-Gehalte in Futterleguminosen und Wiesenkräutern mittels modifiziertem Hohenheimer Futterwerttest – unter besonderer Beachtung der Gehalte an Tanninen und Gesamtphenolen. Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen. Tagungsband. 58. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. in Arnstadt. 111-115

HAMACHER M., LOGES R., TAUBE F. (2015) Zum Nutzungspotential alternativer Leguminosen und Wiesenkräuter – unter besonderer Berücksichtigung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe. In: 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.

HARDER L. D. (1985) Morphology as a Predictor of Flower Choice by Bumble Bees. In: Ecology 66 (1), S. 198–210.

HARDER L. D., WILLIAMS N. M., JORDAN C. Y. & NELSON W. A. (2001) The effects of floral design and display on pollinator economics and pollen dispersal. In: Cognitive Ecology of Pollination.

HARDMAN C. J., NORRIS K., NEVARD T. D. *et al.* (2016) Delivery of floral resources and pollination services on farmland. Agriculture, Ecosystems & Environment 220, 142–151.

HAUGHEY E., SUTER M., HOFER D. *et al.* (2018) Higher species richness enhances yield stability in intensively managed grasslands with experimental disturbance. *Sci Rep* **8**, 15047

ICC (1976): Standardverfahren. Berlin.

JAKOBSEN H. B., KRITJANSSON K. (1994) Influence of Temperature and Floret Age on Nectar Secretion in Trifolium repens L. In: Ann Bot 74 (4), S. 327–334.

JANSONE B., RANCANE S., BERZINS P., STESELE V., JANSONS A. (2010) Evaluation of perennial grass mixtures of different species and varieties in the central part of Latvia introduced from other European countries. *Agronomy Research*, 8 (Special Issue III), 563–572.

KAULFUß F., ROSBAKH S., & REISCH C. (2022) Grassland restoration by local seed mixtures: New evidence from a practical 15-year restoration study. *Applied Vegetation Science, 25*(2), e12652

KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI A., ESPÍNDOLA A., VANBERGEN A. J. *et al.* (2017) Ecological intensification to mitigate impacts on pollinators. Ecology Letters 20, 673–689.

KOWALSKA J., ANTKOWIAK M., & TYMOSZUK A. (2023) Effect of Plant Seed Mixture on Overwintering and Floristic Attractiveness of the Flower Strip in Western Poland. *Agriculture*, *13*(2), 467.

LACK A. J. (1982) Competition for pollinators in the ecology of Centaurea scabiosa L. and Centaurea nigra L. II. Observations on nectar production. In: New Phytologist 91 (2), S. 309–320.

Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich (LFI) (2024) Kennartenfächer „Artenreiches Grünland". ÖPUL 2023-27 (HBG AGL). 2. Auflage.

LANGER V. (2001) The potential of leys as reservoirs for parasitoids. Agriculture, Ecosystems & Environment 87, 81–92.

LEATHER S. (2018) "Ecological Armageddon". Annals of Applied Biology 172, 1–3.

LEISEN E. (2003) Grünland und Futterbau [Grassland and forage cropping]. In: Dokumentation 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft" Nr. 105. Landwirtschaftskammer Rheinland, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn. 127-148.

LOGES R., KASKE A. & TAUBE F. (1999) Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. In: OLESEN J. E., ELTUN R., GOODING M. J. (Hrsg.): Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings from an international workshop (DARCOF Report No. 1). Tjele: Danish Research Centre for Organic Farming.

LORENZ H., LOGES R., HAMACHER M. et al. (2017) Der Effekt von Bestandeszusammensetzung und Nutzungsfrequenz auf Ertragsleistung und Futterqualität von Kleegrasbeständen. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue. 211-214.

LORENZ H., REINSCH T., KLUß C. *et al.* (2020) Does the Admixture of Forage Herbs Affect the Yield Performance, Yield Stability and Forage Quality of a Grass Clover Ley? *Sustainability*, *12*(14), 5842.

MAHNKE B., MACHNER M.-T., Müller, J.; WRAGE-MÖNNIG N. (2016) Was will der Klee, was braucht die Öko-Kuh und was ist eigentlich da? Zur Rolle des Klees im Nährstoffzyklus Boden-Klee/gras-Rind am Beispiel eines ökologisch bewirtschafteten Primäraufwuchses. *Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog*. ASTA, LTA & CONFIS Luxembourg, AGGF, S. 123–126.

MALEC S., GRAß R. & WACHENDORF M. (2017) Auswirkungen unterschiedlicher Managementstrategien auf Ertrag und Bestandszusammensetzung des Grünlands in einem silvopastoralen Agroforstsystem. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Band 29. Anforderungen an den Pflanzenbau in einer sich urbanisierenden Welt. 60. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. 243-244.

MÜLLER F.; RITZ C. M.; WELK E. & WESCHE K. (2021) Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. 22. Aufl. Berlin: Springer Spektrum.

MÖHRLE K., KOLLMANN J., HARTMANN S. (2022) Initiale Etablierung artenreicher Nachsaatmischungen in mittelintensiv genutzten Grünlandbeständen verschiedener Naturräume Bayerns. In: *Grünland im Spannungsfeld – Forschung, Wissenstransfer und öffentliche Wahrnehmung. Tagungsband zur 65. Jahrestagung am 25.–27. August 2022 in Soest*. Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.

OLLERTON J., ERENLER H., EDWARDS M., CROCKETT R. (2014) Pollinator declines. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. Science 346.

PFIFFNER L. (2008) Freuden und Leiden mit den Brachen. In: Schweizer Bauer.

PHILIPPS L., STOPES C. E., WOODWARD L. (1996) The Role of the Grass/Clover Ley for Nitrogen Accumulation Within Organic Farming Systems. In: YOUNIE, D. (Hrsg.): Legumes in sustainable farming systems. 124.

PLEASANTS J. M. & CHAPLIN S. J. (1983) Nectar production rates of Asclepias quadrifolia: causes and consequences of individual variation. In: Oecologia 59 (2-3), S. 232–238.

PLEĆAŠ M., GAGIC V., JANKOVIC M. *et al.* (2014) Landscape composition and biological control. Agriculture, Ecosystems & Environment 183, 1–10.

POTTS S. G., BIESMEIJER J. C., KREMEN C. *et al.* (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends in Ecology & Evolution 25, 345–353.

PUECH C., BAUDRY J., JOANNON A. *et al.* (2014) Organic vs. conventional farming dichotomy. Agriculture, Ecosystems & Environment 194, 48–57.

RADA S., SCHWEIGER O., HARPKE A. *et al.* (2019) Protected areas do not mitigate biodiversity declines. Diversity and Distributions 25, 217–224.

RESCH R. (2016) Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf Proteingehalt und Proteinertrag von Dauerwiesenfutter. 71. ALVA-Tagung, Bildungshaus Schloss Krastowitz. 180-182.

RUNDLÖF M., ANDERSSON G., BOMMARCO R. *et al.* (2015) Seed coating with neonicotinoids affects wild bees. Nature 521, 77.

RUNDLÖF M., LUNDIN O., BOMMARCO R. (2018) Flower strips support pollinators. Ecology and Evolution 8, 7974–7985.

SÁNCHEZ-BAYO F. & WYCKHUYS K. A. (2019) Worldwide decline of the entomofauna. Biological Conservation 232, 8–27.

SCHMIDT H. (2003) Viehloser Ackerbau im ökologischen Landbau. Gießen: Universität Gießen.

SCHMIDT M. H., LAUER A., PURTAUF T. *et al.* (2003) Importance of predators and parasitoids for aphid control. Proceedings of the Royal Society B 270, 1905–1909.

SCHULZ F., BROCK C. & LEITHOLD G. (2013) Viehhaltung im ökologischen Landbau – ja oder nein? Effekte auf Bodenfruchtbarkeit, N-Bilanzen und Erträge. In: NEUHOFF, D., STUMM, C., ZIEGLER, S. *et al.* (Hrsg.): Ideal und Wirklichkeit – Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5.–8. März 2013. Berlin: Verlag Dr. Köster, S. 20–23.

SEITHER M., KING K. & ENGEL S. (2013) Bedeutung der Grasnarbendichte und Schnitthäufigkeit für die Etablierung und Ausbreitung des Jakobskreuzkrauts. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.): Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau – Potenziale, Chancen und Risiken. 57. Jahrestagung der AGGF. Freising-Weihenstephan, S. 161.

SILVA E. M., DEAN B. B. & HILLER L. (2004) Patterns of Floral Nectar Production of Onion (Allium cepa L.) and the Effects of Environmental Conditions. In: jashs 129 (3), S. 299 302.

SITTINGER, M., UHLER, J., PINK, M., & HERZ, A. (2024) Insect detect: An open-source DIY camera trap for automated insect monitoring. Plos One, 19(4), Article e0295474.

STEIN-BACHINGER K. & FUCHS S. (2012) Protection strategies for farmland birds. Organic Agriculture 2, 145–162.

STUMM C. & KÖPKE U. (2017) Düngung mit Sprossmasse von Futterleguminosen: Lachgasemissionen und Nitratverluste. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 342–345.

TECHOW A., DIEPOLDER M., HARTMANN S. (2014) Mehr Eiweiß von Grünland und Kleegras. Regionale Wertschöpfung mit heimischen Eiweißfuttermitteln. 12. Kulturlandschaftstag. 33-36.

TEUBER L. R. & BARNES D. K. (1979) Environmental and Genetic Influences on Alfalfa Nectar. In: Crop Science 19 (6). S. 874–878.

TIMBERLAKE TP., VAUGHAN IP. & MEMMOTT J. (2019) Phenology of farmland floral resources reveals seasonal gaps in nectar availability for bumblebees. J Appl Ecol. 56:1585–1596.

TUCK S. L., WINQVIST C., MOTA, F. *et al.* (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. Journal of Applied Ecology 51, 746–755.

TURNER L. B. (1993) The Effect of Water Stress on Floral Characters, Pollination and Seed Set in White Clover (Trifolium repens L.). In: J Exp Bot 44 (7), S. 1155–1160.

URBATZKA P., REHM A., ECKL T. & SALZEDER G. (2017) Einfluss der Futterleguminosenart, deren Saatzeit und Nutzung auf die Nachfrucht Winterweizen. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 128–131.

URBATZKA P & SALZEDER G. (2024). Auswirkungen der Saatzeit und der Nutzung beim Kleegras auf die Fruchtfolge. Beiträge zum Öko-Landbautag, LfL-Schriftenreihe 5, 65-68.

VAN ELSEN, T. (2000) Species diversity as a task for organic agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment 77, 101–109.

VILÀ M., GÓMEZ A. & MARON J.L. (2003) Are alien plants more competitive than their native conspecifics? A test using Hypericum perforatum L. *Oecologia*, *137*(2), 211–215

VINCZE C, LEELŐSSY Á, ZAJÁCZ E, MÉSZÁROS R (2025) A review of short-term weather impacts on honey production. Int J Biometeorol 69:303–317. https://doi. org/ 10. 1007/ s00484- 024-02824-0.

von COSSEL M., BAUERLE A., BOOB M. *et al*. (2019) The Performance of Mesotrophic Arrhenatheretum Grassland under Different Cutting Frequency Regimes for Biomass Production in Southwest Germany. *Agriculture*, *9*(9), 199.

WASER N. M. & PRICE M. V. (2016) Drought, pollen and nectar availability, and pollination success. In: Ecology 97 (6), S. 1400–1409.

WATSON C. A., ATKINSON D., GOSLING P. *et al.* (2002) Managing soil fertility in organic farming systems. Soil Use and Management 18, 239–247.

WEIHER N., SYROVY C., SCHMIDT M., URBATZKA P. & DÖRING T.F. (2026): Einfluss einer Erhö-hung der Pflanzenartenvielfalt und reduzierter Nutzungstermine in Kleegrasgemengen auf Winterweizenerträge. Beiträge zur 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, https://doi.org/10.48565/qysm-nt77, S. 226-228.

WESTPHAL C., STEFFAN-DEWENTER I., TSCHARNTKE T. (2003). Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. Ecol Letters 6(11), 961-965.

WESTRA S.V. (2015) Non-uniform stands of red clover (*Trifolium pratense* L.) underseeded to winter wheat (Tritcum aestivum L.): A survey study to identify causes. A Thesis presented to The University of Guelph. Guelph, Ontario, Canada.

WESTERMAN P. R., WES J. S., KROPFF M. J. *et al.* (2003) Annual losses of weed seeds due to predation. Journal of Applied Ecology 40, 824–836.

WESTRICH P, FROMMER U, MANDERY K, RIEMANN H, RUHNKE H, SAURE C & VOITH J (2011) Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. 5. Fassung. Naturschutz Biol Vielfalt. 70(3): 373–416.

WHITTINGHAM M. J. (2011) The future of agri-environment schemes. Journal of Applied Ecology 48, 509–513.

WIERSMA D.W., SMITH R.R., SHARPEE D.K. *et al.* (1998), Auswirkungen des Erntemanagements auf den Ertrag, die Qualität und die Persistenz des Rotklee-Futters. Journal of Production Agriculture, 11: 309-313.

ZAJACZ E. (2011) Nectar production and some site-relataed issues of sunflower hybrids under different agro-ecological conditions.

ZIMMERMAN M. & PYKE G. H. (1986) Reproduction in Polemonium: patterns and implications of floral nectar production and standing crops. In: American J of Botany 73 (10), S. 1405 1415.

ZWICKE M., PICON-COCHARD C., MORVAN-BERTRAND A. *et al*. (2015) What functional strategies drive drought survival and recovery of perennial species from upland grassland? *Annals of Botany*. Volume 116. 1001–1015.

11 VERÖFFENTLICHUNGEN

Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen zum Projekt zur Verbreitung der Ergebnisse:

POLKOWSKI C., WEIHER N., URBATZKA P. & DÖRING T.F. (2023) Förderung von Bestäubern durch Erhöhung der Biodiversität im Kleegras. In: One Step Ahead – einen Schritt voraus! Beiträge zur 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Frick (CH), 7. bis 10. März 2023, Verlag Dr. Köster, Berlin.

URBATZKA P., POLKOWSKI C., TANZ J., WEIHER N. & DÖRING T.F. (2023) Einfluss diverser Mischungen und reduzierter Nutzungstermine auf den Kleegras-Ertrag im ökologischen Landbau, Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 33: 367–368.

WEIHER N., POLKOWSKI C., URBATZKA P. & DÖRING T.F. (2024) Einfluss diverser Kleegrasmischungen und reduzierter Nutzungstermine auf Winterweizenerträge. In: Landwirtschaft und Ernährung – Transformation macht nur gemeinsam Sinn. Beiträge zur 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 5. bis 8. März 2024.

SYROVY C., WEIHER N., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2024) Effect of the species-rich mixtures of grass clover leys on flower visitors. In: The future of sustainable land use across ecosystems, landscapes and biomes, 53rd Annual Conference of the German Ecological Society, Freising, Germany, 9th -13th September 2024, 596.

WEIHER N., SYROVY C., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2024) Einfluss von Pflanzenartenvielfalt und Nutzungsregime auf Kleegraserträge und Winterweizen. In: 2. Nationaler Leguminosenkongress. Leipzig, 7.–10. Oktober 2024, 37.

SYROVY C., WEIHER N., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2024) Bestäuber in der Grünbrache durch artenreicheres Kleegras fördern. In: Messerer M & Pflanz W (Hrsg.) Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2024. LfL-Schriftenreihe 5, 200-202

WEIHER N., SYROVY C., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2024) Einfluss von Pflanzenartenvielfalt und Nutzungsregime im Kleegras auf den Rohprotein-Ertrag des nachfolgenden Winterweizens. In: Messerer M & Pflanz W (Hrsg.) Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2024. LfL-Schriftenreihe 5, 208-210.

ONURSAL P., WEIHER N., SYROVY C., URBATZKA P., DÖRING T.F., Panasiti B (2025) Influence of flowering legume species on pollinator diversity across three organic farm sites in Germany. In: "Ecological Systems Under Pressure: Challenges and Solutions", 54rd Annual Conference of the German Ecological Society, Würzburg, Germany, 1th -5th September 2025, 601.

SYROVY C., WEIHER N., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2025) Diversified clover-herb mixtures, their flowering times and nectar supply for pollinating insects on organic farms in Germany. In: "Ecological Systems Under Pressure: Challenges and Solutions", 54rd Annual Conference of the German Ecological Society, Würzburg, Germany, 1th -5th September 2025, 513.

WEIHER N., SYROVY C., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2025) Effects of species-rich mixtures of grass clover leys on pollinators. In: "Ecological Systems Under Pressure: Challenges and Solutions", 54rd Annual Conference of the German Ecological Society, Würzburg, Germany, 1th -5th September 2025, 600.

WEIHER N., SYROVY C., URBATZKA P., DÖRING T.F. (2025) Einfluss diverser Kleegrasmischungen und reduzierter Nutzungstermine auf die Nachfrucht Winterweizen. In: Isselstein J. und Kottmann L. (Hrsg.) Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 34, PLANETARY BOUNDARIES – RISING TO THE CHALLENGES AHEAD, 65. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., 281-282.

ONURSAL P., WEIHER N., URBATZKA P., SYROVY C., DÖRING T.F., PANASSITI B. (2026) Einfluss blühender Leguminosenarten auf die Bestäubervielfalt auf drei Bio-Betriebsstandorten in Deutschland, In: Kemper, R., M. Athmann, A. Häring, D. Neuhoff, M. Müller-Lindenlauf, L. Schmitz, C. Stumm, I. Tiemann & T.F. Döring [Hrsg.], (2026) Tagungsband zur 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Widerspruch begegnen – viele Antworten, ein Ökolandbau. 3. bis 6. März 2026 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn.

SYROVY C., WEIHER N., URBATZKA P. & DÖRING T.F. (2026) Kleegrasgemenge im Ökologischen Landbau: Welchen Einfluss hat eine Diversifizierung von Mischungen und Reduzierung der Nutzungsintensität auf Erträge und Insekten? In: Kemper, R., M. Athmann, A. Häring, D. Neuhoff, M. Müller-Lindenlauf, L. Schmitz, C. Stumm, I. Tiemann & T.F. Döring [Hrsg.], (2026) Tagungsband zur 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Widerspruch begegnen – viele Antworten, ein Ökolandbau. 3. bis 6. März 2026 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn.

WEIHER N., SYROVY C., SCHMIDT M., URBATZKA P. & DÖRING T.F. (2026) Einfluss einer Erhöhung der Pflanzenartenvielfalt und reduzierter Nutzungstermine in Kleegrasgemengen auf Winterweizenerträge, In: Kemper, R., M. Athmann, A. Häring, D. Neuhoff, M. Müller-Lindenlauf, L. Schmitz, C. Stumm, I. Tiemann & T.F. Döring [Hrsg.], (2026) Tagungsband zur 18. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Widerspruch begegnen – viele Antworten, ein Ökolandbau. 3. bis 6. März 2026 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn.

Weitere Vorträge, Präsentationen und Aktivitäten

Das Projekt FINDIG konnte auf zahlreichen Veranstaltungen einem breiten Publikum von Landwirten, Beratern und interessierter Bevölkerung vorgestellt werden: Auf der Woche der Umwelt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) im Juni 2024 mit rund 12.000 Teilnehmenden im Park von Schloss Bellvue in Berlin durfte FINDIG präsentiert werden. Ebenfalls auf große Resonanz bei interessierten Teilnehmern stieß das Projekt FINDIG am 13. Juni 2024 auf der Versuchsstation Neuhof der Bayerischen Staatsgüter in Kaisheim/Donauwörth im Rahmen des Beenovation-Workshops „Summende Vielfalt fördern - Welche Maßnahmen können in der Praxis umgesetzt werden?“, sowie anschließend am 14. Juni 24 am Öko-Feldtag der LfL 2024, dieser ist ein wichtiger Treffpunkt für landwirtschaftliche Biobetriebe und -beratung in Bayern, um sich über die neuesten Sortenempfehlungen und produktionstechnischen Versuche im Ökolandbau zu informieren.

Der Posterbeitrag “Effect of the species-rich mixtures of grass clover leys on flower visitors” wurde bei 53. Jahrestagung der GfÖ vom 9.-13. September 24 in Freising vorgestellt werden. Beim 2. Nationalen Leguminosen-Kongress vom 7. bis 10. Oktober 24 in Leipzig erhielt der Beitrag „Einfluss von Pflanzenartenvielfalt und Nutzungsregime auf Kleegraserträge und Winterweizen“ den

Posterpreis. Weiterhin wurden Ergebnisse aus dem Projekt bei Abschlussveranstaltung der Beenovation Vernetzungs- und Transfermaßnahme „Zum Schutz von Bienen und Bestäuberinsekten in der Agrarlandschaft“ am 17.Oktober 24 in Berlin vorgetragen. Beim 9. Öko-Landbautag der LfL und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf am 24. Oktober 24 konnten in Triesdorf zudem Projektergebnisse im Rahmen von zwei Posterbeiträgen präsentiert werden.

Zudem beteiligte sich das Projekt FINDIG auf den Öko-Feldtagen am Wassergut Canitz in Sachsen am 18. und 19. Juni 2025 mit Demoparzellen, Infostand und Führungen sowie am 4. Juli 25 auf dem gemeinsamen Ökofeldtag von LfL, der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) und der Technischen Universität München (TUM) auf der TUM-Versuchsstation Viehhausen

Bachelor- und Masterarbeiten

- Bickenbach, Judith (2024): Diversität in Kleegras-Mischungen für bestäubende Insekten im ökologischen Landbau, Masterarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Illert, Ilja Volker (2022): Competition between forage legumes and weeds under greenhouse and field settings, Masterarbeit an der Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Jaspers, Lisa (2022): Artzusammensetzung verschiedener Kleegrasgemenge unter ökologischen Anbaubedingungen an zwei Standorten, Masterarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Klein, Anna Katrin (2025): Vergleich der Unkrautunterdrückung unterschiedlicher Varianten von Kleegrasgemengen in der Frühentwicklung, Bachelorarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Lange, Michael (2024): Auswirkungen einer diversifizierten Kleegrasmischung auf die Biodiversität der Blütenbesucher. Bachelorarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Onursal, Pinar (2025): Influence of flowering plants on insect pollinator diversity across three organic farms in Germany, Masterarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Schnörpel, Lucia (2023): Einfluss verschiedener Mulchregime auf die Artzusammensetzung einer artenreichen Kleegras-KräuterMischung, Masterarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Stroetmann, Smilla Leoni (2025): Auswirkungen diverser Kleegras-Mischungen auf die Nahrungsverfügbarkeit für blütenbesuchende Insekten, Masterarbeit an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Westermeier, Jessica (2023): Einfluss verschiedener Artenmischungen in der Kleegrasphase im ökologischen Landbau auf die Artenzahl und Abundanz blütenbesuchender Insekten, Bachelorarbeit an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

12 ANHANG

ANHANG 1: STANDORTE DER VERSUCHE

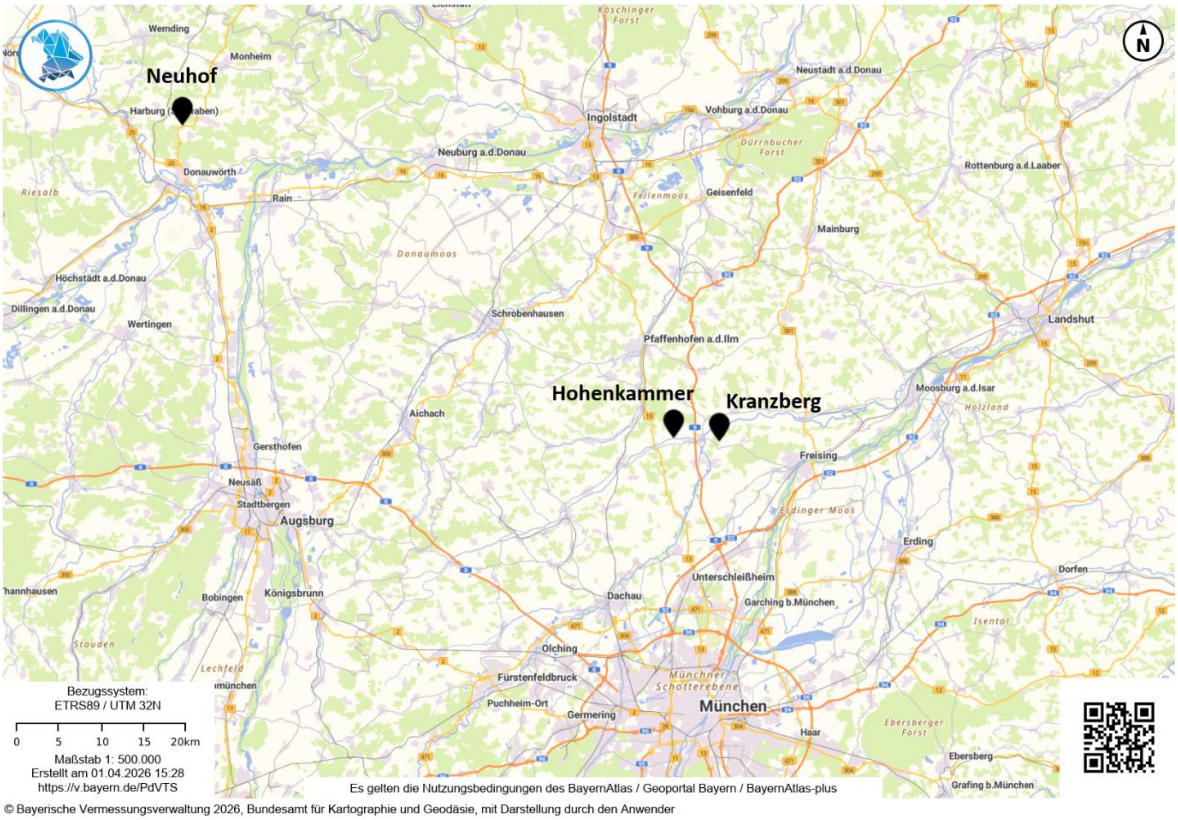


Abbildung A 1: Lage der Praxisflächen in Bayern (Quelle: BayernAtlas)

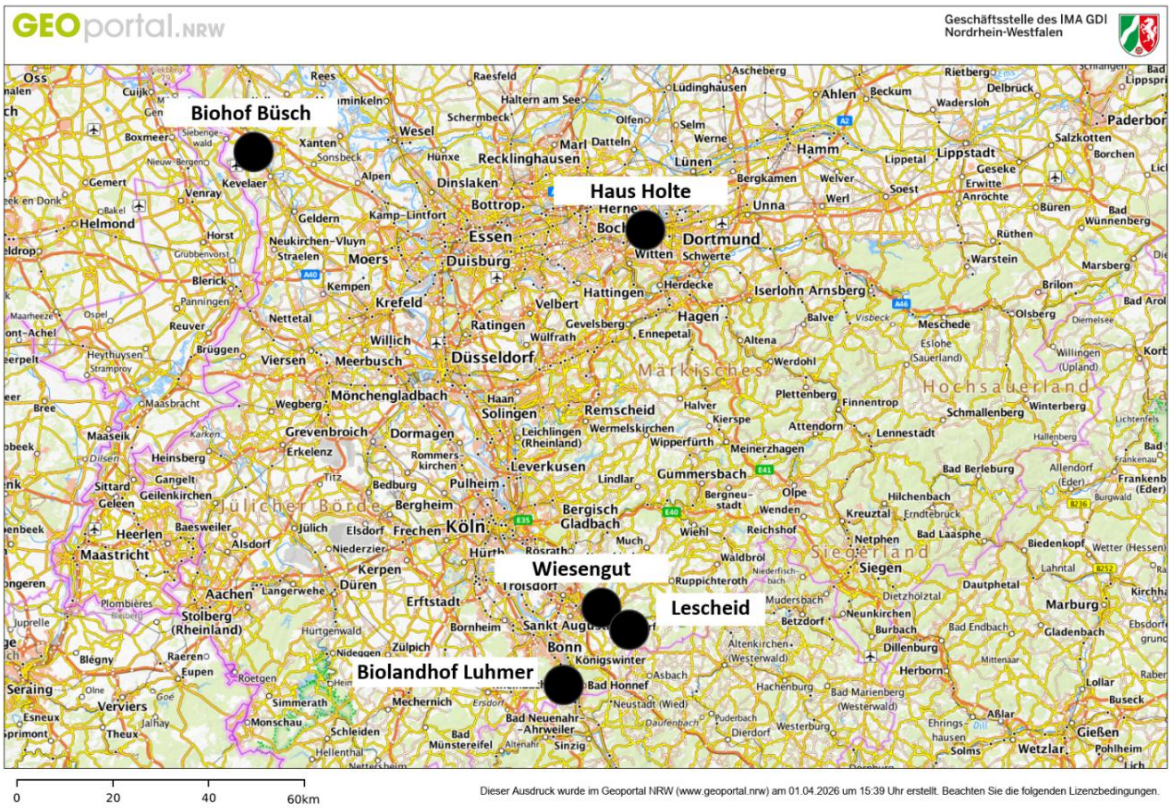


Abbildung A 2: Lage der Praxisflächen in NRW (Quelle: Geoportal.nrw)

ANHANG 2: WETTER IN DER VEGETATIONSPERIODE FÜR DIE EINZELNEN STANDORTE UND JAHRE

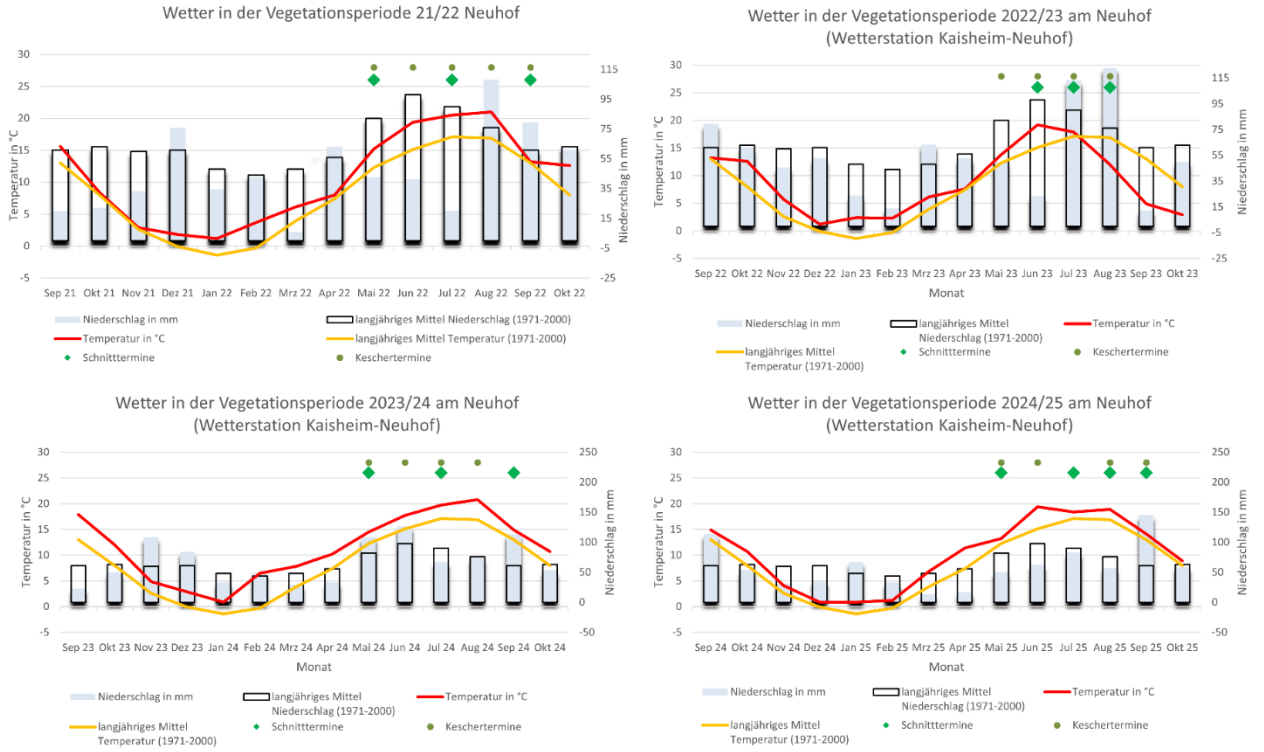


Abbildung A 3: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Neuhof 2022-2025

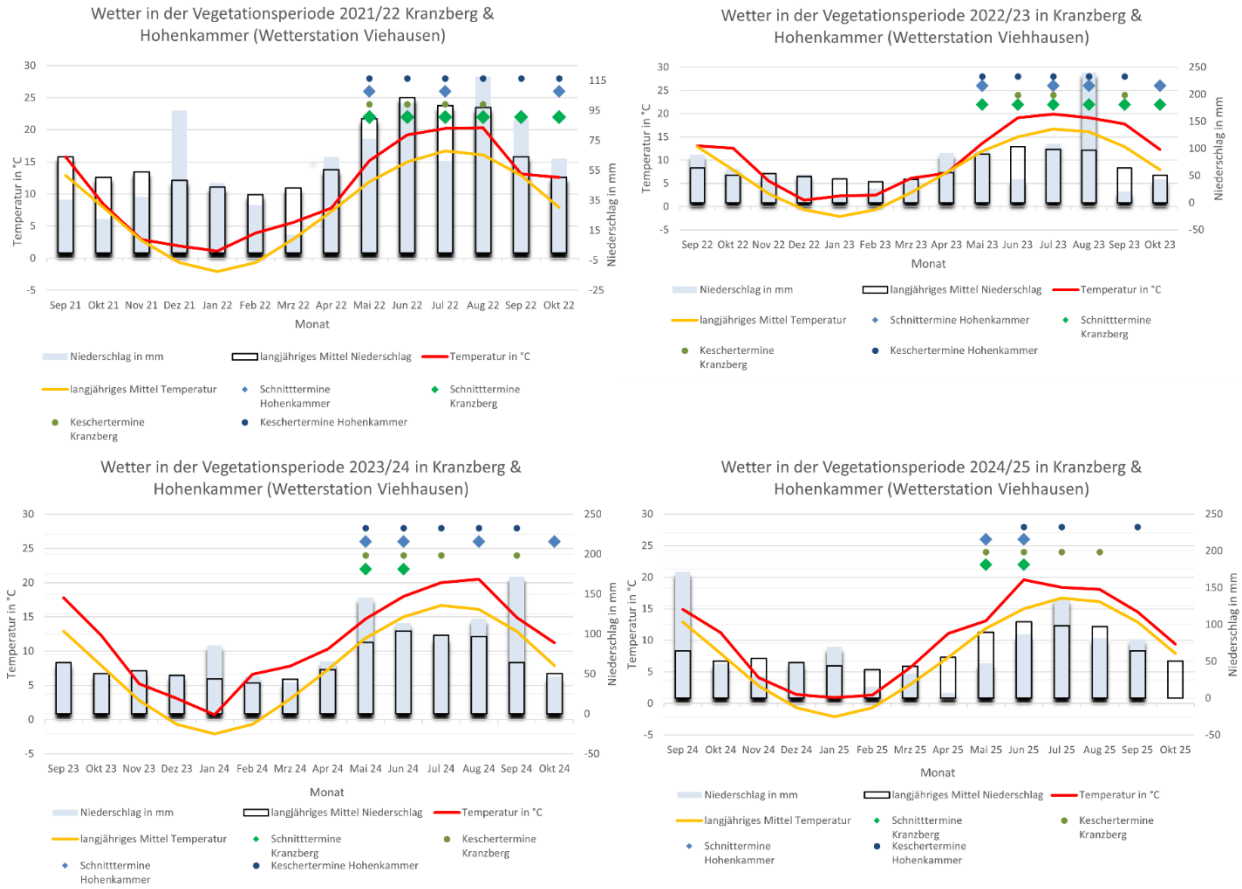


Abbildung A 4: Wetter in der Vegetationsperiode an Standorten Kranzberg & Hohenkammer 2022-2025

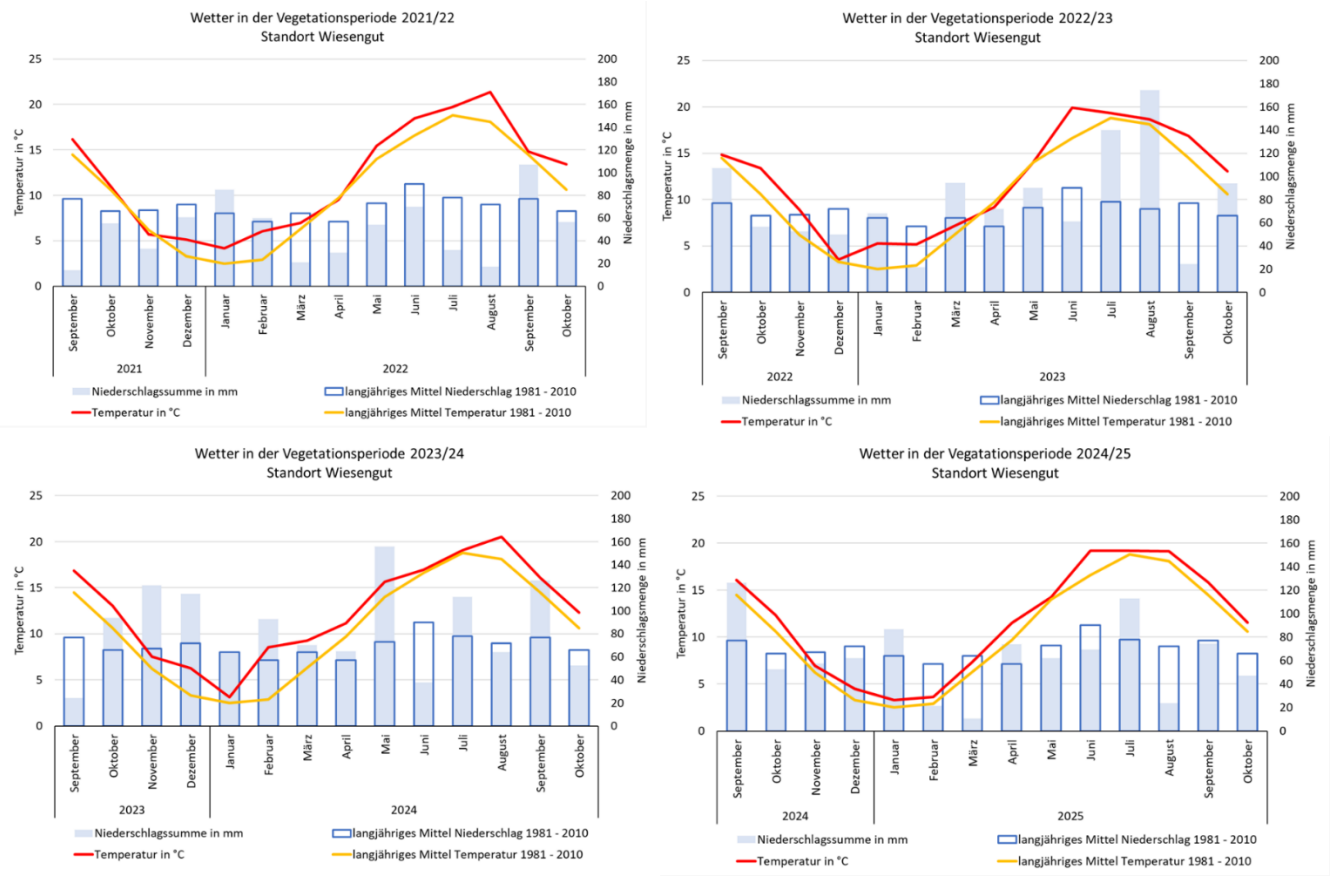


Abbildung A 5: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Wiesengut 2022-2025

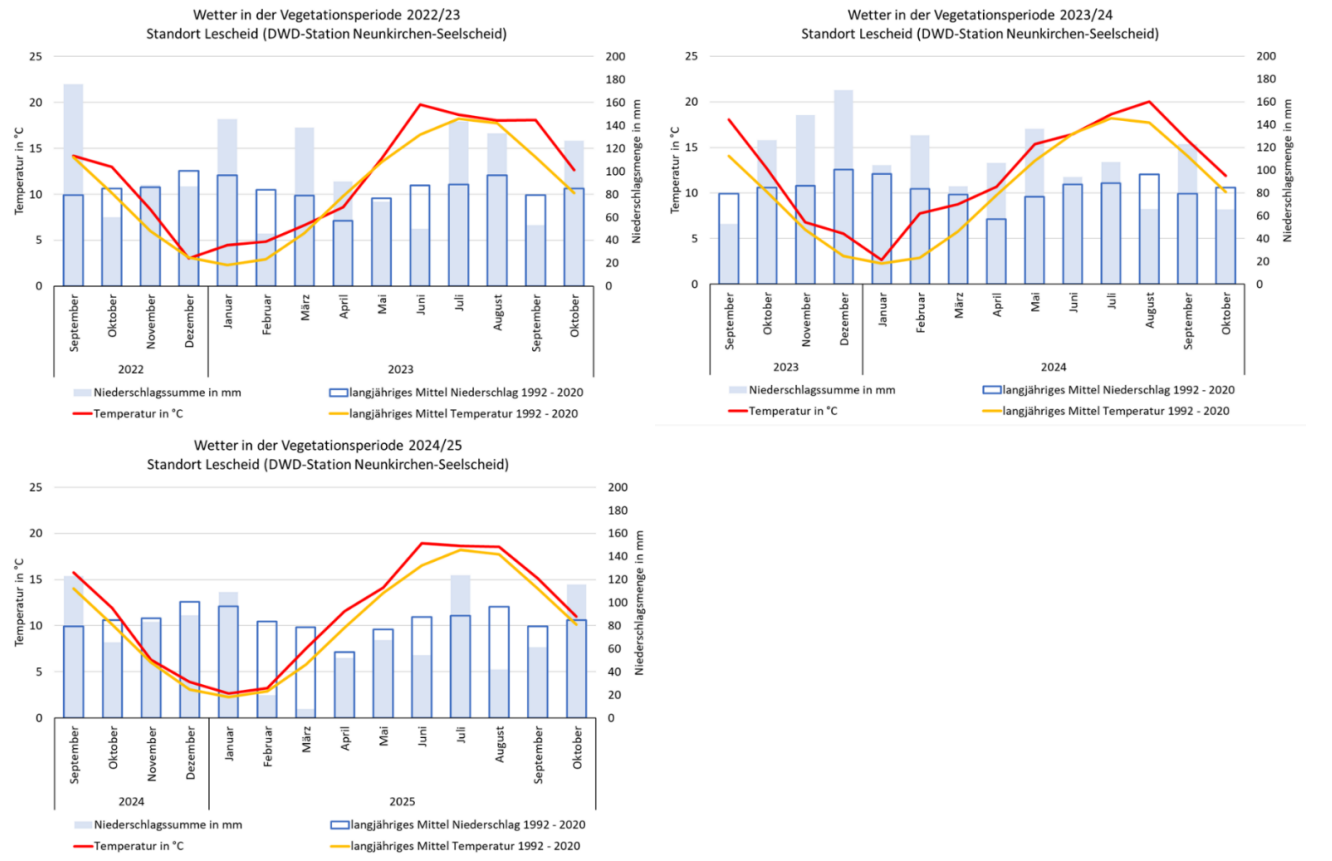


Abbildung A 6: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Lescheid 2023-2025

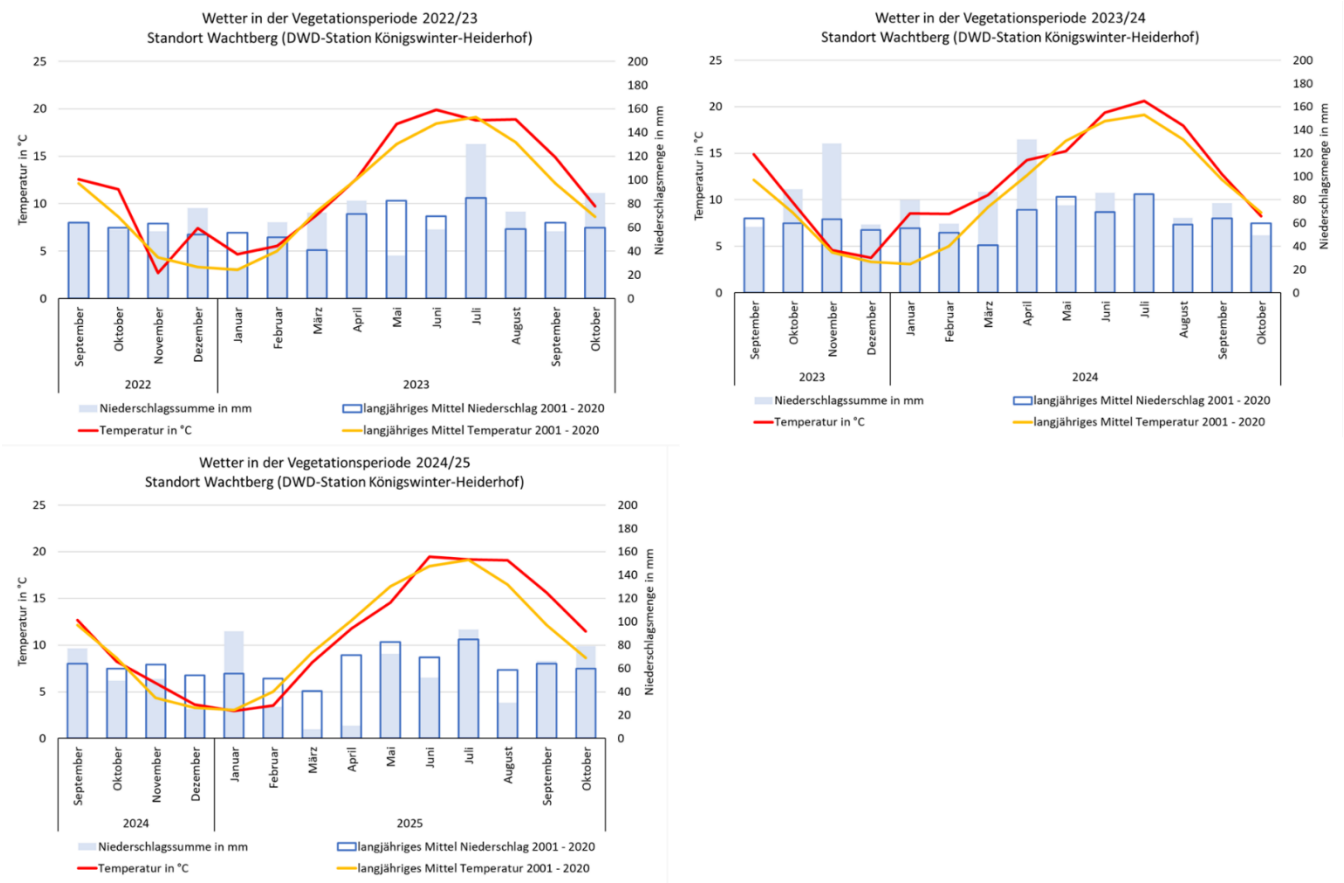


Abbildung A 7: Wetter in der Vegetationsperiode am Standort Wachtberg 2023-2025

ANHANG 3: SAATSTÄRKEN UND KEIMFÄHIGKEIT

Tabelle A 1: Saatstärken der einzelnen Saatgutmischungen

Bot. Name	Kontrolle	Legu-minosen	Kräuter	Vielfalt	Praxisfl. Vielfalt	TKG [2,5]	KF
	%	%	%	%	%		%
Trifolium repens	23	14	14	10	9	1,20	93
Trifolium pratense	23	14	14	10	9	2,62	81
Medicago sativa	23	14	14	10	9	1,76	87
Trifolium incarnatum	-	14	14	10	9	3,51	81
Medicago lupulina	-	14	14	10	9	1,56	94
Lotus corniculatus	-	-	-	10	9	1,24	90
Trifolium hybridum	-	-	-	10	9	0,78	96
Onobrychis viciifolia	-	-	-	-	9	21	90
Summe Leguminosen	**70**	**70**	**70**	**70**	**70**		
Carum carvi	-	-	3	2	2	3,56	70
Crepis biennis	-	-	3	2	2	1,20	70
Achillea millefolium	-	-	3	2	2	0,18	83
Hypericum perforatum	-	-	3	2	2	0,14	68
Centaurea cyanus	-	-	3	2	2	4,30	80

Leontodon autumnalis	-	-	-	2	2	0,65	70
Origanum vulgare	-	-	-	2	2	0,1	60
Sanguisorba minor	-	-	-	2	2	8,38	91
Silene vulgaris	-	-	-	2	2	1,5	90
Summe Kräuter	**0**	**0**	**15**	**20**	**20**		
Festuca pratensis	10	10	5	3,3	3,3	2,04	81
Arrhenaterum elatius	10	10	5	3,3	3,3	6,9	87
Phleum pratense	10	10	5	3,3	3,3	0,4	93
Summe Gräser	**30**	**30**	**15**	**10**	**10**		
Gesamt	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**		

Tabelle A 2: Keimfähigkeit der einzelnen Pflanzenarten in % 2022-2025

Keimfähigkeit (%)					
Bot. Name	**Name**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**
Trifolium repens	Weißklee	93	88 *)	91	92 *)
Trifolium pratense	Rotklee	81	62 *)	95	92 *)
Medicago sativa	Luzerne	87	84 *)	88	85 *)
Trifolium incarnatum	Inkarnatklee	81	89	89	90
Medicago lupulina	Gelbklee	94	95 *)	82	89 *)
Lotus corniculatus	Hornklee	90	94 *)	85	78 *)
Trifolium hybridum	Schwedenklee	96	93 *)	96	90 *)
Onobrychis viciifolia	Esparsette		77 *)	81	54
Prunella vulgaris	Gemeine Braunelle	95			
Carum carvi	Kümmel	0	25	76	52
Crepis biennis	Wiesenpippau		34	10	76
Achillea millefolium	Schafgarbe	83	79	82	82
Hypericum perforatum	Johanniskraut	68	84	66	41
Centaurea cyanus	Kornblume		86	54	56
Leontodon autumnalis	Herbstlöwenzahn		91	86	28
Origanum vulgare	Dost		84	61	41
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	91	89	86	75
Silene vulgaris	Taubenkropfleimkraut	93	78	63	60
Festuca pratensis	Wiesen-Schwingel	81	90	88	86
Arrhenaterum elatius	Glatthafer	87	85	87	79
Phleum pratense	Wiesen-Lieschgras	93	83	81	91
			*) inkl. hart		

ANHANG 4: UMRECHNUNGSSCHLÜSSEL BLÜTENDECKUNGSGRAD ZUR QUANTIFIZIERUNG DER FLORALEN RESSOURCEN

Tabelle A 3: Umrechnung der Blüten in % zur Schätzung des Blütendeckungsgrads

0,25 m²	Weißklee	4 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Weißklee	64 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Rotklee	4 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Rotklee	64 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Luzerne	9 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Luzerne	145 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Inkarnatklee	4 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Inkarnatklee	64 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Gelbklee	40 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Gelbklee	640 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Hornklee	10 Blüten = 1 %
4 m²	Hornklee	160 Blüten = 1%
0,25 m²	Schwedenklee	4 Blütenköpfe = 1 %
4 m²	Schwedenklee	64 Blütenköpfe = 1 %
0,25 m²	Kümmel	2 Dolden = 1%
4 m²	Kümmel	32 Dolden = 1%
0,25 m²	Schafgarbe	4 Teilblütenstände = 1 %
4 m²	Schafgarbe	64 Teilblütenstände = 1 %
0,25 m²	Kornblume	2 Blüten = 1 %
4 m²	Kornblume	32 Blüten = 1 %
0,25 m²	Wiesen-Pippau	6 Blüten = 1%
4 m²	Wiesen-Pippau	96 Blüten = 1%
0,25 m²	Herbst-Löwenzahn	6 Blüten = 1%
4 m²	Herbst-Löwenzahn	96 Blüten = 1%
0,25 m²	Wiesenknopf	8 Blütenköpfe = 1%
4 m²	Wiesenknopf	128 Blütenköpfe = 1%
0,25 m²	Leimkraut	16 Blüten = 1 %
4 m²	Leimkraut	256 Blüten = 1 %
0,25 m²	Echter Dost	2 Dolden = 1%
4 m²	Echter Dost	32 Dolden = 1%

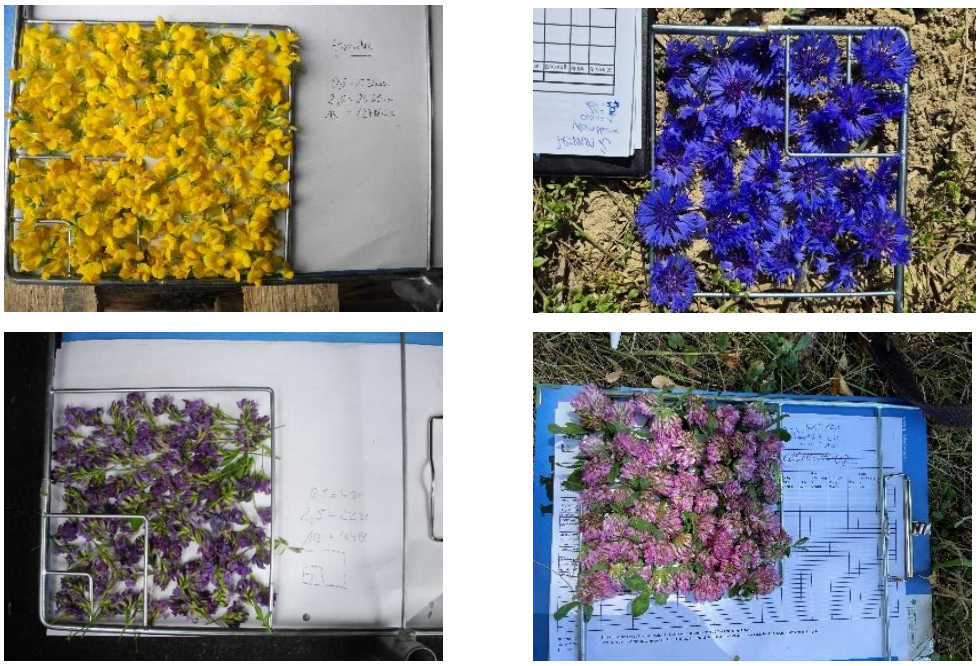


Abbildung A 8: Beispiele für im Göttinger Schätzrahmen (0,25 m²) ausgelegte Blüten (Hornklee, Kornblume, Luzerne und Rotklee) und Umrechnung der gezählten Blüten auf die Fläche

ANHANG 5: ARTSORTIERUNG AUF DEN EXAKTVERSUCHEN

Tabelle A 4: Artsortierungen im Mittel über alle Standorte und Jahre von den Exaktversuchen

				Mischung		
Monat	**Nutzung**	**Pflanzenart**	**Kontrolle**	**Leguminosen**	**Kräuter**	**Vielfalt**
Mai	alle	**Gras**	**46,97**	**33,55**	**22,42**	**23,90**
Mai	alle	**Beikraut**	**20,83**	**11,60**	**11,78**	**13,35**
Mai	alle	**Rest**	**2,79**	**1,26**	**1,34**	**1,45**
Mai	alle	**Leguminosen**	**29,42**	**53,54**	**52,81**	**50,70**
Mai	alle	Rotklee	19,58	2,90	3,18	3,09
Mai	alle	Weißklee	6,37	1,05	1,11	1,06
Mai	alle	Luzerne	3,47	2,14	0,78	0,89
Mai	alle	Inkarnatklee	0,00	47,03	47,27	44,17
Mai	alle	Gelbklee	0,00	0,42	0,48	0,47
Mai	alle	Hornklee	0,00	0,00	0,00	0,10
Mai	alle	Schwedenklee	0,00	0,00	0,00	0,90
Mai	alle	**Kräuter**	**0,00**	**0,00**	**13,58**	**12,50**
Mai	alle	Kümmel	0,00	0,00	0,06	0,08
Mai	alle	Schafgarbe	0,00	0,00	0,26	0,22
Mai	alle	Kornblume	0,00	0,00	13,13	11,36
Mai	alle	Wiesen-Pippau	0,00	0,00	0,12	0,13
Mai	alle	Wiesenknopf	0,00	0,00	0,00	0,58
Mai	alle	Leimkraut	0,00	0,00	0,00	0,11

Mai	alle	Herbstlöwenzahn	0,00	0,00	0,00	0,02
September	Praxisüblich	**Gras**	**27,00**	**42,74**	**30,54**	**28,10**
September	Praxisüblich	**Beikraut**	**3,20**	**3,56**	**4,70**	**5,12**
September	Praxisüblich	**Rest**	**11,40**	**8,82**	**8,68**	**10,23**
September	Praxisüblich	**Leguminosen**	**58,70**	**44,96**	**53,48**	**52,74**
September	Praxisüblich	Rotklee	43,99	31,51	39,15	36,07
September	Praxisüblich	Weißklee	6,74	5,71	7,01	6,86
September	Praxisüblich	Luzerne	7,98	6,92	6,41	5,96
September	Praxisüblich	Inkarnatklee	0,00	0,45	0,41	0,68
September	Praxisüblich	Gelbklee	0,00	0,37	0,50	0,49
September	Praxisüblich	Hornklee	0,00	0,00	0,00	0,32
September	Praxisüblich	Schwedenklee	0,00	0,00	0,00	2,37
September	Praxisüblich	**Kräuter**	**0,00**	**0,00**	**2,61**	**3,92**
September	Praxisüblich	Kümmel	0,00	0,00	0,22	0,16
September	Praxisüblich	Schafgarbe	0,00	0,00	0,22	0,15
September	Praxisüblich	Kornblume	0,00	0,00	0,00	0,00
September	Praxisüblich	Wiesen-Pippau	0,00	0,00	3,00	2,19
September	Praxisüblich	Wiesenknopf	0,00	0,00	0,00	1,66
September	Praxisüblich	Leimkraut	0,00	0,00	0,00	0,24
September	Praxisüblich	Herbstlöwenzahn	0,00	0,00	0,00	0,16
September	Sommerblüte	**Gras**	**32,91**	**49,79**	**38,60**	**37,27**
September	Sommerblüte	**Beikraut**	**1,45**	**2,73**	**4,74**	**4,43**
September	Sommerblüte	**Rest**	**11,02**	**6,41**	**7,53**	**7,56**
September	Sommerblüte	**Leguminosen**	**54,69**	**41,28**	**48,35**	**47,12**
September	Sommerblüte	Rotklee	45,92	31,77	39,00	34,79
September	Sommerblüte	Weißklee	2,44	3,07	3,90	2,72
September	Sommerblüte	Luzerne	6,33	5,53	4,70	5,41
September	Sommerblüte	Inkarnatklee	0,00	0,05	0,20	0,42
September	Sommerblüte	Gelbklee	0,00	0,87	0,55	0,56
September	Sommerblüte	Hornklee	0,00	0,00	0,00	0,25
September	Sommerblüte	Schwedenklee	0,00	0,00	0,00	2,97
September	Sommerblüte	**Kräuter**	**0,00**	**0,00**	**1,05**	**3,62**
September	Sommerblüte	Kümmel	0,00	0,00	0,27	0,10
September	Sommerblüte	Schafgarbe	0,00	0,00	0,24	0,16
September	Sommerblüte	Kornblume	0,00	0,00	0,00	0,13
September	Sommerblüte	Wiesen-Pippau	0,00	0,00	0,70	1,09
September	Sommerblüte	Wiesenknopf	0,00	0,00	0,00	2,11
September	Sommerblüte	Leimkraut	0,00	0,00	0,00	0,24
September	Sommerblüte	Herbstlöwenzahn	0,00	0,00	0,00	0,21

ANHANG 6: METABOLISCHE ENERGIEGEHALTE UND NETTO-ENERGIE-LAKTATION

Tabelle A 5: Metabolische Energie (MJ ME/ha) für die unterschiedlichen Mischungen und Nutzungen für die drei Termine gemittelt und die Summe 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

		Praxis	Frühjahr	Sommer	Cut+Carry
Mai	**Kontrolle**	54,2	–	53,3	53,8
	Leguminosen	70,8	–	72,0	70,4
	Kräuter	71,7	–	71,2	71,2
	Vielfalt	68,3	–	70,8	72,6
Juli	**Kontrolle**	35,7	63,7	–	–
	Leguminosen	26,1	57,3	–	–
	Kräuter	24,0	61,7	–	–
	Vielfalt	27,2	62,3	–	–
September	**Kontrolle**	36,1	38,1	49,2	49,3
	Leguminosen	32,0	30,2	48,8	47,4
	Kräuter	32,9	27,8	42,0	47,0
	Vielfalt	34,3	28,8	44,0	46,7
Summe	**Kontrolle**	126,0	101,8	102,5	103,1
	Leguminosen	128,9	87,5	120,8	117,7
	Kräuter	128,6	89,5	113,2	118,2
	Vielfalt	129,7	91,1	114,8	119,2

Tabelle A 6: Netto-Energie-Laktation (MJ NEL/ha) für die unterschiedlichen Mischungen und Nutzungen für die drei Termine gemittelt 2022-2025 für den bayerischen Standort (Neuhof)

		Praxis	Frühjahr	Sommer	Cut+Carry
Mai	**Kontrolle**	32,6	–	32,1	32,4
	Leguminosen	42,4	–	43,2	42,2
	Kräuter	43,1	–	42,9	42,8
	Vielfalt	41,0	–	42,6	43,7
Juli	**Kontrolle**	21,4	37,7	–	–
	Leguminosen	15,6	33,7	–	–
	Kräuter	14,3	36,3	–	–
	Vielfalt	16,2	36,7	–	–
September	**Kontrolle**	21,7	22,8	29,2	29,3
	Leguminosen	19,2	18,1	29,0	28,1
	Kräuter	19,7	16,7	25,0	27,9
	Vielfalt	20,6	17,3	26,1	27,7
Summe	**Kontrolle**	75,7	60,4	61,3	61,7
	Leguminosen	77,2	51,8	72,2	70,4
	Kräuter	77,2	53,0	67,9	70,7
	Vielfalt	77,9	54,0	68,7	71,3

ANHANG 7: BLÜTENRESSOURCEN AUF DEN EXAKTVERSUCHEN

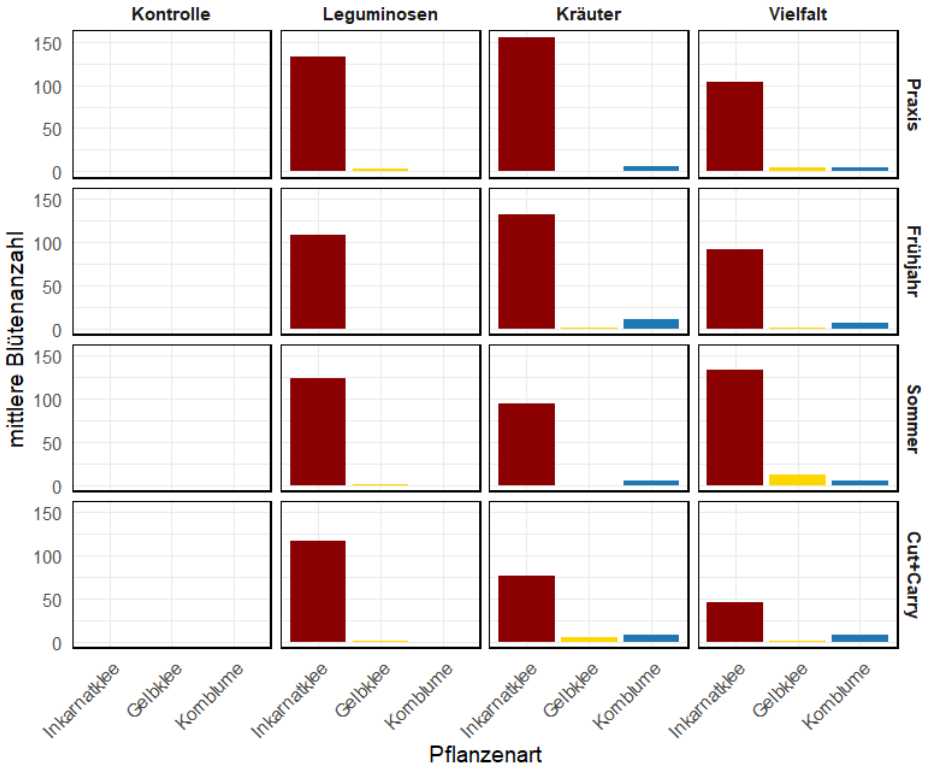


Abbildung A 9: mittlere Anzahl der Blüten im April an den Standorten Neuhof und Wiesengut 2025

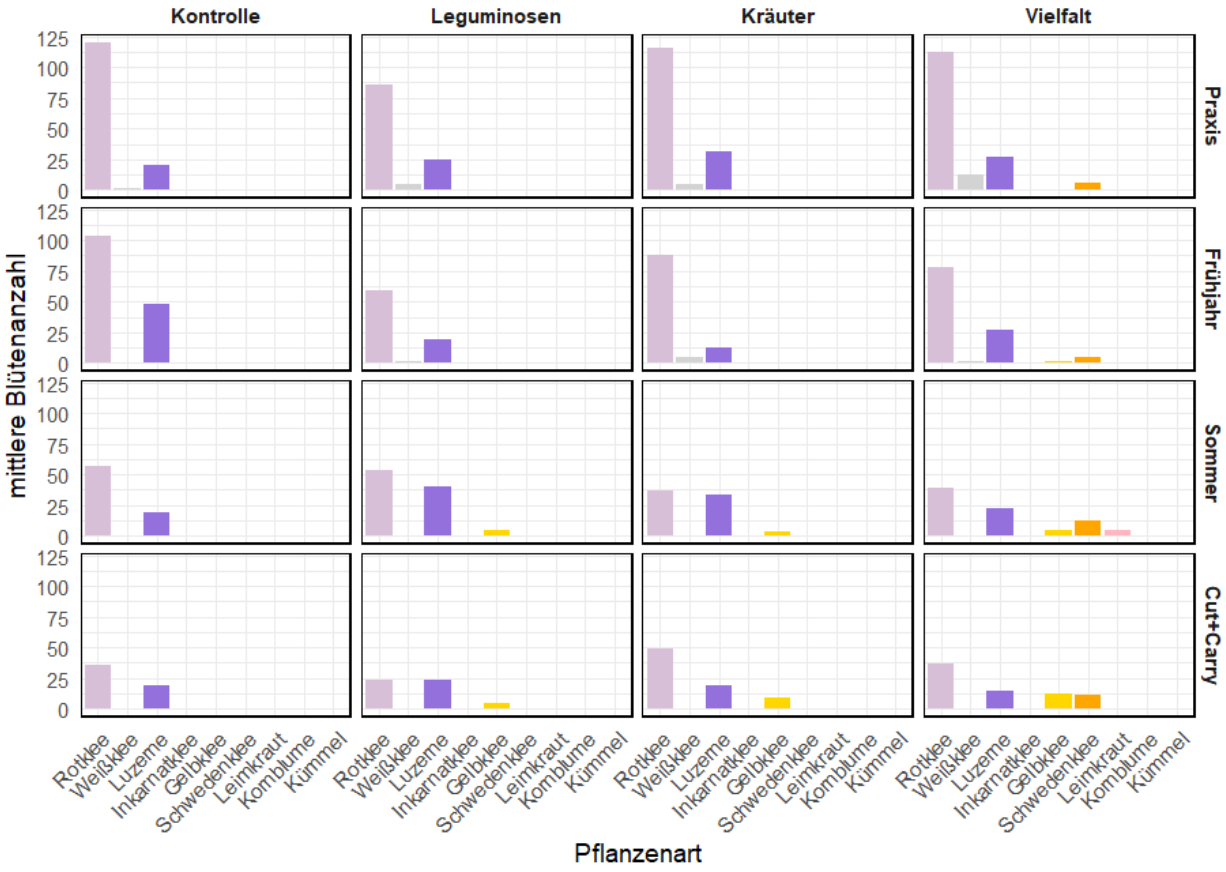


Abbildung A 10: mittlere Anzahl der Blüten im September am Standort Neuhof 2022-2025, am Standort Lescheid 2023 und 2025, am Standort Dortmund 2022

ANHANG 8: BLÜHPHÄNOLOGIE ALLE JAHRE

Tabelle A 7: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2022

Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	2	0	0	**2**
Neuhof	Juni	Referenz	1	1	1	2	2	**7**
Neuhof	Juli	Referenz	3	2	3	3	3	**14**
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	**0**
Neuhof	September	Referenz	1	0	1	1	1	**4**
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**
Kranzberg	Juni	Referenz	1	1	1	1	1	**5**
Kranzberg	Mitte Juli	Referenz	1	1	1	1	1	**5**
Kranzberg	Ende Juli	Referenz	1	2	2	2	2	**9**
Kranzberg	August	Referenz	1	2	2	1	2	**8**
Hohenkammer	Mai	Referenz	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Juni	Referenz	2	1	1	2	2	**8**
Hohenkammer	Mitte Juli	Referenz	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Ende Juli	Referenz	0	1	0	1	2	**4**
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	1	1	**2**
Hohenkammer	September	Referenz	0	0	0	0	0	**0**
Wiesengut	Juni	Referenz	0	1	0	1	1	**3**
Weeze	Mai	Referenz	1	1	1	1	1	**5**
Weeze	Juli	Referenz	1	1	2	0	2	**6**
Dortmund	Mai	Referenz	1	1	2	2	1	**7**
Dortmund	Juli	Referenz	1	2	2	2	2	**9**
Neuhof	Mai	Vielfalt	2	2	2	2	2	**10**
Neuhof	Juni	Vielfalt	2	2	2	3	3	**12**
Neuhof	Juli	Vielfalt	3	2	3	3	4	**15**
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	**0**
Neuhof	September	Vielfalt	2	2	3	0	1	**8**
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	**0**
Kranzberg	Juni	Vielfalt	2	4	1	1	1	**9**
Kranzberg	Mitte Juli	Vielfalt	2	1	1	1	1	**6**
Kranzberg	Ende Juli	Vielfalt	2	1	2	2	2	**9**
Kranzberg	August	Vielfalt	2	1	2	1	1	**7**
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	2	2	2	1	2	**9**
Hohenkammer	Mitte Juli	Vielfalt	2	2	2	2	1	**9**
Hohenkammer	Ende Juli	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	August	Vielfalt	0	1	1	1	1	**4**
Hohenkammer	September	Vielfalt	2	0	0	0	1	**3**
Wiesengut	Mai	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**
Wiesengut	Juni	Vielfalt	3	2	4	3	3	**15**
Weeze	Mai	Vielfalt	2	2	2	2	1	**9**
Weeze	Juli	Vielfalt	4	2	3	3	3	**15**
Dortmund	Mai	Vielfalt	2	2	1	2	2	**9**
Dortmund	Juli	Vielfalt	2	2	2	3	3	**12**

Tabelle A 8: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m^2) auf den Praxisflächen 2022

Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	2	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	4	2	11	13	5
Neuhof	Juli	Referenz	16	25	33	16	14
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	8	0	5	17	4
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	17	4	47	22	2
Kranzberg	Mitte Juli	Referenz	10	6	14	7	14
Kranzberg	Ende Juli	Referenz	13	17	11	10	5
Kranzberg	August	Referenz	2	4	8	5	14
Hohenkammer	Mai	Referenz	4	7	8	2	3
Hohenkammer	Juni	Referenz	17	13	6	10	16
Hohenkammer	Mitte Juli	Referenz	3	1	2	14	13
Hohenkammer	Ende Juli	Referenz	0	1	0	1	3
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	1	3
Hohenkammer	September	Referenz	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	0	60	0	8	2
Weeze	Mai	Referenz	2	2	2	2	2
Weeze	Juli	Referenz	6	2	6	0	12
Dortmund	Mai	Referenz	12	8	12	52	20
Dortmund	Juli	Referenz	26	56	32	23	18
Neuhof	Mai	Vielfalt	77	35	49	59	42
Neuhof	Juni	Vielfalt	12	16	15	23	17
Neuhof	Juli	Vielfalt	9	22	35	30	19
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Vielfalt	4	3	3	0	1
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	46	22	8	20	6
Kranzberg	Mitte Juli	Vielfalt	6	4	3	2	3
Kranzberg	Ende Juli	Vielfalt	9	10	9	9	14
Kranzberg	August	Vielfalt	10	7	7	3	2
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	15	18	10	8	9
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	8	2	11	2	18
Hohenkammer	Mitte Juli	Vielfalt	9	15	4	6	2
Hohenkammer	Ende Juli	Vielfalt	5	7	14	15	8
Hohenkammer	August	Vielfalt	0	3	1	1	4
Hohenkammer	September	Vielfalt	2	0	0	0	2
Wiesengut	Mai	Vielfalt	12	24	12	12	28
Wiesengut	Juni	Vielfalt	10	26	54	85	30
Weeze	Mai	Vielfalt	104	124	164	104	76
Weeze	Juli	Vielfalt	28	12	22	15	22
Dortmund	Mai	Vielfalt	116	92	60	100	144
Dortmund	Juli	Vielfalt	120	80	76	127	109

Tabelle A 9: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2022

Ort	Monat	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnatklee	Gelbklee	Schwedenklee	Hornklee
Neuhof	Mai	Referenz	1	1	0	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	2	33	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	79	11	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	92	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juli	Referenz	0	51	0	0	0	0	0
Kranzberg	Ende Juli	Referenz	42	14	0	0	0	0	0
Kranzberg	August	Referenz	4	29	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	24	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	0	50	0	12	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juli	Referenz	0	33	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juli	Referenz	3	2	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	4	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	2	68	0	0	0	0	0
Weeze	Mai	Referenz	8	0	0	0	0	0	0
Weeze	Juli	Referenz	15	0	11	0	0	0	0
Dortmund	Mai	Referenz	0	0	0	92	12	0	0
Dortmund	Juli	Referenz	128	14	13	0	0	0	0
		Summe	**288**	**398**	**24**	**128**	**12**	**0**	**0**
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	230	32	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	37	0	4	42	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	71	26	4	0	14	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Vielfalt	4	1	6	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	1	97	0	3	1	0	0
Kranzberg	Mitte Juli	Vielfalt	1	17	0	0	0	0	0
Kranzberg	Ende Juli	Vielfalt	17	34	0	0	0	0	0
Kranzberg	August	Vielfalt	10	19	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	60	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	0	3	0	31	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juli	Vielfalt	3	32	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juli	Vielfalt	49	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	9	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	3	1	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	0	0	88	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	2	80	0	17	106	0	0
Weeze	Mai	Vielfalt	0	0	0	452	120	0	0
Weeze	Juli	Vielfalt	3	35	0	1	60	0	0
Dortmund	Mai	Vielfalt	0	0	0	400	112	0	0
Dortmund	Juli	Vielfalt	430	68	14	0	0	0	0
		Summe	**603**	**450**	**24**	**1286**	**487**	**0**	**0**

Tabelle A 10: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2023

			Kleiner Rahmen						Großer Rahmen					
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	2	3	1	2	2	**10**	2	4	3	4	4	**17**
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	1	6	3	2	2	**14**	3	7	8	4	4	**26**
Kranzberg	Juli	Vielfalt	1	2	3	0	0	**6**	6	7	5	4	3	**25**
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	1	0	**1**	0	3	1	2	3	**9**
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	2	2	2	4	3	**13**	2	3	4	4	3	**16**
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	4	2	5	5	6	**22**	5	6	6	7	8	**32**
Hohenkammer	August	Vielfalt	4	4	3	4	3	**18**	4	7	6	5	4	**26**
Neuhof	Mai	Vielfalt	1	1	2	1	1	**6**	1	1	2	2	1	**7**
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	1	2	1	1	**5**	0	1	3	4	2	**10**
Neuhof	Juli	Vielfalt	4	1	0	3	1	**9**	6	5	6	6	6	**29**
Neuhof	August	Vielfalt	1	2	3	4	3	**13**	1	4	2	6	5	**18**
Wiesengut	Mai	Vielfalt	2	3	1	2	1	**9**	2	4	3	3	2	**14**
Wiesengut	Juni	Vielfalt	2	4	3	1	3	**13**	5	5	6	3	7	**26**
Wiesengut	August	Vielfalt	2	6	4	4	5	**21**	7	9	8	6	6	**36**
Lescheid	Mai	Vielfalt	2	2	2	2	2	**10**	2	2	2	2	2	**10**
Lescheid	Juli	Vielfalt	2	4	3	4	6	**19**	5	8	4	6	6	**29**
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	2	1	1	1	0	**5**
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	1	0	0	0	**1**	0	1	0	0	0	**1**
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	1	0	0	**1**	1	2	1	1	1	**6**
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	2	0	0	1	0	**3**
Hohenkammer	Mai	Referenz	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Juni	Referenz	1	2	2	1	1	**7**	2	2	2	2	2	**10**
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	2	2	1	**5**	2	2	2	2	2	**10**
Hohenkammer	August	Referenz	2	1	1	1	1	**6**	1	1	2	2	2	**8**
Neuhof	Mai	Referenz	0	1	0	1	0	**2**	1	1	1	1	1	**5**
Neuhof	Juni	Referenz	1	2	1	1	1	**6**	1	1	1	1	1	**5**
Neuhof	Juli	Referenz	1	0	1	1	1	**4**	1	2	2	3	2	**10**
Neuhof	August	Referenz	1	1	1	1	2	**6**	2	1	2	2	2	**9**
Wiesengut	August	Referenz	1	0	0	0	0	**1**	1	0	0	0	0	**1**
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	1	0	**1**
Lescheid	Juli	Referenz	1	1	1	1	2	**6**	0	0	0	0	0	**0**

Tabelle A 11: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2023

			Kleiner Rahmen					Großer Rahmen				
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	11	18	9	29	15	87	166	197	391	167
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	2	60	10	22	17	9	120	145	233	173
Kranzberg	Juli	Vielfalt	4	4	13	0	0	29	35	96	51	34
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	1	0	0	7	6	9	8
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	46	60	19	27	38	628	468	288	488	364
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	4	13	16	66	22	60	144	308	250	240
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	36	24	51	36	55	320	258	211	287	291
Hohenkammer	August	Vielfalt	43	49	61	37	18	570	429	566	612	366
Neuhof	Mai	Vielfalt	10	51	32	31	24	97	351	527	480	391
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	1	7	1	2	0	17	21	41	18
Neuhof	Juli	Vielfalt	14	2	0	11	1	109	32	68	110	30
Neuhof	August	Vielfalt	55	29	23	25	40	428	415	75	374	449
Wiesengut	Mai	Vielfalt	75	53	60	42	56	148	219	158	191	118
Wiesengut	Juni	Vielfalt	5	5	7	1	6	44	33	37	14	57
Wiesengut	August	Vielfalt	7	25	24	26	14	1114	1616	1272	833	469
Lescheid	Mai	Vielfalt	92	90	62	81	69	3104	2544	2288	2944	2784
Lescheid	Juli	Vielfalt	5	9	10	12	21	49	54	36	35	117
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	3	3	3	1	0
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	1	0	0	2	6	23	22	8
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	8	0	0	3	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	17	6	15	9	9	200	60	148	64	132
Hohenkammer	Juni	Referenz	3	3	2	1	1	14	20	29	19	33
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	11	9	5	163	96	256	176	161
Hohenkammer	August	Referenz	13	15	14	33	9	227	287	338	371	272
Neuhof	Mai	Referenz	0	3	0	0	0	20	7	12	12	8
Neuhof	Juni	Referenz	4	20	4	1	4	81	75	39	29	36
Neuhof	Juli	Referenz	1	0	1	3	3	3	15	40	30	35
Neuhof	August	Referenz	9	15	26	19	50	258	237	286	310	356
Wiesengut	August	Referenz	16	0	0	0	0	75	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	256	0
Lescheid	Juli	Referenz	15	2	7	2	16	0	0	0	0	0

Tabelle A 12: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2023

Ort	Monat	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnat-klee	Gelbklee	Schweden-klee	Hornklee
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	147	0	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	10	0	0	0	1	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	2	13	0	0	3	5	5
Neuhof	August	Vielfalt	114	1	9	0	0	16	4
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	2	0	59	20	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	1	22	0	1	85	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	2	0	0	8	0	9
Kranzberg	September	Vielfalt	0	1	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	190	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	0	8	9	78	24	2	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	93	58	13	0	6	19	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	144	3	40	0	7	3	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	0	0	276	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	6	0	1	6	2	9
Wiesengut	August	Vielfalt	35	7	0	0	3	21	20
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	0	376	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	0	13	0	1	1	6	12
		Summe	**389**	**146**	**71**	**1129**	**163**	**75**	**59**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	3	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	0	31	0	0	2	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	8	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	110	0	9	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	1	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	1	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	56	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	0	2	0	8	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	10	15	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	83	0	0	0	0	1	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	41	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Referenz	1	0	0	0	0	0	0
		Summe	**205**	**98**	**9**	**67**	**2**	**1**	**0**

Tabelle A 13: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2023

Ort	Datum	Variante	T.-Leimkraut	Korn-blume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schaf-garbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	1	0	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	28	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	1	0	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	0	0	0	2	0	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	2	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	13	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	11	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	7	0	0	3	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Vielfalt	2	0	8	1	0	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	18	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	7	17	0	0	0	0	0
		Summe	**63**	**43**	**8**	**4**	**3**	**0**	**0**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 14: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) in den Praxisflächen 2023

Ort	Monat	Variante	**Rotklee**	**Weißklee**	**Luzerne**	**Inkarnat-klee**	**Gelbklee**	**Schweden-klee**	**Hornklee**
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	1842	0	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	66	0	6	22	2	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	58	106	15	0	5	66	68
Neuhof	August	Vielfalt	1053	0	293	0	0	116	25
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	16	0	549	436	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	5	124	0	9	522	0	4
Kranzberg	Juli	Vielfalt	19	40	0	0	140	21	6
Kranzberg	September	Vielfalt	0	1	0	0	2	4	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	2236	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	45	55	0	591	305	6	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	762	255	127	0	51	141	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	2041	2	336	0	71	75	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	0	0	596	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	115	0	3	21	9	52
Wiesengut	August	Vielfalt	3328	31	9	0	17	1664	234
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	0	13376	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	0	122	0	3	4	23	39
		Summe	**7311**	**933**	**780**	**19211**	**1596**	**2127**	**428**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	59	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	0	260	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	66	230	4	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	1429	0	18	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	1	0	6	3	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	1	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	58	3	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	8	3	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	604	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	0	43	0	72	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	471	381	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	1491	2	0	0	0	2	0
Wiesengut	August	Referenz	75	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	256	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**3854**	**924**	**22**	**741**	**3**	**2**	**0**

Tabelle A 15: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2023

Ort	Monat	Variante	T.-Leimkraut	Kornblume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schafgarbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	4	0	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	0	1	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	31	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	251	0	0	3	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	7	0	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	0	3	0	13	0	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	10	0	6	3	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	6	0	17	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	22	0	7	0	1	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	11	0	0	0	0	1	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	14	0	128	106	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	5	0	0	8	6	0	0
Wiesengut	August	Vielfalt	13	0	60	26	3	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	288	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	17	82	0	1	0	0	0
		Summe	**366**	**392**	**90**	**189**	**116**	**1**	**0**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 16: Summe der erfassten Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2024

			kleiner Rahmen						großer Rahmen					
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe
Kranzberg	Mai	Vielfalt	2	2	2	3	1	**10**	2	3	3	3	4	**15**
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	2	3	0	1	2	**8**	4	3	2	4	5	**18**
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	2	3	1	1	2	**9**	5	5	5	6	5	**26**
Kranzberg	Juli	Vielfalt	2	1	1	1	1	**6**	2	2	1	1	1	**7**
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	**0**	1	0	2	1	1	**5**
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	1	1	1	2	1	**6**	1	2	1	2	1	**7**
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	1	2	1	0	2	**6**	3	3	3	3	3	**15**
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	3	3	3	3	3	**15**	4	5	5	4	4	**22**
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	1	2	3	2	2	**10**	3	6	3	3	3	**18**
Hohenkammer	August	Vielfalt	2	1	1	1	0	**5**	2	2	3	2	2	**11**
Hohenkammer	September	Vielfalt	0	0	0	0	1	**1**	3	1	2	2	3	**11**
Neuhof	Mai	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**	3	3	2	1	2	**11**
Neuhof	Juli	Vielfalt	1	0	1	1	1	**4**	3	1	2	2	2	**10**
Neuhof	August	Vielfalt	2	1	0	2	1	**6**	2	2	2	3	2	**11**
Neuhof	September	Vielfalt	1	1	1	1	1	**5**	2	2	2	1	1	**8**
Wiesengut	Juli	Vielfalt	4	0	0	2	2	**8**	8	6	6	5	6	**31**
Wiesengut	August	Vielfalt	3	2	3	3	3	**14**	4	6	5	3	4	**22**
Wiesengut	September	Vielfalt	3	2	3	2	1	**11**	4	3	6	3	2	**18**
Lescheid	Mai	Vielfalt	2	2	2	1	2	**9**	4	4	5	3	3	**19**
Lescheid	Juli	Vielfalt	1	1	2	1	1	**6**	3	4	5	3	2	**17**
Wachtberg	Mai	Vielfalt	3	2	1	2	2	**10**	5	3	4	4	4	**20**
Wachtberg	August	Vielfalt	4	3	2	2	3	**14**	4	5	4	4	6	**23**
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	1	0	1	0	**2**	0	1	1	1	1	**4**
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	1	1	0	0	**2**	0	2	1	1	1	**5**
Kranzberg	Juli	Referenz	1	0	1	0	0	**2**	1	1	2	1	0	**5**
Kranzberg	September	Referenz	1	0	0	0	0	**1**	0	0	1	1	0	**2**
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	1	0	2	**3**	2	2	2	2	1	**9**
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	1	1	1	3	1	**7**	2	3	2	3	2	**12**
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	1	1	0	0	**2**	2	1	2	2	1	**8**
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	1	0	0	**1**	1	1	1	0	0	**3**
Hohenkammer	September	Referenz	1	0	0	0	0	**1**	1	3	3	3	1	**11**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	2	2	2	0	**6**
Neuhof	August	Referenz	1	0	0	1	0	**2**	1	1	1	0	1	**4**
Neuhof	September	Referenz	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	**5**
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	1	1	**2**	0	1	1	1	1	**4**
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	1	0	1	0	1	**3**
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	1	**1**

Tabelle A 17: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2024

			kleiner Rahmen					großer Rahmen				
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5
Kranzberg	Mai	Vielfalt	44	36	20	33	13	342	300	300	330	337
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	7	8	0	1	10	81	29	46	124	131
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	8	9	6	3	3	71	92	78	111	50
Kranzberg	Juli	Vielfalt	16	4	4	9	6	68	91	59	46	67
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	8	0	6	8	7
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	1	6	3	4	5	45	60	58	24	48
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	5	6	3	0	2	102	60	31	26	30
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	9	17	20	8	7	29	167	114	160	104
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	5	5	7	10	8	146	116	67	61	80
Hohenkammer	August	Vielfalt	10	2	1	1	0	12	9	14	11	12
Hohenkammer	September	Vielfalt	0	0	0	0	2	7	9	7	14	16
Neuhof	Mai	Vielfalt	19	41	6	40	21	389	464	569	439	405
Neuhof	Juli	Vielfalt	1	0	2	2	4	14	10	474	39	32
Neuhof	August	Vielfalt	10	1	0	3	3	70	20	68	99	38
Neuhof	September	Vielfalt	33	78	20	34	43	512	569	20	485	467
Wiesengut	Juli	Vielfalt	8	0	0	5	3	107	40	38	44	44
Wiesengut	August	Vielfalt	4	16	5	13	14	100	101	91	79	106
Wiesengut	September	Vielfalt	34	21	26	14	18	325	274	308	234	222
Lescheid	Mai	Vielfalt	109	85	45	124	50	3015	2889	2505	2626	2313
Lescheid	Juli	Vielfalt	3	14	8	1	5	39	115	81	30	21
Wachtberg	Mai	Vielfalt	20	18	12	21	13	1504	1330	1131	1316	1051
Wachtberg	August	Vielfalt	30	23	77	13	34	261	178	225	211	219
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	6	0	3	0	0	16	8	23	5
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	1	1	0	0	0	7	5	1	1
Kranzberg	Juli	Referenz	2	0	1	0	0	2	9	11	11	0
Kranzberg	September	Referenz	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	3	0	4	8	22	15	8	9
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	1	1	2	6	3	23	10	35	64	11
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	3	3	0	0	14	15	21	20	24
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	1	0	0	0	0	7	4	4	12	10
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	2	7	3	0
Neuhof	August	Referenz	1	0	0	1	0	4	7	3	0	2
Neuhof	September	Referenz	14	13	9	23	7	240	216	279	206	182
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	3	2	0	4	29	55	63
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	3	0	6	0	6
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tabelle A 18: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2024

Ort	Datum	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnat-klee	Gelbklee	Schweden-klee	Hornklee
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	127	0	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	0	9	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	12	7	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Vielfalt	208	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	111	33	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	15	0	5	6	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	2	23	0	0	2	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	1	38	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	16	3	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	11	5	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	2	15	0	23	17	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	2	18	0	0	15	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	7	6	0	0	1	0	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	2	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	0	2	0	0	3	3	0
Wiesengut	August	Vielfalt	27	5	0	0	0	20	0
Wiesengut	September	Vielfalt	100	1	0	0	0	11	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	0	408	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	0	3	0	0	0	27	0
Wachtberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	72	11	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	72	0	90	0	3	9	0
		Summe	**435**	**142**	**90**	**773**	**99**	**70**	**0**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	2	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	66	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	9	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	2	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	3	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	3	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	6	0	1	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	0	10	2	1	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	6	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	1	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	1	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	5	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**75**	**39**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 19: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2024

Ort	Datum	Variante	T.-Keimkraut	Korn-blume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schaf-garbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	1	0	0	1	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	0	0	0	0	2	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	0	2	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	0	0	0	8	0	0	0
Wiesengut	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	September	Vielfalt	0	0	1	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	4	0	1	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	1	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	1	0	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	3
		Summe	**1**	**7**	**1**	**10**	**3**	**0**	**3**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 20: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2024

Ort	Datum	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnat-klee	Gelbklee	Schweden-klee	Hornklee
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	1962	30	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	4	113	0	0	0	1	0
Neuhof	August	Vielfalt	223	55	0	0	0	0	17
Neuhof	September	Vielfalt	2431	0	76	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	1299	301	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	2	302	0	40	64	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	36	287	0	11	40	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	4	327	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	2	27	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	222	13	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	45	0	158	46	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	9	134	0	322	102	1	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	29	301	0	1	132	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	32	25	0	0	1	0	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	36	2	12	0	0	2	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	62	34	4	0	68	35	9
Wiesengut	August	Vielfalt	221	50	0	5	0	187	0
Wiesengut	September	Vielfalt	1268	9	18	0	6	60	6
Lescheid	Mai	Vielfalt	1	0	0	13312	0	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	9	18	0	0	21	235	21
Wachtberg	Mai	Vielfalt	1	0	0	6144	0	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	259	1	524	3	0	49	0
		Summe	**4629**	**1730**	**634**	**23479**	**824**	**570**	**53**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	7	5	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	16	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	1123	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	52	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	6	8	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	1	32	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	1	2	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	49	0	18	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	3	52	0	88	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	5	89	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	2	2	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	28	2	5	0	0	2	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	151	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	15	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	3	0	0
		Summe	**1358**	**293**	**5**	**106**	**3**	**2**	**0**

Tabelle A 21: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2024

Ort	Datum	Variante	T.-Keimkraut	Korn-blume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schaf-garbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	3	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	2	0	3	4	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	2	1	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	0	1	0	9	18	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	0	6	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	3	4	0	0	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	0	0	1	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	19	0	0	31	0	0	0
Wiesengut	August	Vielfalt	8	0	6	0	0	0	0
Wiesengut	September	Vielfalt	0	0	2	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	13	0	6	15	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	3	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Vielfalt	0	24	0	27	0	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	3
		Summe	**30**	**49**	**12**	**82**	**38**	**0**	**3**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 22: Summe der erfassten Pflanzenarten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2025

			kleiner Rahmen (0,25 m²)						großer Rahmen (4 m²)					
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	Summe
Kranzberg	Mai	Vielfalt	2	1	2	2	3	**10**	3	2	2	2	3	**12**
Kranzberg	Juni	Vielfalt	3	2	3	3	1	**12**	3	3	3	3	3	**15**
Kranzberg	Juli	Vielfalt	1	2	1	3	4	**11**	3	3	3	4	4	**17**
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	3	2	2	2	2	**11**	2	2	3	2	2	**11**
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	**0**	1	2	2	2	2	**9**
Neuhof	Mai	Vielfalt	2	3	3	2	2	**12**	3	3	3	3	3	**15**
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	1	3	3	2	3	**12**	3	3	3	3	3	**15**
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	4	6	7	5	6	**28**	8	9	9	9	10	**45**
Neuhof	August	Vielfalt	0	2	2	2	2	**8**	3	3	4	2	4	**16**
Wiesengut	Mai	Vielfalt	2	3	3	3	3	**14**	2	4	3	3	3	**15**
Wiesengut	Juni	Vielfalt	3	3	4	3	2	**15**	3	5	4	5	4	**21**
Wiesengut	Juli	Vielfalt	5	7	5	5	7	**29**	8	10	8	9	9	**44**
Wiesengut	August	Vielfalt	5	4	3	3	5	**20**	6	6	7	7	6	**32**
Lescheid	Mai	Vielfalt	2	1	1	0	0	**4**	1	2	2	2	2	**9**
Lescheid	August	Vielfalt	0	1	1	1	1	**4**	1	3	3	1	1	**9**
Wachtberg	Juni	Vielfalt	4	4	0	4	4	**16**	6	6	4	4	7	**27**
Wachtberg	August	Vielfalt	3	2	3	3	4	**15**	9	5	6	7	6	**33**
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Kranzberg	Juni	Referenz	0	0	1	0	1	**2**	1	1	1	1	1	**5**
Kranzberg	Juli	Referenz	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	**5**
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	1	0	0	**1**	0	0	1	0	0	**1**
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	1	2	1	1	1	**6**	1	3	2	1	2	**9**
Hohenkammer	Juli	Referenz	1	0	0	0	0	**1**	1	1	1	0	0	**3**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0	0	**0**
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	0	0	1	0	0	**1**	1	0	1	0	0	**2**
Neuhof	Ende Juni	Referenz	3	1	1	1	1	**7**	3	1	2	1	1	**8**
Neuhof	August	Referenz	0	0	1	1	1	**3**	1	1	1	1	1	**5**
Wiesengut	Mai	Referenz	1	1	1	1	1	**5**	1	1	1	1	1	**5**
Wiesengut	Juni	Referenz	2	2	2	2	2	**10**	2	2	2	2	2	**10**
Wiesengut	Juli	Referenz	2	3	3	2	2	**12**	3	3	4	3	4	**17**
Wiesengut	August	Referenz	2	1	0	2	1	**6**	2	2	2	3	2	**11**
Lescheid	Mai	Referenz	2	1	1	1	1	**6**	2	1	1	2	1	**7**
Lescheid	August	Referenz	0	1	2	1	2	**6**	1	1	2	1	2	**7**
Wachtberg	August	Referenz	0	0	0	0	0	**0**	1	1	1	2	1	**6**

Tabelle A 23: Summe der Blütenanzahl aller Arten je Wiederholung im kleinen Rahmen (0,25 m²) und im großen Rahmen (4 m²) auf den Praxisflächen 2025

			kleiner Rahmen (0,25 m²)					großer Rahmen (4 m²)				
Ort	Monat	Variante	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	WH 5
Kranzberg	Mai	Vielfalt	17	4	6	11	6	122	64	73	71	130
Kranzberg	Juni	Vielfalt	24	6	21	6	1	250	212	305	264	181
Kranzberg	Juli	Vielfalt	3	4	2	10	8	63	98	55	152	202
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	7	8	5	8	17	112	155	117	133	150
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	1	3	2	3	6
Neuhof	Mai	Vielfalt	46	52	68	64	80	605	515	592	655	635
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	13	23	17	18	20	185	180	160	283	192
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	48	26	44	31	43	549	507	428	372	345
Neuhof	August	Vielfalt	0	15	9	13	14	73	130	76	93	59
Wiesengut	Mai	Vielfalt	71	75	63	53	78	3993	3062	950	472	525
Wiesengut	Juni	Vielfalt	19	24	27	17	12	240	297	193	234	221
Wiesengut	Juli	Vielfalt	64	82	15	7	54	552	542	141	170	457
Wiesengut	August	Vielfalt	19	9	10	9	9	79	101	47	54	72
Lescheid	Mai	Vielfalt	2	2	1	0	0	2	8	9	3	10
Lescheid	August	Vielfalt	0	3	1	3	2	45	16	15	45	28
Wachtberg	Juni	Vielfalt	20	7	0	18	33	210	49	23	107	176
Wachtberg	August	Vielfalt	24	15	27	15	56	289	226	232	174	232
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	0	1	0	1	10	19	15	19	20
Kranzberg	Juli	Referenz	2	2	4	2	1	14	19	24	22	18
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	16	0	0	0	0	16	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	3	6	1	3	4	13	57	26	30	36
Hohenkammer	Juli	Referenz	4	0	0	0	0	12	1	2	0	0
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	26	19	8	15	7	160	201	167	132	162
Neuhof	August	Referenz	0	0	1	1	1	11	13	15	23	6
Wiesengut	Mai	Referenz	33	21	17	9	45	328	242	235	125	312
Wiesengut	Juni	Referenz	15	40	25	17	27	134	253	234	203	307
Wiesengut	Juli	Referenz	23	29	22	8	20	185	277	201	101	218
Wiesengut	August	Referenz	7	1	0	3	2	44	27	30	17	16
Lescheid	Mai	Referenz	3	41	5	6	13	37	382	76	68	83
Lescheid	August	Referenz	0	2	3	1	6	6	20	19	3	17
Wachtberg	August	Referenz	0	0	0	0	0	11	7	32	70	27

Tabelle A 24: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) auf den Praxisflächen 2025

Ort	Datum	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnat-klee	Gelbklee	Schweden-klee	Hornklee
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	251	57	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	0	34	0	26	31	0	0
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	1	27	70	3	32	28	0
Neuhof	August	Vielfalt	4	23	24	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	12	31	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	0	8	0	38	12	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	14	1	0	8	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	0	0	3	20	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	0	0	235	79	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	40	0	45	13	1	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	37	49	16	0	4	57	26
Wiesengut	August	Vielfalt	6	9	8	0	1	6	12
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	1	0	0	0	0
Lescheid	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	3	0
Wachtberg	Juni	Vielfalt	1	5	0	0	35	20	6
Wachtberg	August	Vielfalt	21	0	0	0	80	4	0
		Summe	**70**	**209**	**123**	**630**	**383**	**119**	**44**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	1	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	69	1	0	0	5	0	0
Neuhof	August	Referenz	3	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	2	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	11	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	16	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	0	0	0	11	2	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	4	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Referenz	0	0	0	125	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	0	92	0	32	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	30	57	15	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	6	7	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	1	67	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Referenz	4	8	0	0	0	0	0
Wachtberg	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**114**	**265**	**15**	**168**	**7**	**0**	**0**

Tabelle A 25: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im kleinen Rahmen (0,25 m²) 2025

Ort	Datum	Variante	T.-Keimkraut	Korn-blume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schaf-garbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	3	26	2	0	0	0	0
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	4
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	0	0	0	22	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	2	24	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	13	0	3	0	7	10	0
Wiesengut	August	Vielfalt	0	0	0	0	14	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	4	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Vielfalt	0	0	6	0	0	0	0
Wachtberg	Juni	Vielfalt	1	11	0	0	0	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	32	0	0	0	0	0	0
		Summe	**51**	**65**	**11**	**22**	**21**	**10**	**4**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	0	0	0	3	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**

Tabelle A 26: Summe der Blüten der Leguminosen je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) 2025

Ort	Datum	Variante	Rotklee	Weißklee	Luzerne	Inkarnat-klee	Gelbklee	Schweden-klee	Hornklee
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	0	0	2308	673	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	0	407	0	422	171	0	0
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	52	283	874	7	431	27	0
Neuhof	August	Vielfalt	44	84	298	0	4	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	0	0	246	212	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	0	124	0	724	364	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	1	264	0	1	189	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	0	0	0	337	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	6	0	7	2	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	1	0	8639	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	443	0	643	0	5	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	211	435	339	1	81	464	146
Wiesengut	August	Vielfalt	75	108	34	0	7	21	11
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	8	7	0	0	0
Lescheid	August	Vielfalt	1	0	0	0	0	62	0
Wachtberg	Juni	Vielfalt	6	8	37	0	487	81	29
Wachtberg	August	Vielfalt	258	6	38	0	740	36	30
		Summe	**648**	**2169**	**1628**	**13342**	**3361**	**696**	**216**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	1	2	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	794	0	0	0	1	27	0
Neuhof	August	Referenz	68	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	83	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	97	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	16	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	0	0	10	138	1	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	15	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Referenz	0	0	0	1242	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	0	831	0	300	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	301	623	54	4	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	44	88	2	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	13	633	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Referenz	4	61	0	0	0	0	0
Wachtberg	August	Referenz	5	0	142	0	0	0	0
		Summe	**1230**	**2449**	**208**	**1684**	**2**	**27**	**0**

Tabelle A 27: Summe der Blüten der Kräuter je Art über alle Wiederholungen im großen Rahmen (4 m²) 2025

Ort	Datum	Variante	T.-Keimkraut	Korn-blume	H.-Löwenzahn	Kl. Wiesenknopf	W.-Pippau	Schaf-garbe	Kümmel
Neuhof	Mai	Vielfalt	0	21	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	1	145	29	16	0	0	2
Neuhof	August	Vielfalt	0	0	0	0	1	0	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	0	2	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	0	5	0	0	0	116
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	1	0	0	329	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	0	253	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	0	0	0	0	3	0	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	84	0	3	0	88	10	0
Wiesengut	August	Vielfalt	25	0	0	0	72	0	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	17	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Vielfalt	0	3	83	0	0	0	0
Wachtberg	Juni	Vielfalt	4	37	0	0	22	0	0
Wachtberg	August	Vielfalt	32	8	0	0	5	0	0
		Summe	**147**	**486**	**120**	**345**	**191**	**10**	**118**
Neuhof	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Neuhof	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	0	0	0	13	0	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Lescheid	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
Wachtberg	August	Referenz	0	0	0	0	0	0	0
		Summe	**0**	**0**	**0**	**13**	**0**	**0**	**0**

ANHANG 9: ANZAHL DER GEKESCHERTEN INSEKTEN

Tabelle A 28: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2022

Ort	Monat	Variante	Hummel	Schweb-fliege	Wild-biene	Honig-biene	Tag-falter	Andere
Neuhof	Mai	Referenz	5	38	0	0	1	1
Neuhof	Juni	Referenz	35	10	3	30	7	0
Neuhof	Juli	Referenz	196	9	8	22	50	1
Neuhof	August	Referenz	2	0	0	0	19	0
Neuhof	September	Referenz	7	8	0	42	8	0
Kranzberg	Mai	Referenz	6	13	2	42	4	0
Kranzberg	Juni	Referenz	20	22	1	39	3	0
Kranzberg	Mitte Juli	Referenz	14	12	0	52	7	0
Kranzberg	Ende Juli	Referenz	5	11	0	28	7	0
Kranzberg	August	Referenz	3	10	0	105	9	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	12	4	1	170	0	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	29	9	1	195	0	1
Hohenkammer	Mitte Juli	Referenz	14	17	5	293	6	0
Hohenkammer	Ende Juli	Referenz	18	11	4	57	11	0
Hohenkammer	August	Referenz	1	4	0	43	13	0
Hohenkammer	September	Referenz	10	53	1	1	14	4
Wiesengut	Juni	Referenz	10	0	0	8	1	0
Weeze	Mai	Referenz	6	0	0	1	11	0
Weeze	Juli	Referenz	64	2	0	0	131	0
Dortmund	Mai	Referenz	34	7	0	2	2	0
Dortmund	Juli	Referenz	44	0	1	9	2	1
		Summe	**535**	**240**	**27**	**1139**	**306**	**8**
Neuhof	Mai	Vielfalt	53	16	1	210	5	1
Neuhof	Juni	Vielfalt	34	10	3	42	4	0
Neuhof	Juli	Vielfalt	122	14	5	33	17	0
Neuhof	August	Vielfalt	1	0	0	0	2	0
Neuhof	September	Vielfalt	9	14	0	50	11	0
Kranzberg	Mai	Vielfalt	20	17	4	211	25	0
Kranzberg	Juni	Vielfalt	12	35	0	115	12	0
Kranzberg	Mitte Juli	Vielfalt	22	7	1	51	9	0
Kranzberg	Ende Juli	Vielfalt	27	6	3	195	8	0
Kranzberg	August	Vielfalt	3	7	1	42	18	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	10	0	2	174	0	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	35	52	0	37	1	0
Hohenkammer	Mitte Juli	Vielfalt	27	28	2	224	7	0
Hohenkammer	Ende Juli	Vielfalt	86	7	3	54	7	0
Hohenkammer	August	Vielfalt	4	5	0	32	7	0
Hohenkammer	September	Vielfalt	8	72	1	0	5	11
Wiesengut	Mai	Vielfalt	21	1	11	246	1	1
Wiesengut	Juni	Vielfalt	13	6	3	107	7	1
Weeze	Mai	Vielfalt	122	7	0	100	10	0
Weeze	Juli	Vielfalt	69	2	12	0	6	4
Dortmund	Mai	Vielfalt	224	4	4	112	0	0
Dortmund	Juli	Vielfalt	171	3	2	138	3	1
		Summe	**1093**	**313**	**58**	**2173**	**165**	**19**

Tabelle A 29: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2023

Ort	Monat	Variante	Hummel	Schweb-fliege	Wild-biene	Honig-biene	Tag-falter	Andere
Neuhof	Mai	Vielfalt	5	2	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Vielfalt	18	17	1	15	4	1
Neuhof	Juli	Vielfalt	31	68	6	104	25	4
Neuhof	August	Vielfalt	29	34	2	124	18	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	18	4	5	94	0	0
Kranzberg	Ende Juni	Vielfalt	12	90	9	41	20	0
Kranzberg	Juli	Vielfalt	8	20	3	15	16	0
Kranzberg	September	Vielfalt	0	15	0	3	13	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	2	1	0	38	1	0
Hohenkammer	Juni	Vielfalt	18	9	13	81	5	1
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	49	19	5	126	6	5
Hohenkammer	August	Vielfalt	27	10	0	359	4	3
Hohenkammer	September	Vielfalt	0	1	0	2	2	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	95	3	16	147	0	2
Wiesengut	Juni	Vielfalt	1	4	3	0	0	1
Wiesengut	August	Vielfalt	10	6	2	5	0	1
Lescheid	Mai	Vielfalt	38	1	1	19	0	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	5	13	9	6	13	3
		Summe	**366**	**317**	**75**	**1179**	**127**	**21**
Neuhof	Mai	Referenz	0	4	0	0	0	0
Neuhof	Juni	Referenz	6	33	7	4	1	3
Neuhof	Juli	Referenz	15	19	1	22	9	3
Neuhof	August	Referenz	29	34	1	128	8	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	0	1	0	0	1	0
Kranzberg	Juli	Referenz	5	23	3	1	9	0
Kranzberg	September	Referenz	1	0	0	0	0	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	2	1	0	9	1	0
Hohenkammer	Juni	Referenz	1	3	5	45	0	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	15	0	1	55	4	0
Hohenkammer	August	Referenz	20	7	4	230	1	2
Hohenkammer	September	Referenz	0	3	0	0	1	0
Wiesengut	August	Referenz	5	7	3	11	0	2
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	0	0
Lescheid	Juli	Referenz	1	1	5	75	0	0
		Summe	**100**	**136**	**30**	**580**	**35**	**10**

Tabelle A 30: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2024

Ort	Monat	Variante	Hummeln	Schweb-fliege	Wild-biene	Honig-biene	Tag-falter	Andere
Neuhof	Mai	Vielfalt	8	7	5	293	3	1
Neuhof	Juli	Vielfalt	0	30	0	4	3	0
Neuhof	August	Vielfalt	28	7	0	59	8	0
Neuhof	September	Vielfalt	26	1	0	334	76	2
Kranzberg	Mai	Vielfalt	2	6	0	65	4	0
Kranzberg	Anfang Juni	Vielfalt	0	15	2	98	10	0

Kranzberg	Mitte Juni	Vielfalt	0	30	7	90	6	2
Kranzberg	Juli	Vielfalt	0	2	1	12	5	1
Kranzberg	September	Vielfalt	3	5	1	3	10	0
Hohenkammer	Mai	Vielfalt	6	9	2	22	0	0
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	11	1	2	57	6	1
Hohenkammer	Mitte Juni	Vielfalt	8	56	7	108	4	0
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	6	1	1	21	1	2
Hohenkammer	August	Vielfalt	2	5	0	3	7	3
Hohenkammer	September	Vielfalt	4	0	0	0	5	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	0	0	0	10	16	20
Wiesengut	August	Vielfalt	0	0	0	28	4	1
Wiesengut	September	Vielfalt	5	0	0	76	12	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	0	0	0	247	3	0
Lescheid	Juli	Vielfalt	1	0	0	24	0	0
Wachtberg	Mai	Vielfalt	13	0	0	188	4	0
Wachtberg	August	Vielfalt	15	0	0	17	9	0
		Summe	**138**	**175**	**28**	**1759**	**196**	**33**
Neuhof	Mai	Referenz	1	1	2	0	1	0
Neuhof	Juli	Referenz	0	0	0	1	0	0
Neuhof	August	Referenz	2	4	0	0	2	0
Neuhof	September	Referenz	21	2	0	55	6	0
Kranzberg	Mai	Referenz	0	2	0	0	1	0
Kranzberg	Anfang Juni	Referenz	2	20	0	13	1	2
Kranzberg	Mitte Juni	Referenz	0	20	1	3	3	0
Kranzberg	Juli	Referenz	0	0	1	4	3	0
Kranzberg	September	Referenz	1	0	0	1	22	0
Hohenkammer	Mai	Referenz	0	14	2	0	1	1
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	1	8	1	21	0	0
Hohenkammer	Mitte Juni	Referenz	3	10	0	40	2	0
Hohenkammer	Juli	Referenz	3	7	1	7	0	1
Hohenkammer	August	Referenz	1	7	0	0	1	0
Hohenkammer	September	Referenz	6	0	0	0	0	3
Wiesengut	Juli	Referenz	0	0	0	0	0	0
Wiesengut	August	Referenz	7	0	0	5	0	0
Wiesengut	September	Referenz	0	0	0	1	0	0
Lescheid	Mai	Referenz	0	0	0	0	2	0
Wachtberg	Mai	Referenz	3	0	0	3	5	0
		Summe	**51**	**95**	**8**	**154**	**50**	**7**

Tabelle A 31: Summe der gekescherten Insekten in den Praxisflächen über alle Wiederholungen hinweg 2025

Ort	Datum	Variante	Hummeln	Schweb-fliegen	Wild-bienen	Honig-bienen	Tag-falter	Andere
Kranzberg	Mai	Vielfalt	8	0	0	14	4	3
Kranzberg	Juni	Vielfalt	19	4	5	188	3	2
Kranzberg	Juli	Vielfalt	8	23	11	76	40	5
Hohenkammer	Anfang Juni	Vielfalt	9	14	0	1	0	8
Hohenkammer	Ende Juni	Vielfalt	11	9	9	43	9	3
Hohenkammer	Juli	Vielfalt	0	1	0	1	26	2
Neuhof	Mai	Vielfalt	42	0	6	284	5	1

Neuhof	Mitte Juni	Vielfalt	128	2	1	18	3	1
Neuhof	Ende Juni	Vielfalt	44	8	7	128	37	3
Neuhof	August	Vielfalt	5	3	8	42	12	0
Wiesengut	Mai	Vielfalt	30	0	1	208	2	0
Wiesengut	Juni	Vielfalt	34	0	0	32	4	0
Wiesengut	Juli	Vielfalt	34	17	0	35	12	0
Wiesengut	August	Vielfalt	9	6	0	35	8	0
Lescheid	Mai	Vielfalt	17	0	0	10	1	0
Lescheid	August	Vielfalt	0	66	0	0	5	5
Wachtberg	Juni	Vielfalt	11	0	0	30	9	0
Wachtberg	August	Vielfalt	2	0	0	30	7	0
		Summe	**411**	**153**	**48**	**1175**	**187**	**33**
Kranzberg	Mai	Referenz	0	0	0	0	2	0
Kranzberg	Juni	Referenz	0	2	0	24	0	7
Kranzberg	Juli	Referenz	2	4	2	18	9	21
Hohenkammer	Anfang Juni	Referenz	3	10	0	0	0	2
Hohenkammer	Ende Juni	Referenz	0	3	0	11	4	1
Hohenkammer	Juli	Referenz	0	1	0	3	5	1
Neuhof	Mai	Referenz	0	1	0	0	0	0
Neuhof	Mitte Juni	Referenz	0	10	1	0	0	0
Neuhof	Ende Juni	Referenz	33	10	3	19	1	0
Neuhof	August	Referenz	2	9	1	6	9	0
Wiesengut	Mai	Referenz	37	0	0	100	0	0
Wiesengut	Juni	Referenz	20	0	0	42	2	0
Wiesengut	Juli	Referenz	67	5	0	46	7	0
Wiesengut	August	Referenz	3	1	1	30	10	0
Lescheid	Mai	Referenz	26	0	0	7	1	0
Lescheid	August	Referenz	6	3	0	2	1	6
Wachtberg	August	Referenz	2	0	0	9	11	0
		Summe	**201**	**59**	**8**	**317**	**62**	**38**

Tabelle A 32: Insektenbeobachtungen auf den Praxisflächen

Ort	Jahr	Monat	Variante	Honigbiene	Hummel	Wildbiene	Tagfalter	Schwebfliege
Neuhof	2022	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Neuhof	2023	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Neuhof	2024	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Neuhof	2025	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2022	Mai	Referenz	3	0	0	0	0
Kranzberg	2023	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2024	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2025	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2022	Mai	Referenz	16	1	0	0	1
Hohenkammer	2023	Mai	Referenz	1	0	0	0	0
Hohenkammer	2024	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2025	Mai	Referenz	0	0	0	0	0
Neuhof	2022	Mai	Vielfalt	12	1	0	0	2
Neuhof	2023	Mai	Vielfalt	0	0	0	0	0

Neuhof	2024	Mai	Vielfalt	1	14	0	0	0
Neuhof	2025	Mai	Vielfalt	18	9	7	0	0
Kranzberg	2022	Mai	Vielfalt	31	0	0	0	0
Kranzberg	2023	Mai	Vielfalt	12	0	6	0	0
Kranzberg	2024	Mai	Vielfalt	4	12	0	0	2
Kranzberg	2025	Mai	Vielfalt	3	0	2	1	1
Hohenkammer	2022	Mai	Vielfalt	3	0	0	0	1
Hohenkammer	2023	Mai	Vielfalt	10	0	0	0	1
Hohenkammer	2024	Mai	Vielfalt	0	4	0	0	0
Hohenkammer	2025	Mai	Vielfalt	1	0	0	0	1
Neuhof	2022	September	Referenz	1	0	0	0	0
Neuhof	2023	September	Referenz	23	6	1	0	1
Neuhof	2024	September	Referenz	8	2	0	0	7
Neuhof	2025	September	Referenz	0	0	0	0	1
Kranzberg	2022	September	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2023	September	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2024	September	Referenz	0	0	0	0	0
Kranzberg	2025	September	Referenz	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2022	September	Referenz	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2023	September	Referenz	20	1	1	0	0
Hohenkammer	2024	September	Referenz	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2025	September	Referenz	1	0	0	0	0
Neuhof	2022	September	Vielfalt	1	0	0	0	0
Neuhof	2023	September	Vielfalt	29	8	1	0	4
Neuhof	2024	September	Vielfalt	14	8	0	7	3
Neuhof	2025	September	Vielfalt	1	1	0	0	5
Kranzberg	2022	September	Vielfalt	0	0	0	0	0
Kranzberg	2023	September	Vielfalt	0	0	0	1	2
Kranzberg	2024	September	Vielfalt	0	0	0	0	0
Kranzberg	2025	September	Vielfalt	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2022	September	Vielfalt	0	0	0	0	0
Hohenkammer	2023	September	Vielfalt	9	0	0	0	6
Hohenkammer	2024	September	Vielfalt	1	0	0	0	3
Hohenkammer	2025	September	Vielfalt	3	0	2	0	1

Tabelle A 33: Abundanz der Wildbienen-Gattungen in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre in den Mischungen Vielfalt (V) und Kontrolle (K)

	Neuhof		Kranzberg		Hohen-kammer		Wiesengut		Lescheid		Wachtberg		Weeze		Dortmund	
	K	V	K	V	K	V	K	V	K	V	K	V	K	V	K	V
***Bombus* (Hummeln)**	46	37	21	23	28	52	150	252	33	31	22	41	70	191	78	395
***Andrena* (Sandbienen)**	10	15	1	13	0	7	6	32	5	6	3	1	0	12	1	6
***Halictus* (Furchenbienen)**	8	10	2	5	8	6	1	4	4	6	0	1				
***Lasioglosum* (Schmalbinen)**	3	3	3	16	2	5	7	31	5	9	0	8				
***Osmia* (Mauerbienen)**			0	2			0	3	1	0						
***Colletes* (Seidenbienen)**							1	1								
***Eucera* (Langhornbienen)**					0	3	3	5			0	1				
***Melitta* (Sägehornbienen)**	2	3			2	2					0	1				
***Nomada* (Wespenbienen)**											0	1				
***Sphecodes* (Blutbienen)**			0	1												
***Megachile* (Mörtel- und Blattschneiderbienen)**	0	1			0	1	0	2	1	0						
***Hylaeus* (Maskenbienen)**					0	1										
***Panurgus* (Zottelbienen)**							0	1	0	2						
Summe	69	69	27	60	40	77	168	331	49	54	25	54	70	203	79	401

Tabelle A 34: Abundanz der Tagfalter-Familien in den Kescherfängen über alle Versuchsjahre (Kontrolle (Kon) und Vielfalt (Vielf))

	Neuhof		**Kranzberg**		**Hohen-kammer**		**Wiesengut**		**Weeze**		**Dortmund**	
	Kon	Vielf	Kon	Vielf	Kon	Vielf	Kon	Vielf	Kon	Vielf	Kon	Vielf
Dickkopffalter	0	0	0	2	0	0						
Ritterfalter	0	0	0	0	0	0						
Weißlinge	58	78	43	103	20	39						
Bläulinge	24	38	26	52	24	41		1	1			
Würfelfalter	0	0	0	0	0	0						
Edelfalter	26	76	9	29	4	19		2				
Augenfalter	9	38	1	22	0	1			1			
Falter unbekannter Familie	9	19	10	22	20	5						

ANHANG 10: ARTENLISTE DER GEKESCHERTEN BLÜTENBESUCHER

Zu einigen Arten/Gruppen gibt es keine Rote Liste bzw. nur Einschätzungen für das gesamte Bundesgebiet. Zudem sind noch Schwebfliegen in der Nachbestimmung.

Tabelle A 35: taxonomische Artenliste mit Vorkommen in Bayern (BY) und Nordrhein-Westfalen (NRW) (gekennzeichnet durch X) und dem Rote Liste Status (RL) in Deutschland (BRD), BY und NRW (nur Gebiet Niederrheinische Bucht, NRBU)

* = ungefährdet; V = Vorwarnliste; D = unzureichende Datenlage; G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes; R = durch extreme Seltenheit (potentiell) gefährdet; 3 = Gefährdet; 2 = Stark gefährdet; 1 = Vom Aussterben bedroht; 0 = Ausgestorben/Verschollen.

Gruppe	Lat. Name	Dt. Bezeichnung	BY	NRW	RL BRD	RL BY	RL NRW (NRBU)
Wildbienen	*Andrena bicolor*	Zweifarbige Sandbiene		x	*	*	*
	Andrena dorsata	Rotbeinige Körbchensandbiene	x	x	*	*	*
	Andrena flavipes	Gewöhnliche Bindensandbiene	x	x	*	*	*
	Andrena haemorrhoa	Rotfransige Sandbiene	x		*	*	*
	Andrena labialis	Rotklee Sandbiene	x	x	V	3	3
	Andrena labiata	Rote Ehrenpreis-Sandbiene		x	*	*	*
	Andrena lathyri	Zaun-Wicken-Sandbiene		x	*	V	3
	Andrena minutula	Gewöhnliche Zwergsandbiene	x	x	*	*	*
	Andrena nitida	Weißpflaum-Sandbiene		x	*	*	*
	Andrena ovatula/afzeliella	Ovale Kleesandbiene	x	x	*	*	*
	Andrena propinqua	Schwarzbeinige Körbchensandbiene		x		D	
	Andrena similis	Rothaarige Kleesandbiene		x	G	2	D
	Andrena wilkella	Hornklee Sandbiene	x		*	*	*
	Bombus barbutellus	Bärtige Kuckuckshummel	x		*	*	1

Bombus campestris	Feld-Kuckuckshummel	x		*	*	V
Bombus cryptarum	Kryptarum-Erdhummel	x		D	D	D
Bombus hortorum	Gartenhummel	x	x	*	*	*
Bombus hypnorum	Baumhummel	x	x	*	*	*
Bombus lapidarius	Steinhummel	x	x	*	*	*
Bombus lucorum comp.	Erdhummel-Komplex	x	x	*	*	*
Bombus pascuorum	Ackerhummel	x	x	*	*	*
Bombus pratorum	Wiesenhummel	x	x	*	*	*
Bombus ruderarius	Grashummel	x		3	3	2
Bombus rupestris	Felsen-Kuckuckshummel	x		*	*	*
Bombus sylvarum	Waldhummel	x	x	V	V	2
Bombus veteranus	Sandhummel	x	x	3	2	0
Colletes cunicularius	Frühlings-Seidenbiene		x	*	*	*
Colletes similis	Rainfarn-Seidenbiene		x	V	V	*
Eucera longicornis	Juni-Langhornbiene	x	x	V	V	2
Eucera nigrescens	Frühe Langhornbiene		x	*	V	3
Halictus maculatus	Dickkopf-Furchenbiene		x	*	*	2
Halictus rubicundus	Rotbeinige Furchenbiene	x	x	*	*	*
Halictus scabiosae	Gelbbindige Furchenbiene	x	x	*	*	*
Halictus simplex	Gewöhnliche Furchenbiene	x		*	*	D
Halictus subauratus	Dichtpunktierte Goldfurchenbiene	x		*	*	R
Halictus tumulorum	Gewöhnliche Goldfurchenbiene	x	x	*	*	*
Hylaeus nigritus	Rainfarn-Maskenbiene	x		*	*	D
Lasioglossum calceatum	Gewöhnliche Schmalbiene	x	x	*	*	*

	Lasioglossum costulatum	Glockenblumen-Schmalbiene		x	3	V	1
	Lasioglossum lativentre	Breitbauch-Schmalbiene	x	x	V	V	3
	Lasioglossum leucozonium	Weißbinden-Schmalbiene	x	x	*	*	*
	Lasioglossum malachurum	Pförtner-Schmalbiene	x	x	*	*	2
	Lasioglossum pauxillum	Acker-Schmalbiene	x	x	*	*	*
	Lasioglossum politum	Polierte Schmalbiene		x	*	*	0
	Lasioglossum sexnotatum	Spargel-Schmalbiene		x	3	1	*
	Lasioglossum villosulum	Zottige Schmalbiene		x	*	*	*
	Lasioglossum zonulum	Breitbindige-Schmalbiene	x	x	*	*	3
	Megachile ericetorum	Heide-Blattschneiderbiene		x	*	*	*
	Megachile ligniseca	Holz-Blattschneiderbiene		x	2	3	*
	Megachile rotundata	Luzerne Blattschneiderbiene	x		*	*	0
	Megachile willughbiella	Garten-Blattschneiderbiene	x	x	*	*	*
	Melitta leporina	Luzerne-Sägehornbiene	x	x	*	V	*
	Nomada sexfasciata	Sechsbindige Wespenbiene		x	*	V	2
	Osmia bicornis	Rote Mauerbiene	x	x	*	*	*
	Osmia florisomnis	Hahnenfuß-Scherenbiene		x	*		*
	Panurgus calcaratus	Stumpfzähnige Zottelbiene		x	*	V	V
	Sphecodes rubicundus	Weißhaarige Blutbiene	x		3	1	1
Falter	*Aglais io*	Tagpfauenauge		x	*	*	*
	Aglais urticae	Kleiner Fuchs		x	*	*	*
	Autographa gamma	Gammaeule		x		*	*
	Celastrina argiolus	Faulbaum-Bläuling		x	*	*	*
	Cyaniris semiargus	Rotklee Bläuling		x	3	V	1

	Issoria lathonia	Kleiner Perlmuttfalte		x	*	*	2
	Pieris napi	Rapsweißling		x	*	*	*
	Polyommatus icarus	Hauhechel-Bläuling		x	*	*	*
	Thymelicus lineola	Schwarzkolbiger Braun-Dickkopffalter		x	*	*	*
Schwebfliegen	*Chalcosyrphus nemorum*	Kurze Langbauchschwebfliege		x	*		
	Chamaesyrphus lusitanicus		x		1		
	Cheilosia cf. bergenstammi	Größere Erzschwebfliege		x	*		
	Cheilosia cf. nebulosa	Erzschwebfliege		x	3		
	Cheilosia impressa	Gelbflügel-Erzschwebfliege		x	*		
	Cheilosia latifrons	Erzschwebfliege		x	*		
	Cheilosia vernalis	Frühlings-Erzschwebfliege		x	*		
	Chrysotoxum cautum	Gemeine Wespenschwebfliege	x	x	*		
	Chrysotoxum festivum	Späte Wespenschwebfliege		x	*		
	Dasysyrphus albostriatus	Gestreifte Waldschwebfliege	x	x	*		
	Epistrophe melanostoma	Gelbhaarige Wiesenschwebfliege	x		*		
	Epistrophe nitidicollis	Schwarhaarige Wiesenschwebfliege	x		*		
	Episyrphus balteatus	Hainschwebfliege	x	x	*		
	Eristalinus sepulchralis	Schwarze Augenfleck-Schwebfliege	x		*		
	Eristalis arbustorum	Kleine Keilfleckschwebfliege	x	x	*		
	Eristalis jugorum	Gebirgs-Keilfleckschwebfliege	x		*		
	Eristalis nemorum	Mittlere Keilfleckschwebfliege		x	*		
	Eristalis tenax	Mistbiene	x	x	*		

Eupeodes bucculatus			x	*
Eupeodes corollae	Gemeine Feldschwebfliege	x	x	*
Eupeodes latifasciatus	Breitband-Feldschwebfliege	x		*
Eupeodes lundbecki		x		G
Helophilus pendulus	Gemeine Sumpfschwebfliege	x		*
Helophilus trivittatus	Große Sumpfschwebfliege	x	x	*
Melanostoma mellinum	Glänzende Schwarzkopfschwebfliege	x	x	*
Melanostoma scalare	Matte Schwarzkopfschwebfliege		x	*
Myathropa florea	Totenkopfschwebfliege	x	x	*
Parasyrphus annulatus	Helle Blattlausschwebfliege	x		*
Pipiza nocticula	Zweifleck-Waldrandschwebfliege		x	*
Rhingia campestris	Gemeine Schnauzenschwebfliege		x	*
Scaeva pyrastri	Späte Großstirnschwebfliege	x	x	*
Scaeva selenitica	Frühe Großstirnschwebfliege	x		*
Sericomyia silentis	Große Torf-Schwebfliege		x	*
Sphaerophoria menthastri	Langbauchschwebfliege	x		*
Sphaerophoria interrupta	Langbauchschwebfliege		x	*
Sphaerophoria rueppelli	Langbauchschwebfliege	x	x	*
Sphaerophoria scripta	Gewöhnliche Langbauchschwebfliege	x	x	*
Sphaerophoria shirchan	Langbauchschwebfliege	x		D
Sphaerophoria taeniata	Langbauchschwebfliege		x	*
Syritta pipiens	Kleine Mistbiene	x	x	*

	Syrphus ribesii	Große Schwebfliege	x	x	*		
	Syrphus torvus	Behaarte Schwebfliege		x	*		
	Syrphus vitripennis	Kleine Schwebfliege	x		*		
	Xanthandrus comtus	Raupen-Plattbauchschwebfliege	x	x	*		
	Xylota segnis	Gemeine Langbauchschwebfliege		x	*		
Andere	*Amblyteles armatorius*	Gelbe Schlupfwespe	x				
	Ancistrocerus gazella	Schlanke Lehmwespe		x	*	*	*
	Chloromyia formosa	Goldgrüne Waffenfliege	x	x	*		
	Chrysopilus asiliformis	Schnepfenfliege	x		*		
	Cylindromyia brassicaria	Kohlwanzenfliege		x			
	Dolichovespula saxonica	Sächsische Wespe	x		*		*
	Empis livida	Helle Tanzfliege	x		*		
	Itoplectis maculator		x				
	Lygus pratensis	Gemeine Wiesenwanze	x	x	*		
	Macrosteles viridigriseus	Gabelwanderzirpe		x	V	3	V
	Physocephala rufipes	Dunkle Stiel-Dickkopffliege		x			
	Polistes dominula	Haus-Feldwespe		x	*	*	*
	Rhagio vitripennis	Schwarzfüßige Schnepfenfliege	x				
	Scathophaga stercoraria	Gelbe Dungfliege	x		*		
	Stomorhina lunata	Augenstreifen-Schmeißfliege		x			
	Thereva nobilitata	Gewöhnliche Stilettfliege	x		*		
	Vespula germanica	Deutsche Wespe		x	*		*
	Vespula vulgaris	Gemeine Wespe		x	*		*