Reihenbezogener Ackerbau mit reduziertem chemischen Pflanzenschutz und Förderung von Nützlingen und Wildkräutern in der Fläche

Aktenzeichen 35918/01-34/0

Abschlussbericht 2024

Projektpartner und AutorInnen:

DLG e.V., Ansprechpartnerin: Siv Biada, Leiterin Internationales DLG-Pflanzenbauzentrum

Hochschule Anhalt, Ansprechpartnerin: Prof. Dr. Anita Kirmer, Hochschule Anhalt

Schmotzer Hacktechnik GmbH &Co. KG, Ansprechpartner: Thomas Bedenk

Weitere BearbeiterInnen: Carolin Feimer (Hochschule Anhalt), Emely Hollmann (DLG e.V.), Stefan Kiefer (Amazonen-Werke H. Dreyer Se & Co. Kg)

Stand April 2025

06/02

Projektkennblatt

der

Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Az	35918/01	Referat	Fördersumme	334.847 €

Antragstitel	**Reihenbezogener Ackerbau mit reduziertem chemisch synthetischem Pflanzenschutz und Förderung von Nützlingen und Wildkräutern in der Fläche**
Stichworte	Wildkräuter, Ackerbau, Bandspritzung, Nützlinge, Hacke, Ackerbohne, Winterweizen, Winterdurum, Mais

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
36	**01.08.2021**	**31.07.2024**	

Bewilligungsempfänger	DLG e.V Eschborner Landstraße 122 60489 Frankfurt	Tel Fax	03471-6848411 03471-6848429
		Projektleitung Siv Biada	
		Bearbeiter Siv Biada	
Kooperationspartner	Hochschule Anhalt; Schmotzer Hacktechnik GmbH		

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Das Hauptziel des im August 2021 gestarteten Projektes ist die Reduktion des Einsatzes chemisch synthetischer Pflanzenschutzmittel und gleichzeitig die Biodiversität in der Fläche wieder stärker zu etablieren. Das langjährig am Standort etablierte Strip-Till-Verfahren zum Anbau verschiedener Kulturen in weiter Reihe wird dazu weiterentwickelt.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Der Versuch wird mit praxisüblicher Technik angelegt, um eine direkte Übertragbarkeit in die breite landwirtschaftliche Praxis zu ermöglichen. In einer Fruchtfolge mit den Kulturen Winterweizen – Ackerbohne – Winterdurum – Silomais werden sechs Varianten des Zwischenreihenmanagements angelegt:

- Var. 1 – mit flächigem Einsatz chem.-synthetischer Pflanzenschutzmitteln (Herbizid/cPS)
- Variante 2 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsatz einer kameragestützten Hacke im Zwischenreihenbereich (Hacke/kHa)
- Var. 3 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mit einjährigen Kulturarten (einjKult/EeKu)
- Var. 4 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat einjähriger Wildkrautarten (einjWK/EeWk)
- Var. 5 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkrautarten (15 Arten) (mehrjWK15/EmWkI)
- Var. 6 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkrautarten (25 Arten) (mehrjWK25/EmWkII)

Zur Pflege der Zwischenreihenbegrünung wurde im Projekt eine reihenbezogene Messerwalze entwickelt.

Ansaat der Zwischenreihenbegrünungen

Entscheidend ist die Auswahl der Ansaatmischungen, bei der zahlreiche Punkte (wie zertifizierte Vermehrung, Wuchshöhe, Blühzeitpunkte und Lichtverhältnisse, Förderung spezifischer Nützlinge, Kulturartenverträglichkeit und gebietseigene Arten sowie ein hoher Anteil alter Wildkrautarten) beachtet wurden. Bei den Kulturarteneinsaaten (Variante 3 – einjKult/EeKu) wurden darauf: Kresse in Ackerbohnen, Kresse und Öllein im Getreide sowie Kresse, Öllein und Saatwicke in Mais gedrillt.

Für die Wildkrautmischungen ergab sich ein deutlich breiteres Spektrum. So wurden in Variante 4 (einjWK/EeWk): 5 Arten aus 5 Familien in Ackerbohne, 10 Arten aus 8 Familien im Getreide und 10 Arten aus 8 Familien im Mais gesät.

Für die Varianten 5 und 6 wurden in allen Kulturen dieselben Mischungen verwendet: Variante 5 (mehrjWK15/EmWkI) umfasste 15 Arten aus 11 Familien, während Variante 6 (mehrjWK25/EmWkII) 25 Arten aus 15 Familien enthielt.

Untersuchte Parameter in der Versuchsanlage

Aus pflanzenbaulicher Sicht wurden neben der Bestandsentwicklung, den Nährstoffkonzentrationen und dem Schaderregerbefall, auch der Ertrag und die Qualitäten der Erntegüter ermittelt. Daraus wurden die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistungen der einzelnen Varianten ermittelt.

Aus ökologischer Sicht wurden die folgenden Parameter erhoben:

- Artenliste mit Häufigkeitsschätzung aller Pflanzen sowie Vegetationsaufnahmen mit Deckungsschätzungen und Erfassung der Blühphänologie
- Erfassung der Wildbienen und Schwebfliegen sowie Laufkäfer und Spinnen und Farbschalenfänge zur Erstellung einer Gesamtartenliste für Wildbienen und Schwebfliegen
- Erfassung der Blütenbesuche

Ergebnisse und Diskussion

Skaliert für eine Fruchtfolge aus Ackerbohne – Winterweizen – Silomais – Winterdurum und ausgehend von gleichen Anbauflächen ergibt sich im Betrieb ein durchschnittlicher Ertragsverlust von 28,9 %. Dabei blieben einzelne Jahre im Getreide ohne Ertragsverlust, andere vor allem in Mais und Ackerbohne bei bis über 50 % Ertragsverlust und teils mit verworfenen Erntepartien auf Grund starker Verunreinigung und somit nicht lager- und reinigungsfähige Ware.

Im Mittel der beiden Jahre 2023 und 2024 mit erfolgreicher Etablierung der Ackerwildkräuter ergeben sich über alle Kulturen, analog der Rechnung zum mittleren Ertragsverlust eine negative Flächenleistung von -652,15 €. Eine optimierte Wildkräutermischung und eine längere Verweildauer mehrjähriger Ackerwildkräuter könnte hypothetisch zu einer Differenz von -311,89 € führen, die ausgeglichen werden müsste.

Insgesamt betrachtet erwiesen sich alle drei Varianten der Wildkräuteransaaten (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) als geeignet, um in den Zwischenräumen eine blühende Vegetation zu etablieren. Den größten Effekt auf die Etablierungsrate hatte die angebaute Kultur.

Ein Vergleich der Status quo-Erfassungen im Jahr 2021 mit den Projektergebnissen 2022 bis 2024 zeigt eine starke Zunahme aller untersuchten Artengruppen auf dem Strip-Till-Versuch.

In allen Kulturen lagen die Blütendeckungen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten (mehrjWK15, mehrjWK25) im letzten Beobachtungsjahr 2024 bei mindestens 20%. Die niedrigsten Werte wurden in den Getreidekulturen erzielt, die höchsten im Silomais und in der Ackerbohne. Bei den einjährigen Wildkräuteransaaten (einjWK) lagen die Blütendeckungen zwischen ca. 5% (Silomais) und ca. 20% (Ackerbohne).

Das Auftreten von Rote-Liste-Arten bei den Schwebfliegen, Wildbienen und Laufkäfern in den angesäten Zwischenreihen bestätigen den positiven Einfluss einer Erhöhung der floristischen Diversität auf der Ackerfläche, wobei die meisten Arten auf den Wildpflanzen-Varianten nachgewiesen werden konnten.

Es zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Bewirtschaftungsvariante auf die Häufigkeit von Blütenbesuchen: Die höchste Insektenaktivität wurde in den drei Varianten mit Ansaat mehrjähriger Wildkräuter festgestellt, während in den Varianten Herbizid, Hacke und einjKult die geringste Aktivität verzeichnet wurden. Wildbienen und Schwebfliegen erwiesen sich dabei als die häufigsten Blütenbesucher.

Insgesamt weisen die Varianten mit Ansaat von Wildkräutern durchweg höhere Arten- und Individuenzahlen auf als die Herbizid- und Hackvarianten sowie die Variante mit Einsaat von einjährigen Kulturarten. Besonders deutlich wird dies bei den Wildbienen, deren Individuenzahlen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten fast doppelt so hoch sind wie in der Variante mit flächigem Herbizideinsatz. Auch bei den Laufkäfern ist der Unterschied erheblich, mit einem Anstieg von 366 Individuen (Herbizid) auf 670 Individuen (mehrjWK15). Bei den Schwebfliegen sind die Unterschiede weniger ausgeprägt, jedoch zeigt sich auch hier eine Zunahme der Individuenzahlen in den Wildkräutervarianten.

Die Bewirtschaftungsvariante zeigte keinen deutlichen Einfluss auf die Spinnenabundanz. Tendenziell konnten im Silomais mehr Spinnenindividuen in den angesäten Varianten nachgewiesen werden.

Die Ansaat von Wildkräutern in den Zwischenreihen des Strip-Till-Versuchs (einjWK, mehrjWk15, mehrjWK25) führte zu einer deutlichen Zunahme des Shannon-Index sowohl im Vergleich zum Status quo-Zustand vor Versuchsbeginn als auch im Vergleich mit den Herbizid- und Hacke-Varianten und der Variante mit Ansaat von einjährigen Kulturarten (einjKult).

Generell hatte die Etablierung von Wildkräutern auf dem Strip-Till-Versuch zur Folge, dass sich diese auch in nicht angesäte Flächen ausbreiten konnten und damit zur Erhöhung der floristischen und faunistischen Artenvielfalt auf der Gesamtfläche beitrugen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Im Rahmen des Projektes entstanden drei Projektarbeiten sowie acht Abschlussarbeiten. Darüber hinaus wurde das Projekt und häufig auch die Versuchsanlage zu 22 Fachveranstaltungen vorgestellt und damit die Erkenntnisse einer Vielzahl Interessierter, LandwirtInnen, WissenschaftlerInnen und auch BeraterInnen zugänglich gemacht. In verschiedenen Newsletterbeiträgen, auf den DLG-Feldtagen mit Demoanlage und auch in den Sozialen Medien war das Projekt ebenso präsent wie auf wissenschaftlichen Tagungen.

Fazit

Grundsätzlich funktioniert der Anbau aller untersuchten Kulturen im Strip-Till-Verfahren mit entsprechenden Anpassungen sehr gut. Das Verfahren bietet auf Grund der weiten Reihe ein hohes Potential zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln. Die Konkurrenz durch gut etablierte mehrj. Wildkräuter zeigt sich in Sommerkulturen stärker als in Winterkulturen. Das entstehende finanzielle Defizit wiegt allerdings schwer. Ohne unterstützende Maßnahmen, wäre ein solcher Anbau nicht realisierbar.

Die Wirkungskontrollen der Wildkräuteransaaten und der Nützlinge in den Untersuchungsjahren zeigen eindrücklich, dass ein gezieltes Zwischenreihenmanagement im Strip-Till-System die Biodiversität nachhaltig fördern kann. Besonders hervorzuheben ist das vermehrte Auftreten von Arten mit Schutzstatus gemäß den Roten Listen Deutschlands und Sachsen-Anhalts in den Ansaatvarianten, was die naturschutzfachliche Relevanz dieser Bewirtschaftungsform unterstreicht.

Aus ökologischer Sicht zeigte sich ein großes Potenzial für biodiversitätsfördernde Maßnahmen im konventionellen Strip-Till-Anbau. Die Etablierung mehrjähriger, artenreicher Wildpflanzenbestände in den Zwischenreihen führt zur Erhöhung der Biodiversität auf der Ackerfläche und trägt zur strukturellen Aufwertung bei. Diese Flächen bieten Habitate und Nahrungsquellen für Nützlinge und fördern damit die natürliche Schädlingsregulation. Aber auch gefährdete Arten können von diesen Strukturen profitieren.

Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt 2
Abbildungsverzeichnis 7
Tabellenverzeichnis 9
Zusammenfassung 10
a) Einführung/Motivation 12
Ziele des Projektes 12
b) Methodik/Vorgehensweise/Projektablauf 13
Versuchsanlage 13
AP 1: Anbau von Erntekulturen im Strip-Till-Verfahren 14
AP 2: Etablierung von Wildpflanzen in Zwischenreihen 14
AP 3: Entwicklung reihenangepasster Hack- / Spritz- / Pflegetechnik 15
AP 4: Wirkungskontrolle 16
AP 4.1 Erntekulturen und Schaderreger 16
AP 4.2 Wildkräuter und Nützlinge 16
AP 4.3 Boden 18
AP 4.4. Pflanzenschutz 18
AP 4.5. Wirtschaftlichkeit 18
AP 4.6. Aktivität im Boden 18
c) Projektergebnisse 20
Terminierung der Maßnahmen 20
Erntekulturen/Erträge 22
Nmin-Gehalte in N-düngungswürdigen Kulturen 23
Pflanzenschutzmitteleinsatz/Pflanzenschutzmittelreduktion 24
Pflegemaßnahmen 24
Teebeutelmethoden im Jahr 2024 in jeder Kultur in zwei Zeiträumen 25
Kostenrechnung der Verfahren 28
Etablierungserfolg angesäter Wildkräuter 28
Vegetationsentwicklung in den Varianten und Kulturen 29
Optimierung der Ansaatmischung 30
Gesamtarteninventar Schwebfliegen und Wildbienen 31
Erfassung von Nützlingsgruppen auf dem Strip-Till-Versuch 32
Auftreten von Rote-Liste-Arten 34
Blütenbesuche von Wildbienen, Schwebfliegen, Marienkäfern und Florfliegen 34
Einfluss des Zwischenreihenmanagements auf Wildbienen, Schwebfliegen und Laufkäfer 36
Einfluss des Zwischenreihenmanagements auf Spinnen 37
Biodiversitätsindex 38

d) Öffentlichkeitsarbeit/Veröffentlichungen/Vorträge 39
Einbindung von studentischen Projekt-, Qualifizierungs- und Abschlussarbeiten..... 39
Studentische Projekte 39
Abschlussarbeiten..... 39
Projektvorstellung und Veröffentlichungen 40
e) Ausblick 41
Ausblick aus technischer Sicht 41
Ausblick aus pflanzenbaulicher Sicht..... 41
Ausblick aus ökologischer Sicht 42
Literaturangaben..... 43
Anhang 44
Anhang 1: Zusammensetzung der Ansaatmischungen für die Zwischenreihenbegrünungen..... 44
Anhang 2: Liste der problematischen Spontanarten 47
Anhang 3: Optimierte Saatgutmischung 48
Anhang 4: Artenzahlen blühender Arten und Blütendeckungen..... 49
Anhang 5: Deckungen von Ansaatarten in den Kulturreihen..... 57
Anhang 6: Artenlisten der faunistischen Erfassungen (Schwebfliegen & Wildbienen 2024; Laufkäfer 2023) (inkl. Angaben zum Schutzstatus Deutschland (RL D) und Sachsen-Anhalt (RL ST) = „1“ vom Aussterben bedroht; „2“ stark gefährdet; „3“ gefährdet; „G“ Gefährdung unbekannten Ausmaßes; „R“ extrem selten; „V“ Vorwarnliste; „D“ Daten unzureichend)..... 59
Anhang 7: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer 63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Versuchsanlage mit Pflegemaßnahmen der Zwischenreihen (Hacke: Variante Hacke; Messerwalze: Variante einjKult, einjWk, mehrjWK15, mehrjWK25) und Pflanzenschutz in den Kulturreihen (Bandspritze: Variante 2 - 6). 12
Abbildung 2: Versuchsplan zur Ernte 2024 13
Abbildung 3: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2022 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen 21
Abbildung 4: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2023 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen 21
Abbildung 5: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2024 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen 22
Abbildung 6: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Winterweizen 26
Abbildung 7: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Winterdurum 26
Abbildung 8: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Ackerbohne..... 27
Abbildung 9: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Silomais 27
Abbildung 10: Boxplots der Etablierungsraten der angesäten Wildpflanzenarte. 29
Abbildung 11: Artenzahlen von Schwebfliegen (links) und Wildbienen (rechts). 32
Abbildung 12: Anzahl der Blütenbesuche der Nützlingsgruppen Wildbienen, Schwebfliegen, Marienkäfer und Florfliegen getrennt nach Blütenfarben. 35
Abbildung 13: Artenzahlen (links) und die Individuenzahlen (rechts) der Wildbienen, Schwebfliegen (Untersuchungsjahr 2024) und Laufkäfer (Untersuchungsjahr 2023). 36
Abbildung 14: Boxplots der Individuenzahlen (Abundanz) der Spinnen aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023. 37
Abbildung 15: Gesamtbiodiversität (community biodiversity index), berechnet aus dem Shannon-Index, auf Grundlage der Blühphänologie 38
Abbildung 17: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) in der **Ackerbohne** 49
Abbildung 18: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) in der **Ackerbohne**. 50
Abbildung 19: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterweizen** 4..... 51
Abbildung 20: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterweizen**. 52
Abbildung 21: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterdurum** 53
Abbildung 22: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterdurum**. 54
Abbildung 23: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Silomais** 55
Abbildung 24: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Silomais** 56
Abbildung 25: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Ackerbohnen**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten. 57
Abbildung 26: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Winterweizen**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten. 57
Abbildung 27: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Winterdurum**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten. 58

Abbildung 28: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Silomais**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten. 58
Abbildung 29: Boxplots der Artenzahlen von Laufkäfern aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023..... 63
Abbildung 30: Boxplots der Abundanz (Individuenzahlen) von Laufkäfern aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023.. 64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ansaatzeitpunkte der Kulturen und der Zwischenreihenbegrünungen der Versuchsjahre 2021 bis 2024. 15
Tabelle 2: Methodenübersicht des floristischen und faunistischen Monitorings in den Untersuchungsjahren 2021, 2022, 2023 und 2024; n = Anzahl der Proben bzw. Aufnahmen. 17
Tabelle 3: Ernteerträge der Kulturarten 22
Tabelle 4: Ertragsverluste [%] im Verleich Variante 1 (cPS/Herbizid) zum Mittelwert der Var 4-6 (EeWk, EmWKI, EmWkII) 23
Tabelle 5: Gehalte an mineralischem Stickstoff im Boden als Summe der drei Tiefenschichten 0-30 cm, 30-60 cm und 60-9 cm..... 23
Tabelle 6: Direkt- und Arbeitskostenfreie Leistungen der Verfahren..... 28
Tabelle 7: Testmischungen (einjKult, einjWild, mehrjWild15, mehrjWild25) und optimierte Wildpflanzen-Ansaatmischung (optimiert). Ausschlusskriterien: zu konkurrenzstark (Konkurr.), zu teuer (Preis), keine bzw. schlechte Etablierung (Etabl.). Weitere Informationen siehe Anhang 3. . 31
Tabelle 8: Artenzahlen und Individuenzahlen verschiedener Nützlingsgruppen, die im Projektzeitraum 2022 bis 2024 auf dem gesamten Strip-Till-Versuch erfasst wurden. 33
Tabelle 9: Artenzahlen und Individuenzahlen verschiedener Nützlingsgruppen in den vier Ackerkulturen im Strip-Till-Versuch. 2021: Status quo-Erfassungen (Dropmann et al. 2021); 2022 bis 2024: Erfassungen im Projektzeitraum nach Umstellung des Zwischenreihenmanagements..... 33
Tabelle 10: Artenliste Schwebfliegen nach Varianten für 2024..... 59
Tabelle 11: Artenliste Wildbienen nach Varianten für 2024 59
Tabelle 12: Artenliste Laufkäfer nach Varianten für 2023..... 61

Zusammenfassung

Das Hauptziel des im August 2021 gestarteten Projektes ist die Reduktion des Einsatzes chemisch synthetischer Pflanzenschutzmittel und gleichzeitig die Biodiversität in der Fläche wieder stärker zu etablieren. Das langjährig am Standort etablierte Strip-Till-Verfahren zum Anbau verschiedener Kulturen in weiter Reihe wird dazu weiterentwickelt.

Der Versuch wurde mit praxisüblicher Technik angelegt, um eine direkte Übertragbarkeit in die landwirtschaftliche Praxis zu ermöglichen. In einer Fruchtfolge mit Winterweizen – Ackerbohne – Winterdurum – Silomais werden sechs Varianten des Zwischenreihenmanagements angelegt:

- Var. 1 – mit flächigem Einsatz chem.-synthetischer Pflanzenschutzmitteln (Herbizid/cPS)
- Var. 2 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsatz einer kameragestützten Hacke im Zwischenreihenbereich (Hacke/kHa)
- Var. 3 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mit einjährigen Kulturarten (einjKult/EeKu)
- Var. 4 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat einjähriger Wildkrautarten (einjWK/EeWk)
- Var. 5 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkrautarten (15 Arten) (mehrjWK15/EmWkI)
- Var. 6 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkrautarten (25 Arten) (mehrjWK25/EmWkII)

Zur Pflege der Zwischenreihenbegrünung wurde eine reihenbezogene Messerwalze entwickelt.

Entscheidend ist die Auswahl der Ansaatmischungen, bei der zahlreiche Punkte (wie zertifizierte Vermehrung, Wuchshöhe, Blühzeitpunkte und Lichtverhältnisse, Förderung spezifischer Nützlinge, Kulturartenverträglichkeit und gebietseigene Arten sowie ein hoher Anteil alter Wildkrautarten) beachtet wurden. Bei den Kulturarteneinsaaten (Variante 3 – einjKult/EeKu) wurden darauf: Kresse in Ackerbohnen, Kresse und Öllein im Getreide sowie Kresse, Öllein und Saatwicke in Mais gedrillt.

Für die Wildkrautmischungen ergab sich ein deutlich breiteres Spektrum. So wurden in Variante 4 (einjWK/EeWk): 5 Arten aus 5 Familien in Ackerbohne, 10 Arten aus 8 Familien im Getreide und 10 Arten aus 8 Familien im Mais gesät. Für die Varianten 5 und 6 wurden in allen Kulturen dieselben Mischungen verwendet: Variante 5 (mehrjWK15/EmWkI) umfasste 15 Arten aus 11 Familien, während Variante 6 (mehrjWK25/EmWkII) 25 Arten aus 15 Familien enthielt.

Aus pflanzenbaulicher Sicht wurden neben der Bestandsentwicklung, den Nährstoffkonzentrationen und dem Schaderregerbefall, auch der Ertrag und die Qualitäten der Erntegüter ermittelt. Daraus wurden die Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreie Leistungen der einzelnen Varianten ermittelt.

Aus ökologischer Sicht wurden die folgenden Parameter erhoben:

- Artenliste mit Häufigkeitsschätzung aller Pflanzen sowie Vegetationsaufnahmen mit Deckungsschätzungen und Erfassung der Blühphänologie
- Erfassung der Wildbienen und Schwebfliegen sowie Laufkäfer und Spinnen und Farbschalenfänge zur Erstellung einer Gesamtartenliste für Wildbienen und Schwebfliegen
- Erfassung der Blütenbesuche

Skaliert für eine Fruchtfolge aus Ackerbohne – Winterweizen – Silomais – Winterdurum und ausgehend von gleichen Anbauflächen ergibt sich im Betrieb ein durchschnittlicher Ertragsverlust von 28,9 %. Dabei blieben einzelne Jahre im Getreide ohne Ertragsverlust, andere vor Allem in Mais und Ackerbohne bei bis über 50 % Ertragsverlust und teils mit verworfenen Erntepartien auf Grund starker Verunreinigung und somit nicht lager- und reinigungsfähige Ware.

Im Mittel der beiden Jahre 2023 und 2024 mit erfolgreicher Etablierung der Ackerwildkräuter ergeben sich über alle Kulturen, analog der Rechnung zum mittleren Ertragsverlust eine negative

Flächenleistung von -652,15 €. Eine optimierte Wildkräutermischung und eine längere Verweildauer mehrjähriger Ackerwildkräuter könnte hypothetisch zu einer Differenz von -311,89 € führen, die ausgeglichen werden müsste.

Insgesamt betrachtet erwiesen sich alle drei Varianten der Wildkräuteransaaten (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) als geeignet, um in den Zwischenräumen eine blühende Vegetation zu etablieren. Den größten Effekt auf die Etablierungsrate hatte die angebaute Kultur. In allen Kulturen lagen die Blütendeckungen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten (mehrjWK15, mehrjWK25) im letzten Beobachtungsjahr 2024 bei mindestens 20 %. Die niedrigsten Werte wurden in den Getreidekulturen erzielt, die höchsten im Silomais und in der Ackerbohne. Bei den einjährigen Wildkräuteransaaten (einjWK) lagen die Blütendeckungen zwischen ca. 5 % (Silomais) und ca. 20 % (Ackerbohne).

Ein Vergleich der Status quo-Erfassungen im Jahr 2021 mit den Projektergebnissen 2022 bis 2024 zeigt eine starke Zunahme aller untersuchten Artengruppen auf dem Strip-Till-Versuch.

Insgesamt weisen die Varianten mit Ansaat von Wildkräutern durchweg höhere Arten- und Individuenzahlen auf als die Herbizid- und Hackvarianten sowie die Variante mit Einsaat von einjährigen Kulturarten. Besonders deutlich wird dies bei den Wildbienen, deren Individuenzahlen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten fast doppelt so hoch sind wie in der Variante mit flächigem Herbizideinsatz. Auch bei den Laufkäfern ist der Unterschied erheblich, mit einem Anstieg von 366 Individuen (Herbizid) auf 670 Individuen (mehrjWK15). Bei den Schwebfliegen sind die Unterschiede weniger ausgeprägt, jedoch zeigt sich auch hier eine Zunahme der Individuenzahlen in den Wildkräutervarianten. Das Auftreten von Rote-Liste-Arten bei den Schwebfliegen, Wildbienen und Laufkäfern in den angesäten Zwischenreihen bestätigen den positiven Einfluss einer Erhöhung der floristischen Diversität auf der Ackerfläche, wobei die meisten Arten auf den Wildpflanzen-Varianten nachgewiesen werden konnten.

Es zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Bewirtschaftungsvariante auf die Häufigkeit von Blütenbesuchen: Die höchste Insektenaktivität wurde in den drei Varianten mit Ansaat mehrjähriger Wildkräuter festgestellt, während in den Varianten Herbizid, Hacke und einjKult die geringste Aktivität verzeichnet wurden. Wildbienen und Schwebfliegen erwiesen sich dabei als die häufigsten Blütenbesucher.

Die Bewirtschaftungsvariante zeigte keinen deutlichen Einfluss auf die Spinnenabundanz. Tendenziell konnten im Silomais mehr Spinnenindividuen in den angesäten Varianten nachgewiesen werden.

Die Ansaat von Wildkräutern in den Zwischenreihen des Strip-Till-Versuchs (einjWK, mehrjWk15, mehrjWK25) führte zu einer deutlichen Zunahme des Shannon-Index sowohl im Vergleich zum Status quo-Zustand vor Versuchsbeginn als auch im Vergleich mit den Herbizid- und Hacke-Varianten und der Variante mit Ansaat von einjährigen Kulturarten (einjKult).

Generell hatte die Etablierung von Wildkräutern auf dem Strip-Till-Versuch zur Folge, dass sich diese auch in nicht angesäte Flächen ausbreiten konnten und damit zur Erhöhung der floristischen und faunistischen Artenvielfalt auf der Gesamtfläche beitrugen.

Im Rahmen des Projektes entstanden 3 Projektarbeiten sowie 8 Abschlussarbeiten. Darüber hinaus wurde das Projekt und häufig auch die Versuchsanlage zu 22 Fachveranstaltungen vorgestellt und damit die Erkenntnisse einer Vielzahl Interessierter, LandwirtInnen, WissenschaftlerInnen und auch BeraterInnen zugänglich gemacht. In verschiedenen Newsletterbeiträgen, auf den DLG-Feldtagen mit Demoanlage und auch in den Sozialen Medien war das Projekt ebenso präsent wie auf wissenschaftlichen Tagungen.

a) Einführung/Motivation

Ziele des Projektes

Das Hauptziel des im August 2021 gestarteten Projektes ist es, den Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel auf der Fläche zu reduzieren und die Biodiversität in den Zwischenreihen zu erhöhen. Das langjährig am Standort Strenzfeld etablierte Strip-Till-Verfahren zum Anbau verschiedener Kulturen in weiter Reihe wird dazu weiterentwickelt (Abbildung 1).

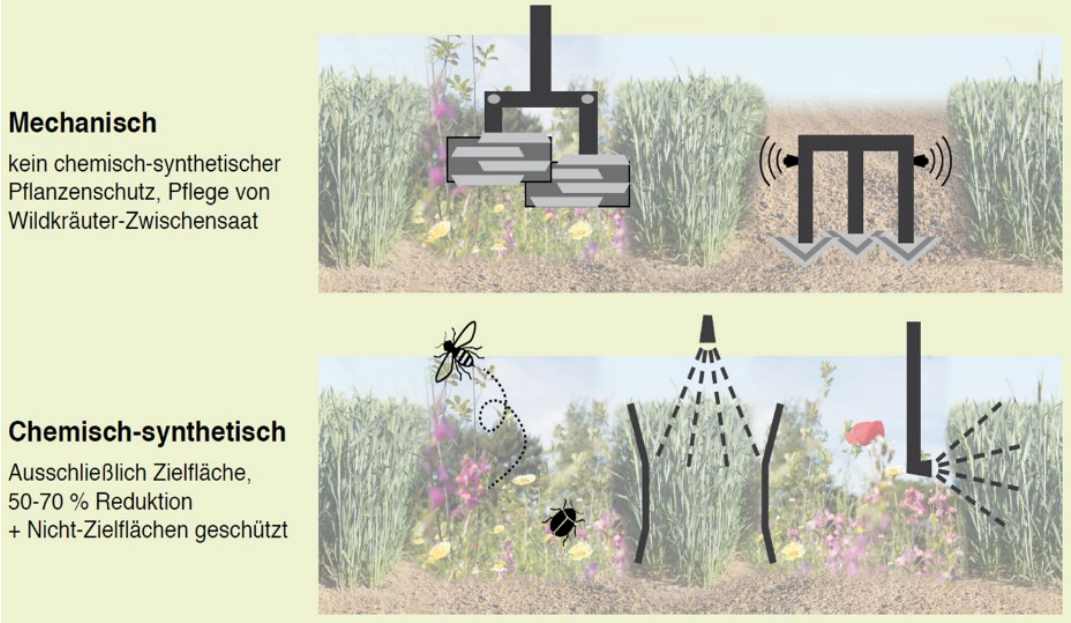

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Versuchsanlage mit Pflegemaßnahmen der Zwischenreihen (Hacke: Variante Hacke; Messerwalze: Variante einjKult, einjWk, mehrjWK15, mehrjWK25) und Pflanzenschutz in den Kulturreihen (Bandspritze: Variante 2 - 6).

b) Methodik/Vorgehensweise/Projektablauf

Versuchsanlage

Der Versuch wurde mit praxisüblicher Technik angelegt, um eine direkte Übertragbarkeit in die breite landwirtschaftliche Praxis zu ermöglichen. In einer viergliedrigen Fruchtfolge mit den Kulturen Ackerbohne (AB) – Winterweizen (WW) – Silomais (SM) – Winterdurum (WD) wurden sechs Zwischenreihen-Varianten umgesetzt:

- Variante 1 – mit flächigem Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel (Herbizid/cPS)
- Variante 2 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsatz einer kameragestützten Hacke im Zwischenreihenbereich (Hacke/kHa)
- Variante 3 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat einjähriger Kulturarten (einjKult/EeKu) Management der Zwischenreihen mit Messerwalze
- Variante 4 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat einjähriger Wildkräuter (einjWK/EeWk), Management der Zwischenreihen mit Messerwalze
- Variante 5 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkräuter I (mehrjWK15/EmWkI), Management der Zwischenreihen mit Messerwalze
- Variante 6 – Bandspritzung in der Kulturreihe, Einsaat mehrjähriger Wildkräuter II (mehrjWK25/EmWkII), Management der Zwischenreihen mit Messerwalze

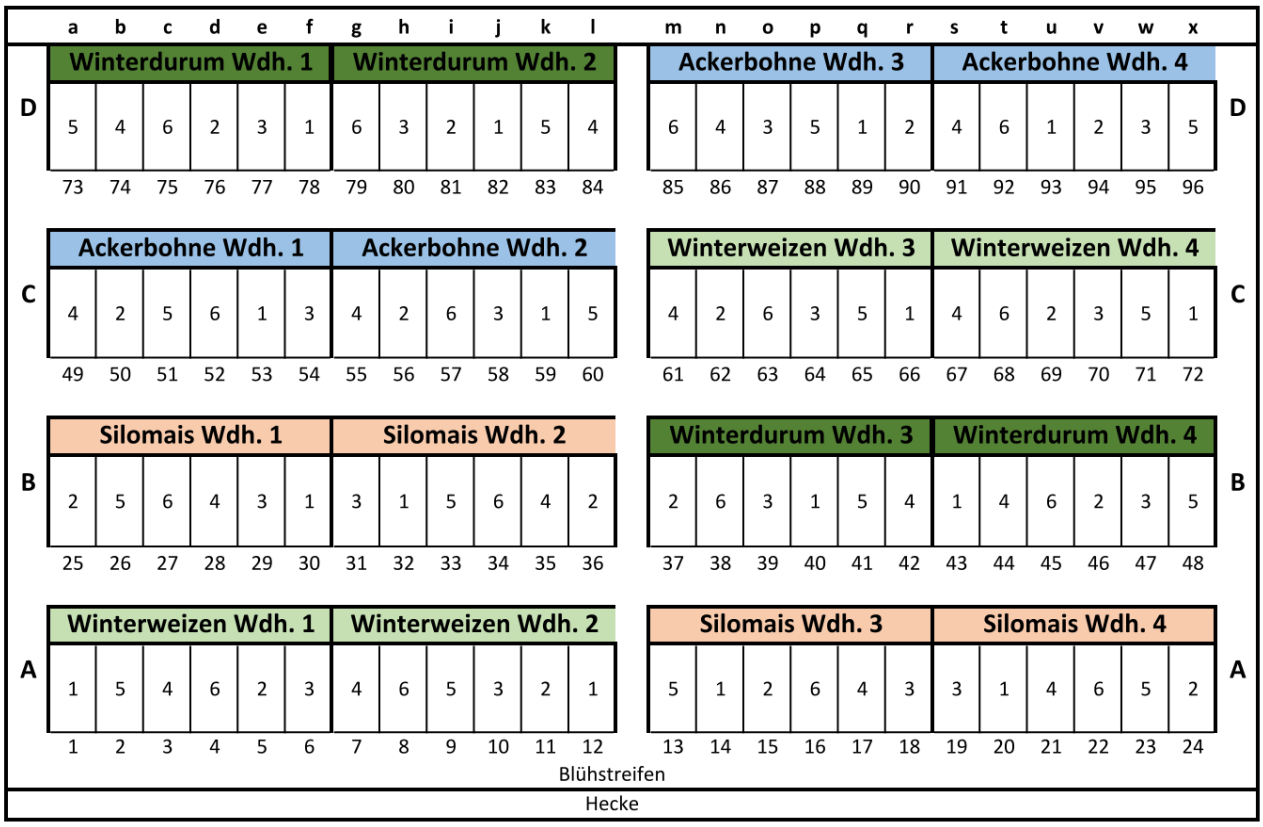

Abbildung 2: Versuchsplan zur Ernte 2024

AP 1: Anbau von Erntekulturen im Strip-Till-Verfahren

Für alle Kulturen erfolgt keine flächige Bodenbearbeitung. In allen Varianten kommt das StripTill-Verfahren zum Einsatz. Für die Versuchsanlage wird dazu ein Striger der Firma Kuhn (Arbeitsbreite 3 m) genutzt mit einer Reihenweite von 50 cm. Der Zwischenreihenbereich bleibt unbearbeitet.

Bei der Aussaat wurde Mais von Beginn an mit einer Einzelkornsämaschine (Reihenweite 50 cm) gelegt. Wohingegen Getreide in einer Doppelreihe mit einer mechan. Sämaschine Amazone AD Super (Arbeitsbreite 3 m) in den gelockerten Streifen gedrillt wurde (Reihenabstand 12,5 cm). Ackerbohne wurde zunächst auch in einer Doppelreihe gedrillt. Auf Grund des breiten Wachstums und der dadurch erschwerten Bearbeitung im Zwischenreihenbereich wurde zu einer Einzelkornsaat mit 50 cm Reihenabstand übergegangen.

<u>Eingesetzte Maschinen zur Pflege der Zwischenreihen in den einzelnen Varianten</u>

Variante 1: Für breitflächige Pflanzenschutzmaßnahmen wurde eine Anbauspritze Amazone UF mit einer Arbeitsbreite von 18 m mit Teilbreitenschaltung im 3 m Raster genutzt.

Variante 2–6: Das Kombinationsgerät Hacke/Bandspritze ist mit mit Rollhackaggregaten ausgestattet. Als Düsen wurden spezielle RowFan-Düsen genutzt um Pflanzenschutzmittel gezielt im Band auf der Kulturartenreihe applizieren zu können. Für diesen Versuch wurde eigens eine Messerwalze entwickelt, die speziell für diese Reihenweite passt, um Bodeneingriffe zu vermeiden und Zwischenreihenbegrünung im Höhenaufwuchs zu begrenzen. Die Arbeitsbreite ist hier analog zu Bodenbearbeitungsgerät und Drillmaschine 3 m.

Geerntet wurde in allen Varianten bei Ackerbohne und Getreide mit einem Großparzellenmähdrescher der Firma MDW von Typ Farmer CS 220, der über eine Wiege- sowie Probenahmesystem verfügt um direkt auf dem Feld die Erntemenge möglichst genau erfassen zu können.

AP 2: Etablierung von Wildpflanzen in Zwischenreihen

Bei der Auswahl der Arten für die Zwischenreihenbegrünung wurden verschiedene Kriterien beachtet. Dazu zählen z. B. Wuchshöhe, Blühzeitpunkte und Lichtverhältnisse, Förderung spezifischer Nützlingsgruppen, Kulturartenverträglichkeit und regionales Vorkommen. Die Mischungen weisen einen hohen Anteil heimischer Wildkrautarten auf. Die ausgewählten Arten stammen aus zertifizierter regionaler Wildpflanzenvermehrung. Für die Einsaaten in Variante 3 (einjKult) wurden jedes Jahr drei einjährige Kulturartenmischungen (Mengenanteile siehe Anhang 1) gedrillt. Im Jahr 2023 wurde nach der Einsaat versehentlich noch gehackt, was die Etablierung in diesem Jahr reduzierte.

Im Jahr 2022 haben früh einsetzende extreme Trockenheit und ausgeprägte Hitze in fast allen Kulturen (Ausnahme: Ackerbohne) die Keimung und Etablierung der angesäten Wildkräuter, sowohl bei den einjährigen als auch bei den mehrjährigen Varianten, stark minimiert. Eine Gewächshauskontrolle im August/September 2022 ergab, dass von den ausgebrachten Arten praktisch keine keimfähigen Samen mehr vorhanden waren. Daher hat das Projektteam entschieden, neben den einjährigen Wildpflanzenmischungen auch die Mehrjährigen im Herbst 2022 noch einmal anzusäen, um den Erfolg des Projektes sicherzustellen. Die Aussaat im Herbst 2022 mit anschließendem Anwalzen zeigte deutliche Erfolge. Die Mischungen blieben dabei in der gleichen Zusammensetzung wie im ersten Ansaatjahr und sind im Anhang dargestellt. Aufgrund der

guten Etablierung der angesäten einjährigen Wildkräuter in der Variante 4 (einjWK) in den ersten beiden Versuchsjahren wurde für alle Kulturen entschieden, die Zwischenreihen nicht umzubrechen, wodurch diese nicht noch mal gedrillt wurden.

Die Ansaatzeitpunkte der Kulturen und der Zwischenreihenbegrünungen sind in Tabelle 1 nachfolgend für alle Versuchsjahre dargestellt.

Tabelle 1: Ansaatzeitpunkte der Kulturen und der Zwischenreihenbegrünungen der Versuchsjahre 2021 bis 2024.

Erntejahr 2022	*Erntejahr 2023*	*Erntejahr 2024*	*Zwischenreihenbegrünung*	*Kulturart*
28.04.2022	03.05.2023	03.05.2024		Silomais
18.10.2021	11.10.2022	18.10.2023		Winterweizen
20.10.2021	11.10.2022	23.10.2023		Winterdurum
17.03.2022	22.03.2023	26.03.2024		Ackerbohne
10.03.2022	13.10.2022		Mehrj. Wildkräuter (25) (EmWkII)	Silomais/Winterweizen/Winterdurum
11.03.2022	13.10.2022		Einj. Wildkräuter (EeWk)	Silomais/Winterweizen/Winterdurum
14.03.2022	13.10.2022		Einj. Wildkräuter (EeWk)	Ackerbohne
14.03.2022	13.10.2022		Mehrj. Wildkräuter (15) (EmWkI)	Ackerbohne/Silomais/ Winterweizen/Winterdurum
17.03.2022	13.10.2022		Mehrj. Wildkräuter (25) (EmWkII)	Ackerbohne
13.04.2022	04.04.2023	11.04.2024	Einj. Kulturarten (EeKu)	Ackerbohne/ Winterweizen/Winterdurum
16.05.2022	05.04.2023	08.05.2024	Einj. Kulturarten (EeKu)	Silomais

AP 3: Entwicklung reihenangepasster Hack- / Spritz- / Pflegetechnik

Das Grundprinzip der reihenbezogenen Bewirtschaftung auf 50 cm funktioniert sehr gut. Bandspritzung ist geeignet für Herbizide in allen Kulturen. Die Technik steht konventionell auch in Kombination mit Bandspritzeinrichtungen zur Verfügung. Häufig ist der Einsatz aktuell auf Reihenkulturen (Zuckerrübe/Mais) beschränkt. Um die notwenige Genauigkeit gewährleisten zu können, sind häufig Kamera gestützte System angebaut. Die automatische Erkennung der Kulturartenreihe dient zur Steuerung des Verschieberahmen mit den aufgebauten Werkzeugen.
Hackaggregate können mit unterschiedlichen Werkzeugen ausgestattet werden je nach gewünschtem Ergebnis und Bodenverhältnissen.
Die weite Reihe auch im Getreideanbau mit einer Doppelreihe stellt dabei besondere Ansprüche, da die Kamera in erster Linie auf Einzelreihen ausgerichtet ist. Idealerweise ist der Zwischenreihenbereich nur gering bewachsen, sodass eine Unterscheidung von Kulturreihe, auf welcher Pflanzenschutzmittel mittels Bandspritze appliziert werden, und Zwischenreihenbereich, der gehackt wird, unterscheiden zu können.
In der Versuchsanlage war dies nicht immer zu gewährleisten, so dass in erster Linie das integrierte GPS-gestützten Lenksystem die Spurführung übernahm.

AP 4: Wirkungskontrolle

AP 4.1 Erntekulturen und Schaderreger

Die Erfolge von Pflanzenschutzmitteleinsätzen wurden über die Zeit verfolgt. In Abhängigkeit vom eingesetzten Mittel sowie den Wirkmechanismen und der vorherrschenden Witterung sind die Resultate nicht immer sofort ersichtlich. Vor allem bei der Nutzung von Herbiziden, die vornehmlich über den Boden wirken, sind langfristige Beobachtung zur nachhaltigen und effektiven Bestandesführung unerlässlich.

Die Ernte der Kulturen erfolgte jeweils zu ortsüblichen Terminen in Abhängigkeit vom Reifestadium. Neben den Erträgen (relativiert auf einheitliche Feuchte zur besseren Vergleichbarkeit) wurden die nachfolgenden Parameter erhoben:

Getreide (Winterweizen/Winterdurum)

- Nach Vorgaben des Landhandels mittels Ganzkornanalysegerät: Feuchte, Hektolitergewicht, Sedimentationswert, Proteingehalt, Fremdbesatz, Klebergehalt und Fallzahl
- Tausendkorngewicht

Ackerbohne

- Nach Vorgaben des Landhandels mittels Ganzkornanalysegerät: Feuchte und Fremdbesatz

Mais

- Hier wurden direkt während der Ernte TS-Gehalte bestimmt um auf gleiche Gehalte verrechnen zu können. Die Messung erfolgte mit NIRS-Technologie direkt auf dem Häcksler

AP 4.2 Wildkräuter und Nützlinge

In der Projektlaufzeit wurden regelmäßige Bonituren der sich entwickelten Vegetation sowie ausgewählter Nützlingsgruppen (Schwebfliegen, Wildbienen, Laufkäfer, Spinnen, Florfliegen, Marienkäfer) in den Zwischenreihen durchgeführt.

Zwischenreihenvegetation:

In allen Varianten und Wiederholungen wurden auf Dauerflächen die Gesamtdeckung und mittlere Höhe, die Artenzusammensetzung als prozentuale Schätzung der Einzelarten sowie die Blühphänologie erfasst. Der Stichprobenumfang sowie die Erfassungszeitpunkte sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Ausgewählte Nützlingsgruppen:

(1) Durch standardisierten Kescherstreiffang wurden in den Jahren 2022 bis 2024 zwischen April und August Wildbienen und Schwebfliegen erfasst (Transektlänge: ca. 50 m). Die erfassten Wildbienen und Schwebfliegen wurden auf Artniveau von Experten bestimmt.

(2) Durch das Ausbringen von Bodenfallen (BfN 2019, Dunger 1963) in den Jahren 2022 und 2023 erfolgte die Erfassung von Laufkäfern und Spinnen in allen Varianten mit zwei Erfassungsintervallen. Wobei im Jahr 2023 Mais aufgrund von ungünstigen Wetterbedingungen nur einmal beprobt werden konnte. Die Bestimmung auf der Laufkäfer Artniveau und deren Abundanz erfolgte durch Experten. Bei den Spinnen wurden nur die Individuenzahlen erfasst. Darüber hinaus

wurde die Gesamtbiomasse, die Biomasse der auftretenden Gruppen sowie die der übrigen erfassten Taxa ermittelt.

(3) In den Kulturen Ackerbohne und Mais wurde in den Jahren 2022 und 2024 die direkte Blütennutzung durch blütenbesuchende Insekten in allen Varianten erfasst. Je Parzelle wurden zwei 0,5 m x 0,5 m große Plots angelegt, die gezielt an besonders blütenreichen und -diversen Stellen eingerichtet waren. Die Erhebung der Blütennutzung konzentrierte sich auf die Nützlingsgruppen Schwebfliegen, Wildbienen, Florfliegen und Marienkäfer und erfolgte in zwei Erfassungsintervallen; jeder Plot wurde dabei jeweils 5 min lang beobachtet (Methode siehe Twerski et al. 2022).

(4) Im Rahmen der Status-quo Erfassungen von 2021 sowie im ersten Versuchsjahr 2022 wurden Farbschalen (Farbkombination: blau, weiß, gelb) aufgestellt, um das Gesamtarteninventar der Schwebfliegen und Wildbienen zu erfassen. Die Fallen wurden an verschiedenen Standorten platziert: auf dem Versuchsfeld, im angrenzenden Blühstreifen, in der Buntbrache und auf einer konventionellen Ackerfläche. Pro Standort erfolgten zwei Erfassungsintervalle (Juni und Juli), wobei 2021 je nach Standort drei bzw. vier Fallen und 2022 jeweils eine Falle aufgestellt wurden.

Tabelle 2: Methodenübersicht des floristischen und faunistischen Monitorings in den Untersuchungsjahren 2021, 2022, 2023 und 2024; n = Anzahl der Proben bzw. Aufnahmen.

	Flächengrößen/ Expositionszeiten	*2021 n*	*2022 n*	*2023 n*	*2024 n*
Vegetation					
Artenliste mit Häufigkeitsschätzung aller Pflanzen in allen Kulturen, Varianten und Wiederholungen (DAFOR Skala) auf den ca. 50 m x 2 m großen Transekten der Keschererfassung	100 m², 1x im Juni/Juli	-	96	96	96
Vegetationsaufnahmen mit Deckungsschätzungen in allen Kulturen, Varianten und Wiederholungen (angepasste LONDO-Skala) auf 1 m x 2 m großen Flächen	2 m², 1x im Juni/Juli	-	96	96	96
Erfassung der Blühphänologie in allen Kulturen, Varianten und Wiederholungen durch Deckungsschätzung der Blüten auf den ca. 50 m x 2 m großen Transekten der Keschererfassung (angepasste LONDO-Skala)	100 m², 5x jeweils April, Mai, Juni, Juli, Aug/Sep	-	5x 96	5x 96	5x 96
Fauna					
Erfassung der Wildbienen und Schwebfliegen durch standardisierte Kescherfänge, 5 min pro Transekt (ca. 50 m x 2 m) in allen Kulturen, Varianten und Wiederholungen	100 m², 5x jeweils April, Mai, Juni, Juli, Aug/Sep	-	5x 96	5x 96	5x 96
Erfassung der Laufkäfer und Spinnen mittels Barberfallen in allen Kulturen, Varianten und Wiederholungen (2023 war im Mais nur eine Exposition Anfang Juli möglich)	2x 1 Woche, jeweils Anf. Juni und Anf. Juli	-	2x 96	96+ 48	-
Erfassung der Blütenbesuche (= direkte Beobachtung der Blütennutzung über einen Zeitraum von 5 min pro Plot) von Nützlingsgruppen (Schwebfliegen, Wildbienen, Marienkäfer, Florfliegen) in AB und SM in allen Varianten und Wiederholungen.	2x 0,5 m² Plot, jeweils vor- & nachmittags, jeweils 2x (AB: Mai & Juni; SM: Juni & Juli)	-	192	-	192
Farbschalenfänge zur Erstellung einer Gesamtartenliste für Wildbienen und Schwebfliegen; ein bis vier Farbschalen (Kombination: blau, weiß, gelb) auf angrenzenden Flächen: konventionellen Ackerflächen, Blühstreifen & Buntbrache und dem Versuchsfeld	2x 48 h im Juni und Juli	28	8	-	-

AP 4.3 Boden

Während der Versuchslaufzeit wurden verschiedene Bodenproben gezogen um Nährstoffgehalte zu analysieren und dementsprechend eine Düngebedarfsplanung zu erstellen.

Dazu zählen neben der Analyse von Phosphor und Kalium vor allem auch der Nmin-Gehalt. Alle Bodenproben wurden im Analyselabor der AGROLAB Agrarzentrum GmbH in Leinefelde analysiert. Für Phosphor erfolgte dies gemäß Vorgaben der LLG Sachsen-Anhalt entsprechend der VDLUFA-richtlinien:

Kalk nach VDLUFA I, A 5.1.1 : 2016 (CaCl2)

Phosphor nach VDLUFA I, A 6.2.1.1 : 2012

Kalium nach VDLUFA I, A 6.2.1.1 : 2012

Magnesium nach VDLUFA I, A 6.2.4.1 : 1991

Stickstoff nach VDLUFA I, A 6.1.4.1 : 2002

*Trockensubstanz*bestimmung nach VDLUFA I, A 2.1.1 : 1991

AP 4.4. Pflanzenschutz

Besonderes Augenmerk lag in der Versuchsanlage auf der Reduktion chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. So wurden im Getreide gezielt Sorten ausgewählt, die einen geringen Bedarf an Wachstumsreglern haben und darüber hinaus über eine gute Einstufung entsprechend der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes gegenüber den häufig am Standort auftretenden pilzlichen Schaderregern verfügen.

Nötige Pflanzenschutzmaßnahmen wurden stets unter Berücksichtigung der Bekämpfungsschwellen und Notwenigkeit durchgeführt.

AP 4.5. Wirtschaftlichkeit

Das untersuchte Verfahren soll in diesem Projekt auch einer wirtschaftlichen Analyse unterzogen werden. Dazu wurden alle Maßnahmen sorgfältig dokumentiert.

Dabei wurden Maschinen- und Arbeitserledigungskosten entsprechend der veröffentlichten Richtwerte des KTBL genutzt. Maschinenkosten beinhalten dabei feste und variable Kosten (Abschreibung, Wartung, Pflege, Kraftsoffverbrauch). Die Arbeitserledigungskosten sind abhängig vom jeweiligen Gerät und somit von Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite.

Kosten für Betriebsmittel sind angelehnt an die landwirtschaftliche Praxis und entsprechen dem Kostenniveau des örtlichen Landhandels.

Erlöspreise für die Erntegüter sind kalkuliert ex Ernte des Jahres.

AP 4.6. Aktivität im Boden

Die geplanten Untersuchungen mittels Köderstreifen zur Aktivität im Boden mussten auf Grund der Einstellung der Geschäfte der Firma durch eine andere Methode ersetzt werden.

Die Teebeutel-Methode, auch als Tea Bag Index (TBI) bekannt, ist eine einfache und effektive Möglichkeit, die Zersetzungsprozesse im Boden zu untersuchen. Dabei werden handelsübliche Teebeutel – einer mit grünem Tee, der sich schnell zersetzt, und einer mit Rooibostee, der langsamer verrottet – für drei Monate im Boden vergraben. Anschließend werden sie ausgegraben, getrocknet und gewogen, um den Gewichtsverlust zu bestimmen. Dieser zeigt, wie viel organisches Material während des Zeitraums zersetzt wurde. Der Teebeutel-Index gibt Aufschluss darüber, wie viel organisches Material im Boden zersetzt wurde, was auf die Bodenaktivität und die Fähigkeit hinweist, organische Rückstände in Nährstoffe umzuwandeln und Humus zu bilden. (Sandén 2019)

c) Projektergebnisse

Terminierung der Maßnahmen

Nachfolgend sind die Pflegemaßnahmen in den einzelnen Kulturen in Zusammenhang mit der Witterung im jeweiligen Erntejahr abgebildet. Vor allem beim Einsatz mechanischer Verfahren kommt der Witterung eine besondere Rolle zu: Bei anhaltender Trockenheit sorgen zusätzlich Bodeneingriffe (bspw. durch die Hacke) zu weiterer Verdunstung und damit weniger pflanzenverfügbaren Wasser. Feuchte Bedingungen können schnell dazu führen, dass Pflanzen wieder anwachsen bzw. regenerieren. Auch beim Einsatz der Messerwalze muss der Boden oberflächlich trocken sein um einen ausreichenden Widerstand zum Schneiden des Bewuchses zu gewährleisten. Die Maßnahmen konzentrieren sich auf das Frühjahr.

Vor allem für die Sommerkulturen ist ein konkurrenzfreies Saatbeet unerlässlich. Etablierte Wildkräuter bilden starke Konkurrenz in Bezug auf Raum und Wasser. Bei gleicher Saattiefe im Mais in allen Varianten waren deutliche Verzögerungen im Feldaufgang in den Varianten mit Wildkräutern zu verzeichnen. Diese konnten erst durch größere Niederschlagsereignisse aufgelöst werden. Die erlittenen Entwicklungsverzögerung kann Mais nur bedingt kompensieren. Eine tiefere Ablage des Saatkornes ist jedoch auf Grund tiefer reichender Austrocknung des Oberbodens schwierig zu bewerten.

Im Erntejahr 2022 (Abbildung 3) konnten die Wildkräuter erst im Frühjahr gesät werden. Die dann folgende lange Trockenperiode reduzierte allerdings den Etablierungserfolg stark, so dass auch die Pflegemaßnahmen in geringerem Umfang anfielen.

Das Erntejahr 2023 (Abbildung 4) zeigte sich durch einen sehr milden Winter, was die Etablierung der Wildkräuter deutlich begünstigte.

Im Erntejahr 2024 (Abbildung 5) sicherten überdurchschnittliche Niederschläge gute Erträge ab.

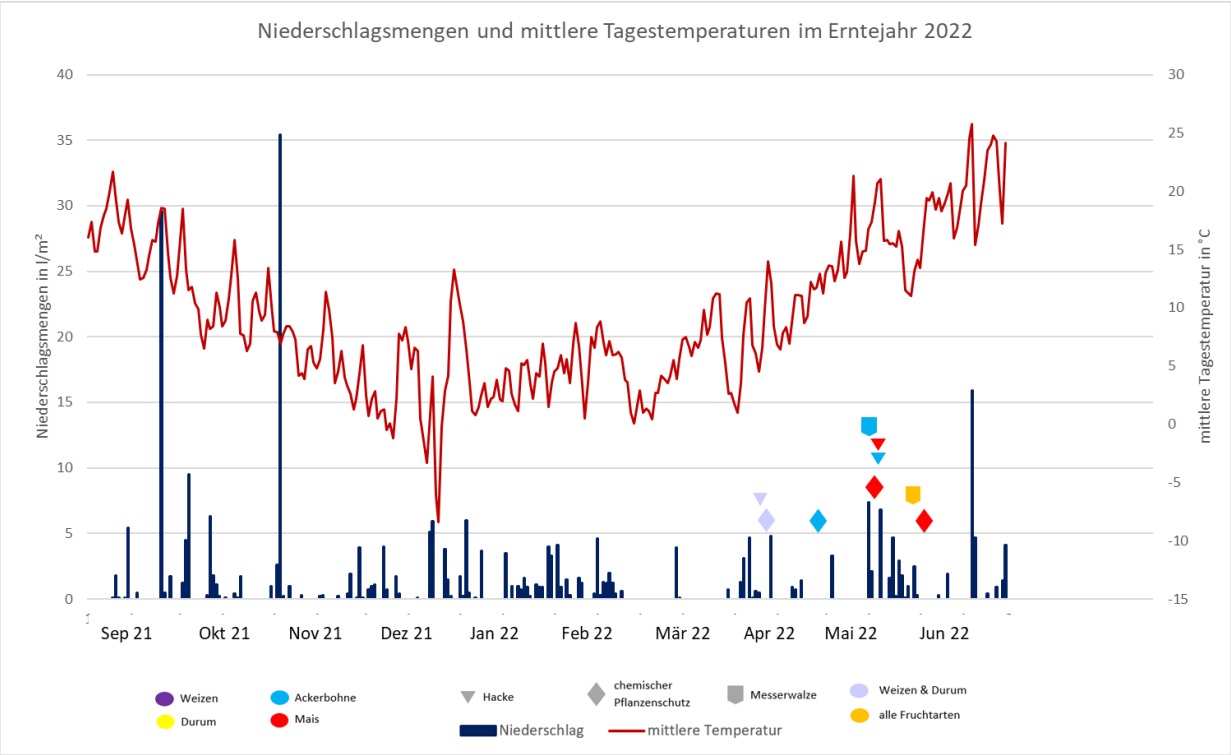

Abbildung 3: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2022 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen

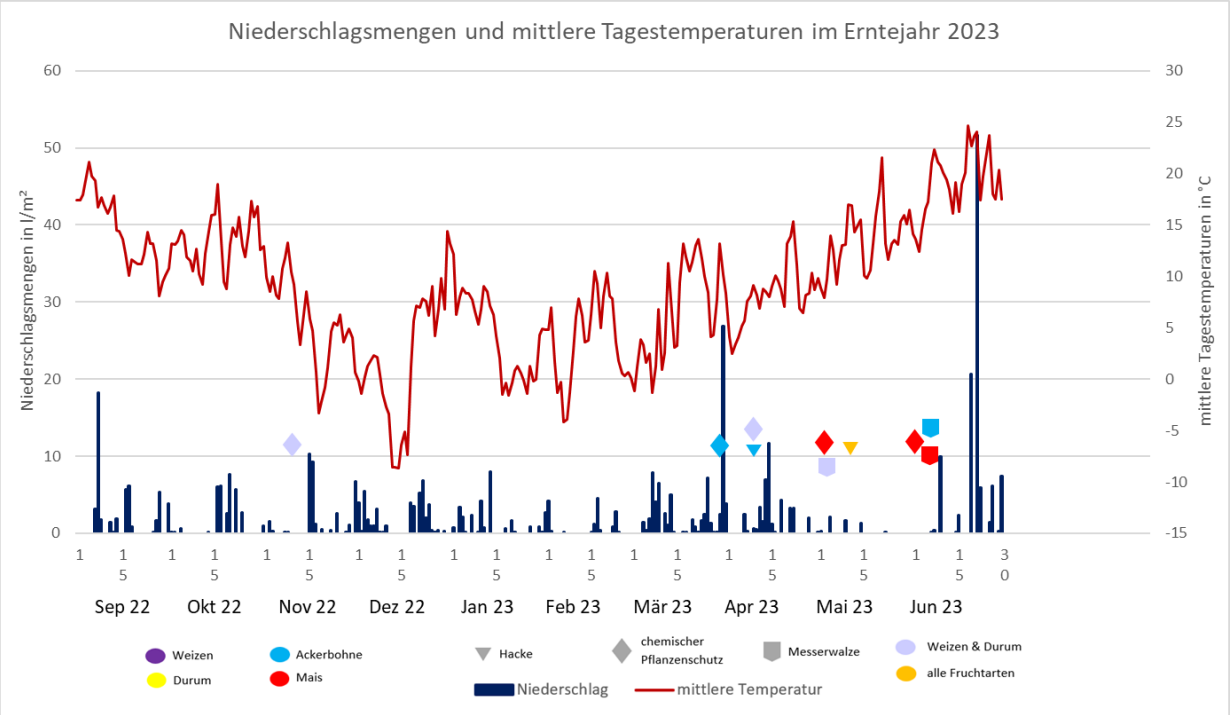

Abbildung 4: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2023 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen

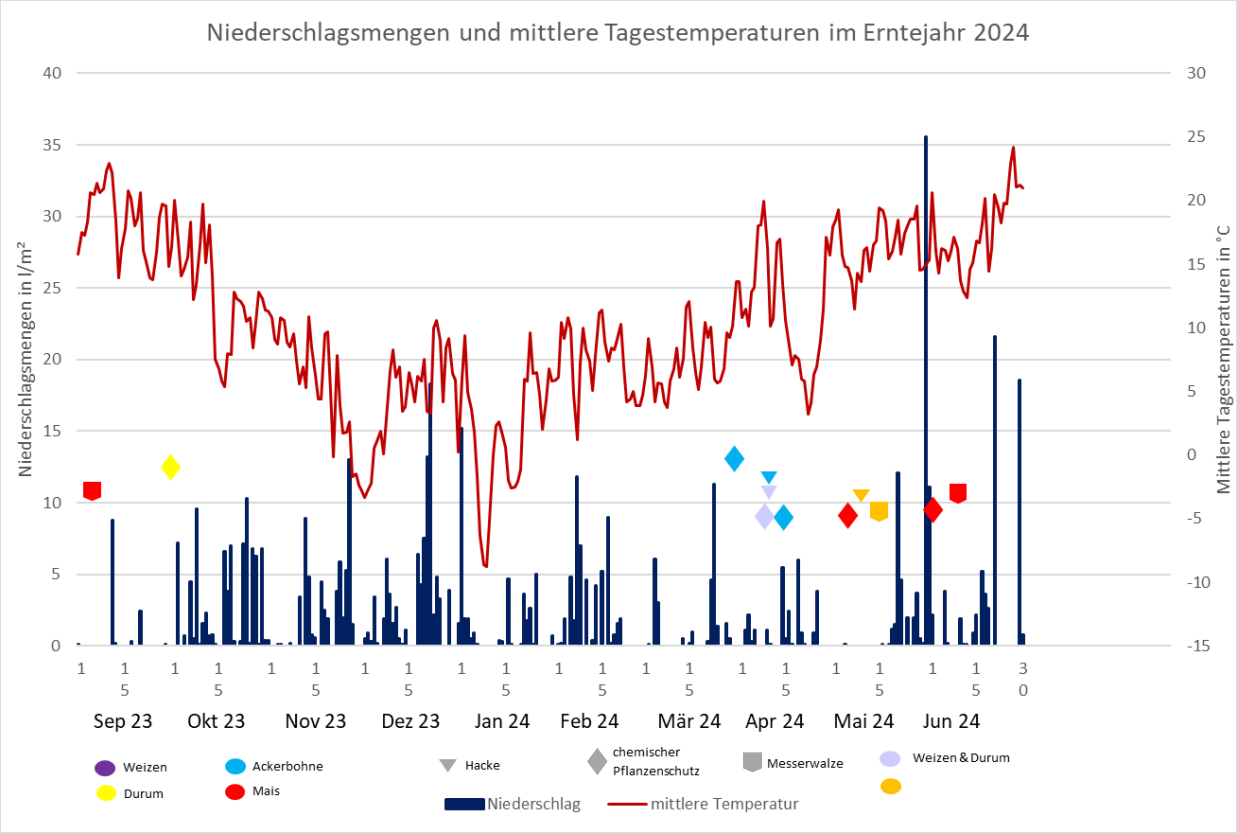

Abbildung 5: Witterung im Vegetationsverlauf des Erntejahres 2024 mit Darstellung der Termine der Pflegemaßnahmen in den jeweiligen Kulturen

Erntekulturen/Erträge

Tabelle 3: Ernteerträge der Kulturarten

	Ackerbohnen			***Winterweizen***			***Silomais***			***Winterdurum***		
				Erträge in t/ha (Feuchte relativiert)								
Variante/Erntejahr	*2022*	*2023*	*2024*	*2022*	*2023*	*2024*	*2022*	*2023*	*2024*	*2022*	*2023*	*2024*
cPS	2,47	2,32	3,04	3,65	5,48	4,85	30,60	47,44	47,33	3,45	3,50	3,31
kHa	2,28	2,46	2,35	3,78	5,03	4,44	30,62	48,29	42,15	3,60	3,62	1,88
EeKu	2,39	1,96	3,05	3,71	5,51	4,92	33,48	51,29	48,64	3,49	3,67	2,62
EeWk	2,38	1,71	2,09	3,64	5,63	2,45	34,52	47,39	29,63	3,49	3,51	1,92
EmWkI	2,37	0,97	0,95	3,57	5,19	2,37	34,51	46,44	17,69	3,40	3,84	1,60
EmWkII	2,61	1,25	1,89	3,64	5,55	2,53	33,67	51,39	17,67	3,57	3,92	1,79
mittlerer Jahresertrag	2,42	1,78	2,23	3,66	5,40	3,59	32,90	48,71	33,85	3,50	3,68	2,19

Ackerbohne

Zwischen den Erntejahren sind deutliche Unterschiede in der Erntemenge in allen Kulturen zu verzeichnen (vgl. mittlerer Jahresertrag). Ackerbohnen waren in den vorherigen Versuchen zur Eignung des Strip-Till-verfahrens am Standort nicht integriert, so dass keine Vergleichswerte aus Vorjahren vorhanden sind. In den Erntejahren 2023 und 2024 konnten in beiden Varianten mit mehrjährigen nicht alle der vier Wiederholungen als vermarktungsfähige Ware geerntet werden. Der Besatz mit Teilen oder Samen der Wildkräuter war so hoch, dass eine aufwendige zeit- und kostenintensive Trocknung und Reinigung nötig wären, die wirtschaftlich für einen Betrieb bei der ohnehin geringen Erntemenge nicht darstellbar gewesen wäre.

Weizen

Der im Anbausystem bereits bekannte Winterweizen blieb vor allem in den Erntejahren 2022 und 2024 deutlich hinter den Erfahrungen aus den Vorversuchen. In 2022 waren nur geringe Niederschläge zu verzeichnen, so dass das Ertragsniveau am Standort generell gering ausfiel. Zwischen den Varianten konnten keine Unterschiede festgestellt werden – auch weil sich im ersten Ansaatjahr keine der ausgesäten Wildkräuter etablieren konnten. Im Jahr 2024 zeigten sich dann deutlich die Unterschiede im Ertrag zwischen den Varianten mit konventioneller Bewirtschaftung oder der Variante mit einj. Kulturarten bei nur äußerst geringer Etablierungsrate im Vergleich zu den Arten mit einj. und auch mehrj- Wildkräutern, die sich sehr gut etabliert hatten. Hier ist der Weizen nicht konkurrenzfähig und zeigt Ertragsverluste von fast 50 %.

Silomais

Bedingt durch eine günstigere Witterung vor der Aussaat konnte der Mais in 2023 in den Varianten mit mehrj- Wildkräutern noch zu ausgeglichenen Erträgen (Tab. 4) führen. Bei stärkerer Trockenheit vor der Saat konnte der Mais erst deutlich später keimen. Ein Entwicklungsrückstand, den die Sommerkultur nicht (immer) aufholen kann, so dass in diesem Jahr mehr als 50 % Ertragsverlust die Folge waren.

Winterdurum

Im Gegensatz zu den anderen Kulturen zeigte Winterdurum die geringsten Ertragsschwankungen über die Versuchsjahre. Auch hier zeigten sich aber im letzten Versuchsjahr deutliche Mindererträge bei gut etablierten mehrj- Wildkräutern.

Skaliert für eine Fruchtfolge aus Ackerbohne – Winterweizen – Silomais – Winterdurum und ausgehend von gleichen Anbauflächen ergibt sich im Betrieb ein durchschnittlicher Ertragsverlust (Tabelle 4) von 28,9 %. Betrachtend sind dabei die beiden letzten Versuchsjahre, da hier die Wildkräuter auch etabliert waren.

Tabelle 4: Ertragsverluste [%] im Verleich Variante 1 (cPS/Herbizid) zum Mittelwert der Var 4-6 (EeWk, EmWKI, EmWkII)

Erntejahr	*Ackerbohne*	*W-Weizen*	*Silomais*	*W-Durum*	*Durchschnitt*
2023	43,7	0,4	-2,0	-7,2	8,7
2024	45,9	49,5	54,2	46,5	49,0
2023 und 2024	44,8	25,0	26,1	19,6	28,9

Nmin-Gehalte in N-düngungswürdigen Kulturen

Tabelle 5: Gehalte an mineralischem Stickstoff im Boden als Summe der drei Tiefenschichten 0-30 cm, 30-60 cm und 60-9 cm

	Nmin-Gehalte in kg/ha in der Tiefe 0-90 cm								
	Winterweizen			***Winterdurum***			***Mais***		
Variante/Erntejahr	***2022***	***2023***	***2024***	***2022***	***2023***	***2024***	***2022***	***2023***	***2024***
cPS	166	97	68	50	53	33	123	128	70
kHa	179	100	68	51	61	38	139	149	64
EeKu	157	123	70	62	60	41	135	130	69
EeWk	171	94	52	49	74	35	139	145	60
EmWkI	179	92	47	55	56	41	127	143	39
EmWkII	171	98	60	51	65	33	147	136	53

Zur Bestimmung des Düngebedarfes wurden in jedem Jahr Nmin-Werte zu Beginn der Vegetation in allen drei Tiefen gezogen. Klare Unterschiede zwischen den Varianten konnten nicht gezeigt werden. Aufhellung vor allem im Getreide als Indikator für Stickstoffmangel traten tendenziell in Varianten mit stark etablierten Wildkräutern zu Schossbeginn eher auf. Die Varianten wurden entsprechend der jeweiligen Düngebedarfsermittlung gedüngt.

Pflanzenschutzmitteleinsatz/Pflanzenschutzmittelreduktion

Herbizide

Der Einsatz konnte in den Einsaatvarianten auf die Kulturartenreihe beschränkt werden. Eine Ausnahme musste beim Einsatz von Graminiziden gemacht werden. Aufgrund der Dominanz von Ausfallgetreide und stark auftretender Gemeiner Trespe, die auch die Etablierung der Ackerwildkräuter behinderten mussten diese Mittel flächig appliziert werden, vor allem in der Ackerbohne. Alle anderen Herbizide wurden somit auf Grund der Applikationsbreite auf ca. 50 % Einsatzmenge reduziert werden. Einwachsende Wildkräuter und witterungsbedingte Spätverunkrautung erforderten allerdings in 2023 und 2024 zusätzliche Herbizidmaßnahmen in Getreide und Mais.

Fungizide

In Mais und Ackerbohne wurde komplett auf den Einsatz von fungiziden Wirkstoffen verzichtet. Im Jahr 2022 wurde einzig im Weizen eine Maßnahme gegen pilzliche Infektionen nötig als Ende Mai/Anfang Juni Gelbrost auftrat. In den folgenden Jahren war diese Behandlung in Weizen und Durum nötig.

Insektizide

Eine Behandlung mit chemisch synthetischen Mitteln erfolgte lediglich gegen Blattläuse. In Ackerbohne im Jahr 2023.

Pflegemaßnahmen

Aus den gemachten Erfahrungen und Anpassungen lassen sich einige Punkte für die techn. Umsetzung festhalten:

- Es besteht ein Zielkonflikt in der Auswahl von Arbeitswerkzeugen zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Strip-Till System. Rollende Werkzeuge wie sie zum Einsatz kamen sind nicht in der Lage insbesondere Wurzelunkräuter zu beseitigen. Klassische Scharhacken würden besser arbeiten, je nach Unkrautbesatz aber zum Verstopfen neigen.
- Die Aussaat von Begleitpflanzen in der Hacke ist möglich. Die Ablage durch Streuen auf der Bodenoberfläche ist insbesondere für Lichtkeimer passend und gut möglich. Die nachfolgende Witterung ist ein Risiko, da vor allem längere Trockenperioden den Feldaufgang vermindern.
- Wenn in den Fruchtfolgen Winterungen dominieren, ist eine gleichzeitige Aussaat mit der Hauptkultur nicht zielführend, da diese Pflanzen im Herbst in der Regel nur unzureichend keimen und überwintern. Wenn es Wild- oder Begleitpflanzen gibt, die für die Herbstansaat geeignet sind, sollten sie gleichzeitig mit der Saat der Hauptkultur ausgebracht werden. Entsprechende Sätechniken sind im Markt vorhanden, waren aber im Projekt nicht im Einsatz.

- Die Reihenführung mit der Kameratechnik funktioniert sehr gut. Für die Erkennung einer Doppelreihe Getreide gibt es eventuell noch Verbesserungsbedarf. Die Kombination der drei Arbeitsgänge Hacken, Spritzen und Säen macht eine Automatisierung für den Fahrer zwingend notwendig.
- Im Strip-Till Verfahren ergibt sich je nach Witterung und Boden eine feste Bodenstruktur, die es dem Traktor schwer macht, die Spur zu halten. Im Einsatz auf Praxisbetrieben sind bei größeren Arbeitsbreiten Zwillingsbereifungen oder Fahrgassen sinnvoll.
- Die reihenbezogene Messerwalze zur Kontrolle der Begleitsaaten hat grundsätzlich gut funktioniert. Große Pflanzen werden gut beseitigt. Wenn der Bestand an Begleitpflanzen zu gering ist, findet eine zu intensive Bodenbearbeitung statt. Der Eingriff in den Boden durch Hackschar oder Messerwalze löst insbesondere im Strip-Till Verfahren das Auflaufen neuer Unkräuter aus. Eine mögliche Lösung wäre das Abschneiden der Unkräuter. Schwierigkeiten machten auch Begleitpflanzen, die nach dem ersten Messerwalzengang in die Kulturartenreihe auswichen und damit für eine mechanische Kontrolle nicht mehr erreichbar waren.
- Bodennahe Eingriffe bedürfen auch einer genauen Terminierung abhängig von der Witterung und unter Berücksichtigung bodenbrütender Vögel. Im Anbausystem weiter Reihe sind am Standort unter anderem auch Feldlerchen heimisch. Gelege durch mechanische Bearbeitung zu zerstören steht dabei im Zielkonflikt zur Förderung der Biodiversität.

Insgesamt erfordern die reihenbezogenen Arbeitsgänge eine hohe Präzision. Im Vergleich zur klassischen Spritztechnik sind Arbeitsbreite und Arbeitsgeschwindigkeit begrenzt und damit die Arbeitsleistung pro Stunde deutlich geringer. Autonome Feldroboter können eine interessante Perspektive sein. Voraussetzung sind allerdings sichere Prozesse einer präzisen Spurführung und gleichbleibende und störungsfreie Arbeitsergebnisse der Hackwerkzeuge.

Teebeutelmethoden im Jahr 2024 in jeder Kultur in zwei Zeiträumen

Die Untersuchungen sind im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Hochschule Anhalt durchgeführt und zum gegenwertigen Zeitpunkt noch nicht finalisiert bzw. veröffentlicht.

Abbildung 6: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Winterweizen

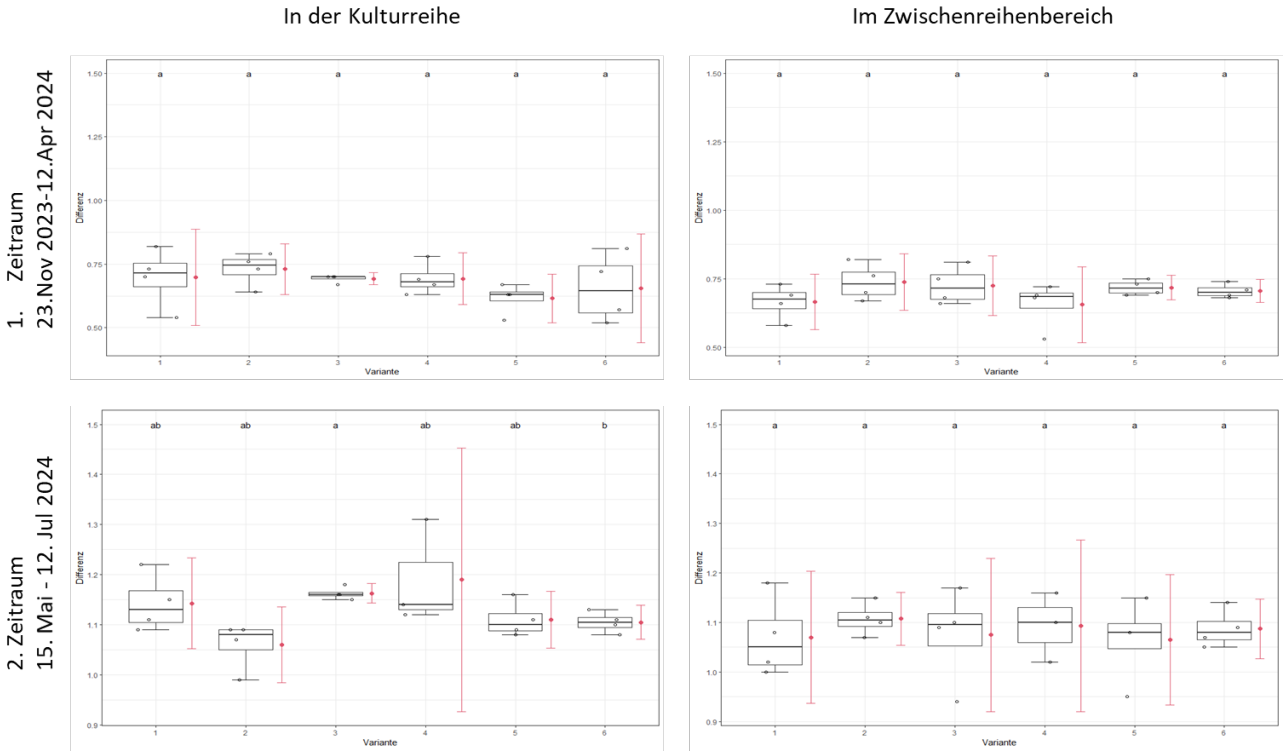

Abbildung 7: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Winterdurum

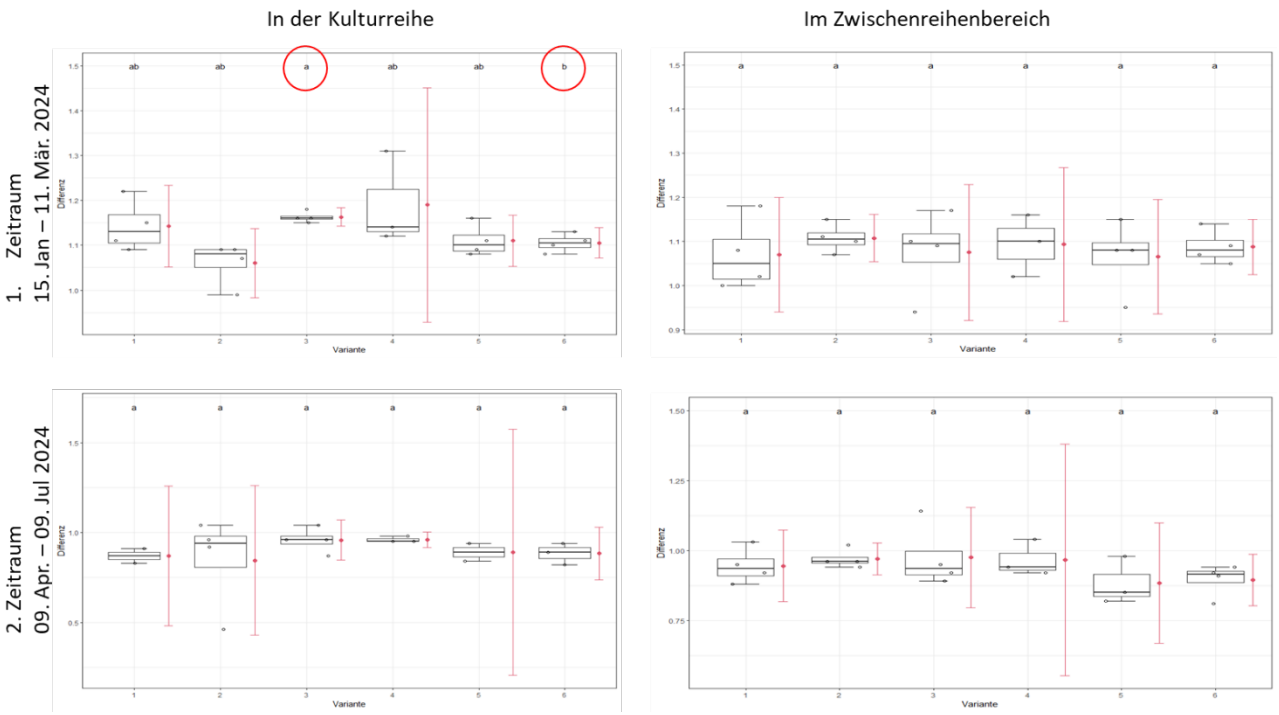

Abbildung 8: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Ackerbohne

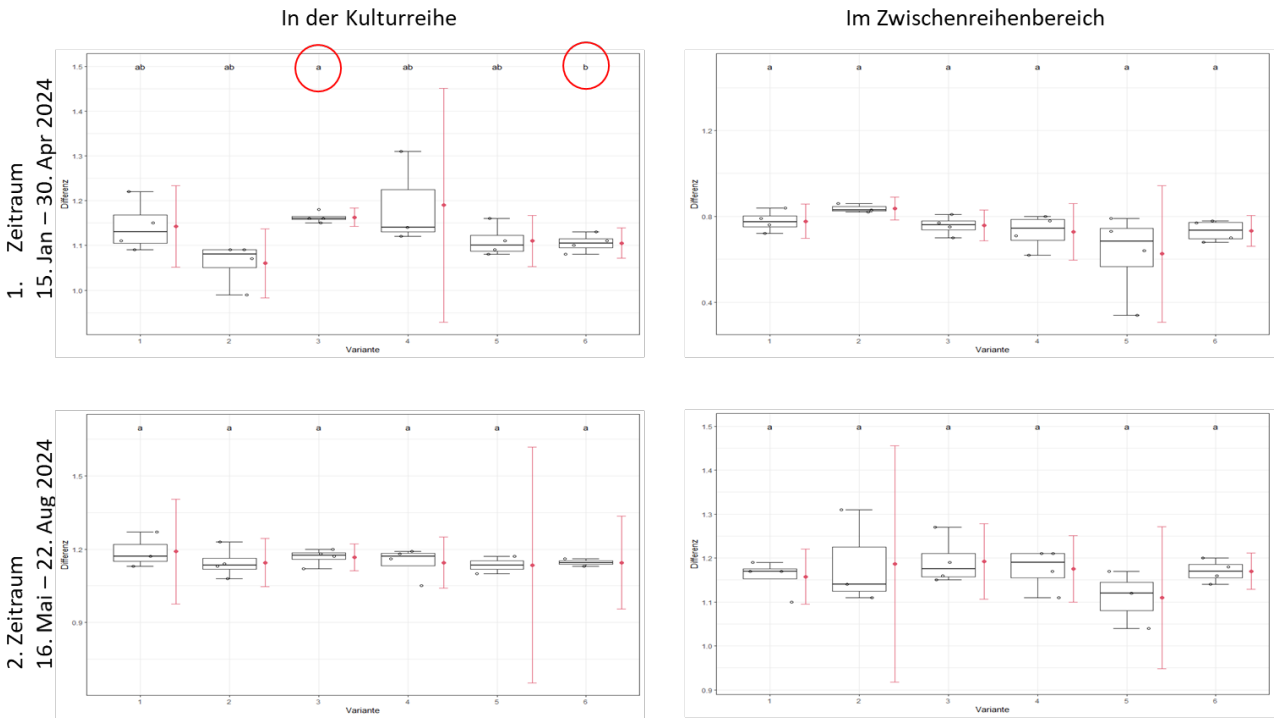

Abbildung 9: Bodenaktivität, bestimmt als Abbau des Teebeutelinhaltes, im genannten Zeitraum in Silomais

Vor allem in der Varianten mit 25 Wildkräutern konnte bei Winterdurum und Silomais eine signifikant höhere Aktivität im Boden gemessen im Vergleich zur konventionellen Variante mit breitflächigem Herbizideinsatz. Im Vergleich der einj. und mehrj. Wildkräutereinsaaten zeigten die Untersuchungen höhere Aktivitäten in den mehrj. Arten. (Bachelorarbeit in Arbeit von Westphale)

Kostenrechnung der Verfahren

Tabelle 6: Direkt- und Arbeitskostenfreie Leistungen der Verfahren

Variante/ Erntejahr	Ackerbohnen			Winterweizen			Silomais			Winterdurum		
	DAL [€/ha]											
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
cPS	96,80 €	61,68 €	204,74 €	832,66 €	793,99 €	360,43 €	456,76 €	378,05 €	250,88 €	1.414,36 €	798,44 €	327,94 €
kHa	5,49 €	24,69 €	418,79 €	773,77 €	645,20 €	150,07 €	292,63 €	346,59 €	238,68 €	1.458,31 €	785,85 €	-212,92 €
EeKu	- 12,39 €	170,70 €	429,72 €	714,29 €	773,84 €	232,53 €	339,46 €	474,46 €	287,25 €	1.323,20 €	781,39 €	- 27,78 €
EeWk	- 905,20 €	1.160,83 €	622,56 €	-762,81 €	-707,27 €	-291,38 €	-768,20 €	-829,39 €	-152,99 €	- 154,49 €	-771,56 €	-249,31 €
EmWkI	-1.181,63 €	1.649,64 €	883,28 €	-467,46 €	-513,02 €	-347,77 €	-775,47 €	-869,12 €	-425,03 €	99,97 €	-341,91 €	-352,03 €
EmWkII	-1.298,80 €	1.753,69 €	668,30 €	-642,33 €	-606,55 €	-311,77 €	-988,21 €	-933,13 €	-426,48 €	8,18 €	-493,64 €	-291,04 €

Im Mittel der beiden Jahre 2023 und 2024 mit erfolgreicher Etablierung der Ackerwildkräuter ergeben sich über alle Kulturen, analog der Rechnung zum mittleren Ertragsverlust eine negative Flächenleistung von -652,15 €. Würden die verworfenen Partien in der Ackerbohne zusätzlich eingerechnet, läge der Betrag noch höher. In dieser Rechnung wurden in 2024 keine Kosten für Ackerwildkräuter und deren erneute Ansaat gerechnet.

Optimierter Ansatz

Für eine betriebliche Kalkulation werden die folgenden Annahmen getroffen:

- „Lebensdauer“ von 5 Jahren bei den mehrj. Mischungen bei einmaliger Ansaat
- ähnlicher Ertragsdepressionen in den Kulturen (28,9 % wie im Mittel aus 2023 und 2024)
- ähnliche Maschinen- und Arbeitserledigungskosten
- optimierte Saatgutmischung mit weniger Arten und veränderten Mischungsanteilen aber ähnlichen Kosten zur bisherigen Variante EmWkII
- Erlöse Ackerbohne 260 €/t, Winterweizen 230 €/t, Silomais 28 €/t, Winterdurum 410 €/t (dies sind keinesfalls sichere Daten. Allerdings hat der Erlös einen großen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens und eines nötigen Ausgleiches.

Daraus ergibt sich in 5 Jahren bei einer Fruchtfolge (Ackerbohne – Winterweizen – Silomais – Winterdurum) ein jährliches Defizit von -311,89 €/ha, der für den Betrieb ausgeglichen werden müsste.

Etablierungserfolg angesäter Wildkräuter

Für die Berechnung der Etablierungsraten wurden alle Ansaatarten betrachtet, die im letzten Untersuchungsjahr 2024 in mindestens einem der fünf Durchgänge zur Erfassung der Blühphänologie auf den 50 m x 2 m großen Transekten zwischen April und August blühend erfasst wurden.

In fast allen Kulturen konnten ca. 70-80% aller angesäten Arten im Untersuchungsjahr 2024 auf den Flächen blühend nachgewiesen und wurden damit als etabliert gezählt (Abbildung 10). Etwas geringere Etablierungsraten traten auf den Flächen mit der einjährigen Wildkräutermischung im Silomais und der mehrjährigen Wildkräutermischung mit 25 Arten im Winterdurum auf (ca. 55-65%). Die höchsten Etablierungsraten wurden auf den Flächen mit der einjährigen Wildkräutermischung im Winterdurum und der mehrjährigen Wildkräutermischung mit 15 Arten im Winterweizen verzeichnet (ca. 80-88%).

Die 10 häufigsten blühenden Ansaatarten waren *Viola arvensis*, *Myosotis arvensis*, *Lotus corniculatus, Anthemis tinctoria, Veronica chamaedrys, Centaurea cyanus* (auch spontan aus der Bodensamenbank), *Silene vulgaris, Achillea millefolium, Calendula arvensis* und *Prunella.*

Von den angesäten Arten konnten sich *Allium schoenoprasum* und *Potentilla neumanniana* nicht auf den Flächen etablieren. *Adonis aestivalis, Anchusa arvensis, Ranunculus repens Veronica arvensis* (traten im Untersuchungsjahr 2024 nur mit geringen Stetigkeiten auf.

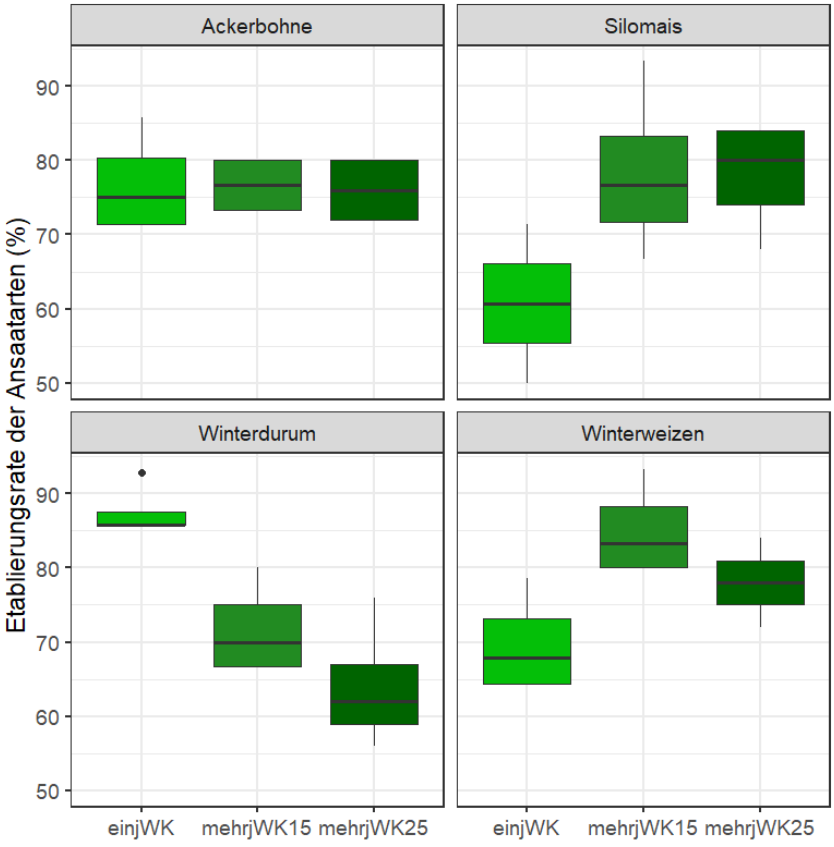

Abbildung 10: Boxplots der Etablierungsraten der angesäten Wildpflanzenarten in den Varianten einjährige Wildkräuter (einjWK), 15 mehrjährige Wildkräuter (mehrjWK15) und 25 mehrjährige Wildkräuter (mehrjWK25) im Untersuchungsjahr 2024.

Fazit: Insgesamt betrachtet erwiesen sich alle drei Varianten der Wildkräuteransaaten (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) als geeignet, um in den Zwischenräumen eine blühende Vegetation zu etablieren. Den größten Effekt auf die Etablierungsrate hatte die angebaute Kultur.

Vegetationsentwicklung in den Varianten und Kulturen

Für die Berechnung der Artenzahlen blühender Arten und der Blütendeckungen wurden die Ergebnisse der fünf Durchgänge zur Erfassung der Blühphänologie auf den 50 m x 2 m großen Transekten summiert. Die Grafiken sind in Anhang 4 zu finden.

Alle drei Varianten mit Wildkräuteransaaten (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) zeigten von 2022 bis 2024 eine starke Zunahme der Anzahl blühender Ansaatarten (Abbildung 17, Abbildung 19, Abbildung 21, Abbildung 23). Diese Ansaatarten erreichten sowohl in den Varianten, in denen sie angesät wurden als auch in anderen Varianten, in die sie eingewandert sind, höhere Blütendeckungen als spontan aufkommende problematische und unproblematische Spontanarten. Im letzten Beobachtungsjahr traten mit ca. 40-60% die höchsten Blütendeckungen in den Varianten mehrjWK15 und mehrjWK25 im Silomais auf (Abbildung 24), gefolgt von ca. 25-50% in der Ackerbohne (Abbildung 18). Besonders in der Ackerbohne erwies sich die Einwanderung von

Anthemis tinctoria (Färber-Hundskamille) in die Variante mehrjWK15 als problematisch, da diese dort bis zu 40% Blütendeckung erreichte. Im Winterweizen und Winterdurum lagen die Blütendeckungen im Jahr 2024 bei ca. 20-35% (Abbildung 20, Abbildung 22).

Die Variante mit einjährigen Kulturarten (einjKult) erzielte in keinem Beobachtungsjahr einen nennenswerten Blühaspekt; als höchster Wert wurde in der Ackerbohne im Jahr 2024 eine Blütendeckung von ca. 5% verzeichnet (Abbildung 18).

Problematische und unproblematische blühende Spontanarten kamen in allen Kulturen und Varianten nur auf geringe Blütendeckungen von unter 5% (Abbildung 18, Abbildung 20, Abbildung 22, Abbildung 24). Die Artenzahlen blühender problematischer Spontanarten gingen in der Ackerbohne auf den Varianten mehrjWK15 und mehrjWK25 leicht zurück (Abbildung 13), während sie in allen anderen Kulturen zunahmen (Abbildung 19, Abbildung 21, Abbildung 23). Auch die Artenzahlen blühender unproblematischer Spontanarten nahm in allen Kulturen und Varianten im Beobachtungszeitraum zu. Auf den Herbizid- und Hackvarianten nahmen im Untersuchungszeitraum vor allem die Artenzahlen problematischer Spontanarten zu.

Fazit: In allen Kulturen lagen die Blütendeckungen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten (mehrjWK15, mehrjWK25) im letzten Beobachtungsjahr 2024 bei mindestens 20%. Die niedrigsten Werte wurden in den Getreidekulturen erzielt, die höchsten im Silomais und in der Ackerbohne. Bei den einjährigen Wildkräuteransaaten (einjWK) lagen die Blütendeckungen zwischen ca. 5% (Silomais) und ca. 20% (Ackerbohne).

Optimierung der Ansaatmischung

Um abschätzen zu können, in welchem Umfang sich die angesäten Wildpflanzen in die Kulturreihen ausbreiten können, wurden einmal jährlich im Juni/Juli Vegetationsaufnahmen auf einer 1 m x 2 m großen Dauerfläche mittig in den Transekten getrennt nach Kultur- und Zwischenreihen durchgeführt.

In den Kulturreihen der Ackerbohne erreichten nur *Achillea millefolium* (mehrjWK15) und *Lotus corniculatus* (mehrjWK25) Deckungen über 5% (Abbildung 25). In den Kulturreihen des Winterweizens blieb die Deckung der Ansaatarten in allen drei Wildpflanzen-Varianten unter 2% (Abbildung 26). Im Winterdurum erreichte nur *Achillea millefolium* Deckungen von bis zu 4% in der Kulturreihe (Abbildung 27). Im Silomais entwickelte nur *Lotus corniculatus* höhere Deckungen in den Kulturreihen der mehrjährigen Wildkräutervarianten WK15 und WK25; alle anderen Ansaatarten blieben unter 5% Deckung (Abbildung 28).

Die bewirtschafteten Landwirte haben darüber hinaus *Anthemis arvensis, Anthemis tinctoria*, *Bupleurum rotundifolium, Centaurea cyanus* und *Daucus carota* als sehr konkurrenzstark eingestuft; diese Arten kam auf den Dauerflächen nicht vor.

Fazit: Aufgrund der Ergebnisse der vegetationskundlichen Erfassungen (Etablierungsrate, Blühaspekte, Vegetationsaufnahmen) und weiterer Beobachtungen auf der Versuchsfläche durch die bewirtschafteten Landwirte wurde aus den Testmischungen eine optimierte Ansaatmischung aus 17 Wildpflanzen erstellt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Testmischungen (einjKult, einjWild, mehrjWild15, mehrjWild25) und optimierte Wildpflanzen-Ansaatmischung (optimiert). Ausschlusskriterien: zu konkurrenzstark (Konkurr.), zu teuer (Preis), keine bzw. schlechte Etablierung (Etabl.). Weitere Informationen siehe Anhang 3.

Ansaatart		**einjKult**	**einjWild**	**mehrjWK15**	**mehrjWK25**	**Optimiert**
Achillea millefolium	Wiesen-Schafgarbe				x	Konkurr.
Adonis aestivalis	Sommer-Adonisröschen		x			Preis
Allium schoenoprasum	Schnitt-Lauch				x	Etabl.
Anchusa arvensis	Acker-Krummhals		x			Etabl.
Anthemis arvensis	Acker-Hundskamille		x			Konkurr.
Anthemis tinctoria	Färber-Hundskamille				x	Konkurr.
Bupleurum rotundifolium	Rundblättriges Hasenohr			x	x	Konkurr.
Calendula arvensis	Acker-Ringelblume		x	x	x	**X**
Centaurea cyanus	Kornblume		x			Konkurr.
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume				x	**X**
Centaurea scabiosa	Skabiosen-Flockenblume				x	Preis
Consolida regalis	Acker-Rittersporn		x			**X**
Daucus carota	Wilde Möhre		x			Konkurr.
Galium verum	Echtes Labkraut				x	**X**
Lepidium sativum	Gartenkresse	x				Etabl.
Linaria vulgaris	Gewöhnliches Leinkraut			x	x	**X**
Linum usitatissimum	Öl-Lein	x				Etabl.
Lotus corniculatus	Gewöhnlicher Hornklee			x	x	Konkurr.
Myosotis arvensis	Acker-Vergißmeinnicht		x	x	x	**X**
Potentilla neumanniana	Frühlings-Fingerkraut				x	Etabl.
Prunella vulgaris	Kleine Braunelle			x	x	**X**
Ranunculus repens	Kriechender Hahnenfuß			x	x	Etabl.
Raphanus raphanistrum	Acker-Rettich		x	x	x	Etabl.
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei			x	x	**X**
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf				x	**X**
Scabiosa ochroleuca	Gelbe Skabiose				x	**X**
Scorzoneroides autumnalis	Herbst-Löwenzahn			x	x	**X**
Silene noctiflora	Acker-Leimkraut		x	x	x	**X**
Silene vulgaris	Taubenkropf-Leimkraut			x	x	**X**
Trifolium dubium	Gewöhnlicher Kleiner Klee		x		x	**X**
Valerianella carinata	Gekielter Feldsalat		x	x	x	**X**
Veronica arvensis	Feld-Ehrenpreis		x			Etabl.
Veronica chamaedrys	Gamander-Ehrenpreis			x	x	**X**
Vicia sativa	Futterwicke	x				Etabl.
Viola arvensis	Acker-Stiefmütterchen		x	x	x	**X**
Artenzahl		3	14	15	25	**17**

Gesamtarteninventar Schwebfliegen und Wildbienen

Zur Erfassung des Gesamtarteninventars von Schwebfliegen und Wildbienen im Untersuchungsgebiet wurden neben den standardisierten Kescherfängen aus den Jahren 2022 bis 2024 auch Farbschalenfänge aus den Jahren 2021 und 2022 ausgewertet (Abbildung 11). Es zeigte sich, dass sowohl bei den Schwebfliegen (64%) als auch bei den Wildbienen (67%) der Großteil der

nachgewiesenen Arten ausschließlich durch die Kescherfänge erfasst werden konnten. Nur 12% der Schwebfliegen und 17% der Wildbienen traten ausschließlich in den Farbschalen auf.

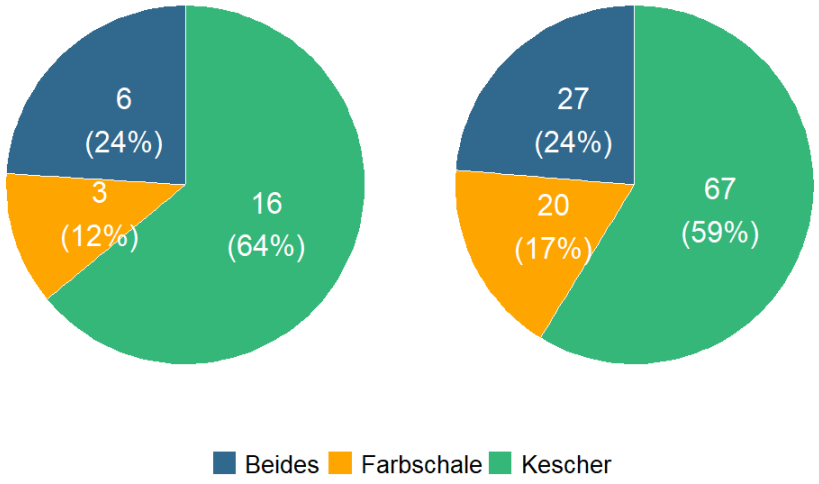

Abbildung 11: Artenzahlen von Schwebfliegen (links) und Wildbienen (rechts), die durch Farbschalenfang (Erfassungsjahre 2021 und 2022), Kescherfang (Erfassungsjahre 2022 bis 2024) sowie durch beide Methoden erfasst wurden.

Fazit: Die Keschermethode erwies sich als ausreichend, um das Arteninventar von Wildbienen und Schwebfliegen auf der Strip-Till-Versuchsfläche zu erfassen.

Erfassung von Nützlingsgruppen auf dem Strip-Till-Versuch

Auf dem Strip-Till-Versuch wurden die Nützlingsgruppen Wildbienen, Schwebfliegen, Laufkäfer und Spinnen bearbeitet (Tabelle 8). Wildbienen und Schwebfliegen wurden dabei mittels standardisierter Kescherfänge auf 50m langen und 2m breiten Transekten an fünf Terminen zwischen April und August/September erfasst; Laufkäfer und Spinnen wurden mit Barberfallen (zwei Durchgänge im Mai/Juni und Juni/Juli, jeweils eine Woche Exposition) gefangen. Im Rahmen der Status quo Erhebung im Jahr 2021 wurde nur die Herbizidvariante in den Kulturen Silomais und Winterweizen beprobt (Tabelle 9). Die Nützlingsgruppen Schwebfliegen und Wildbienen wurden im Projektzeitraum 2022 bis 2024 in allen vier Kulturen erfasst (Tabelle 9). Des Weiteren wurden Laufkäfer und Spinnen in den Untersuchungsjahren 2022 und 2023 ebenfalls in allen vier Kulturen erfasst (Tabelle 9). Im Jahr 2023 war im Silomais aufgrund von Starkregenfällen bei den Barberfallen nur ein Durchgang möglich.

Das Untersuchungsjahr 2022 zeigte sich als das arten- und individuenreichste für die Laufkäfer (Tabelle 8). Dagegen wurden bei den Spinnen, Schwebfliegen und Wildbienen die höchsten Individuenzahlen im Jahr 2023 registriert. Die Artenzahlen bei den Wildbienen und Laufkäfern veränderten sich von 2022 bis 2024 auf der gesamten Versuchsfläche nur geringfügig, während die Schwebfliegen im letzten Untersuchungsjahr 2024 deutlich höhere Artenzahlen erreichten.

Tabelle 8: Artenzahlen und Individuenzahlen verschiedener Nützlingsgruppen, die im Projektzeitraum 2022 bis 2024 auf dem gesamten Strip-Till-Versuch erfasst wurden.

		2022		*2023*		*2024*		∑	
	Methode	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*
Wildbienen	Keschern	63	978	68	1239	63	851	104	3068
Schwebfliegen	Keschern	11	302	9	1203	19	715	21	2220
Laufkäfer	Bodenfallen	57	4643	53*	2424*	-	-	67	7067
Spinnen	Bodenfallen	-	2897	-	3252*	-	-	-	6149

* nur 1. Durchgang

Bei den **Wildbienen** trat im Untersuchungsjahr 2024 in der Ackerbohne die niedrigste Artenzahl auf; allerdings lag sie trotzdem über der Artenzahl in den anderen Kulturen, was die Bedeutung der Ackerbohnenkultur für Wildbienen verdeutlicht (Tabelle 9). Bei den **Schwebfliegen** stiegen in allen Kulturen die Artenzahlen im Untersuchungszeitraum stetig an. Die Individuenzahlen dagegen erreichten 2023 in allen Kulturen die höchsten Werte. Bei den **Laufkäfern** traten in der Ackerbohne im Untersuchungsjahr 2023 mit Abstand die meisten Arten und Individuen auf. Durch die Zerstörung des 2. Durchgangs im Silomais infolge von Starkregen im Sommer 2023 ist ein Vergleich mit den anderen Kulturen nur für das Jahr 2022 möglich, in dem mit 46 Arten die höchste Artenzahl erreicht wurde. Bei den **Spinnen** wurden nur die Individuenzahlen erfasst; hier traten im Jahr 2022 in der Ackerbohne und im Winterweizen und im Jahr 2023 im Winterdurum die höchsten Werte auf.

Tabelle 9: Artenzahlen und Individuenzahlen verschiedener Nützlingsgruppen in den vier Ackerkulturen im Strip-Till-Versuch. 2021: Status quo-Erfassungen (Dropmann et al. 2021); 2022 bis 2024: Erfassungen im Projektzeitraum nach Umstellung des Zwischenreihenmanagements.

		*2021**		*2022*		*2023*		*2024*	
	Methode	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*	*AZ*	*IZ*
Ackerbohne									
Wildbienen	Keschern	-	-	51	527	50	641	41	253
Schwebfliegen	Keschern	-	-	9	201	8	380	11	148
Laufkäfer	Bodenfallen	-	-	32	1309	43	1702	-	-
Spinnen	Bodenfallen	-	-	-	843	-	788	-	-
Silomais									
Wildbienen	Keschern	3	11	28	124	31	188	35	218
Schwebfliegen	Keschern	-	-	3	18	5	199	10	138
Laufkäfer	Bodenfallen	19	289	46	1377	26**	160**	-	-
Spinnen	Bodenfallen	-	124	-	425	-	448**	-	-
Winterdurum									
Wildbienen	Keschern	-	-	25	118	33	200	38	159
Schwebfliegen	Keschern	-	-	7	31	4	394	9	219
Laufkäfer	Bodenfallen	-	-	32	866	34	221	-	-
Spinnen	Bodenfallen	-	-	-	781	-	1220	-	-
Winterweizen									
Wildbienen	Keschern	4	10	37	209	32	210	41	221
Schwebfliegen	Keschern	-	-	5	52	6	230	14	210
Laufkäfer	Bodenfallen	22	147	37	1091	32	341	-	-
Spinnen	Bodenfallen	-	175	-	848	-	796	-	-

* Keschern: 4 Transekte pro Kultur // Bodenfallen: 8 Fallen pro Kultur; ** nur 1. Durchgang

Fazit: Ein Vergleich der Status quo-Erfassungen im Jahr 2021 mit den Projektergebnissen 2022 bis 2024 zeigt eine starke Zunahme aller untersuchten Artengruppen auf dem Strip-Till-Versuch. Durch die Veränderungen der Zwischenreihenbewirtschaftung im Projektzeitraum ist über die Untersuchungsjahre hinweg in der Regel ein Anstieg der Artenzahlen in allen Kulturen zu beobachten.

Auftreten von Rote-Liste-Arten

Vier **Schwebfliegenarten**, die 2024 auf dem Versuch gefunden wurden, sind auf der Roten Liste Deutschlands und/oder Sachsen-Anhalts vertreten (Anhang 6, Tabelle 10). *Paragus finitimus* ist in Sachsen-Anhalt als „stark gefährdet" (RL ST 2) und auf Bundesebene „mit einer Gefährdung unbekannten Ausmaßes" (RL D G) eingestuft und wurde je einmal in den Varianten einjKult und mehrjWK15 nachgewiesen. *Chrysotoxum fasciolatum* ist in Sachsen-Anhalt auf der Vorwarnliste und trat einmal auf der mehrjWK25 Variante auf.

Bei den **Wildbienen** wurden fünf in Sachsen-Anhalt und sechs in Deutschland als gefährdet (RL 3) eingestufte Arten dokumentiert (Anhang 6, Tabelle 11). Drei Arten gelten in Sachsen-Anhalt und zwei Deutschland als „stark gefährdet": *Lasioglossum convexiusculum* (einjWK), *Anthophora retusa* (mehrjWK25) sowie *Andrena afzeliella* (RL ST 2) (einjWK, mehrjWK25).

Bei den **Laufkäfern** (Anhang 6, Tabelle 12) wurden im Jahr 2023 sieben Arten erfasst, die auf der Roten Liste Deutschlands und/oder Sachsen-Anhalts zu finden sind. Die Art *Acupalpus interstitialis* (RL ST 1) kam mit je zwei Individuen sowohl auf der Hack- als auch auf der einjährigen Kulturarten-Variante vor. Zudem konnten mit *Dolichus halensis* (einjKult) und *Microlestes fissuralis* (mehrjWK25) zwei „extrem seltene Arten" (RL R) für Deutschland und Sachsen-Anhalt nachgewiesen werden.

Fazit: Das Auftreten von Rote-Liste-Arten bei den Schwebfliegen, Wildbienen und Laufkäfern in den angesäten Zwischenreihen bestätigen den positiven Einfluss einer Erhöhung der floristischen Diversität auf der Ackerfläche, wobei die meisten Arten auf den Wildpflanzen-Varianten nachgewiesen werden konnten.

Blütenbesuche von Wildbienen, Schwebfliegen, Marienkäfern und Florfliegen

Im letzten Beobachtungsjahr 2024 wurden in den Kulturen Ackerbohne und Silomais die Blütenbesuche von Wildbienen, Schwebfliegen, Marienkäfern und Florfliegen in Abhängigkeit von der Blütenfarbe (weiß, weiß-gelb, gelb, lila, blau und rot) quantifiziert. Die standardisierten Erfassungen erfolgten auf 0,5m × 0,5m großen Plots in den sechs Zwischenreihen-Bewirtschaftungsvarianten (Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25).

In der **Ackerbohne** zeigen sich deutliche Unterschiede in der Nutzung der Blütenfarben (Abbildung 12). Besonders weiß-gelbe und gelbe Blüten wurden häufig besucht. Die höchste Anzahl an Blütenbesuchen wurde in der Variante einjWK auf weiß-gelben Blüten registriert (ca. 250 Besuche). Insgesamt wurden in der Ackerbohne mehr Wildbienen als Schwebfliegen beobachtet – beide Gruppen jedoch mit hohen Sichtungszahlen. Florfliegen und Marienkäfer wurden ausschließlich auf gelben und weißen Blüten nachgewiesen, allerdings nur in sehr geringer Anzahl. Nur in der Ackerbohne konnten auch in der Herbizidvariante auf gelben Blüten eine größere Anzahl an Blütenbesuchen beobachtet werden (ca. 150 Besuche).

Im **Mais** fielen die Blütenbesuche insgesamt deutlich geringer aus (Abbildung 12). Hier wurden mehr Schwebfliegen als Wildbienen beobachtet. Die meisten Besuche fanden auf gelben Blüten in der

Variante mehrjWK15 statt (ca. 50 Besuche). Darüber hinaus wurden auf lila Blüten knapp 40 Besuche in der Variante einjWK dokumentiert und knapp 30 Besuche auf der Variante mehrjWK15. Florfliegen traten vereinzelt auf weißen und gelben Blüten der Variante mehrjWK15 auf, ebenfalls in geringer Zahl. Marienkäfer wurden in den Varianten einjWK und mehrjWK25 auf weißen und gelben Blüten gezählt.

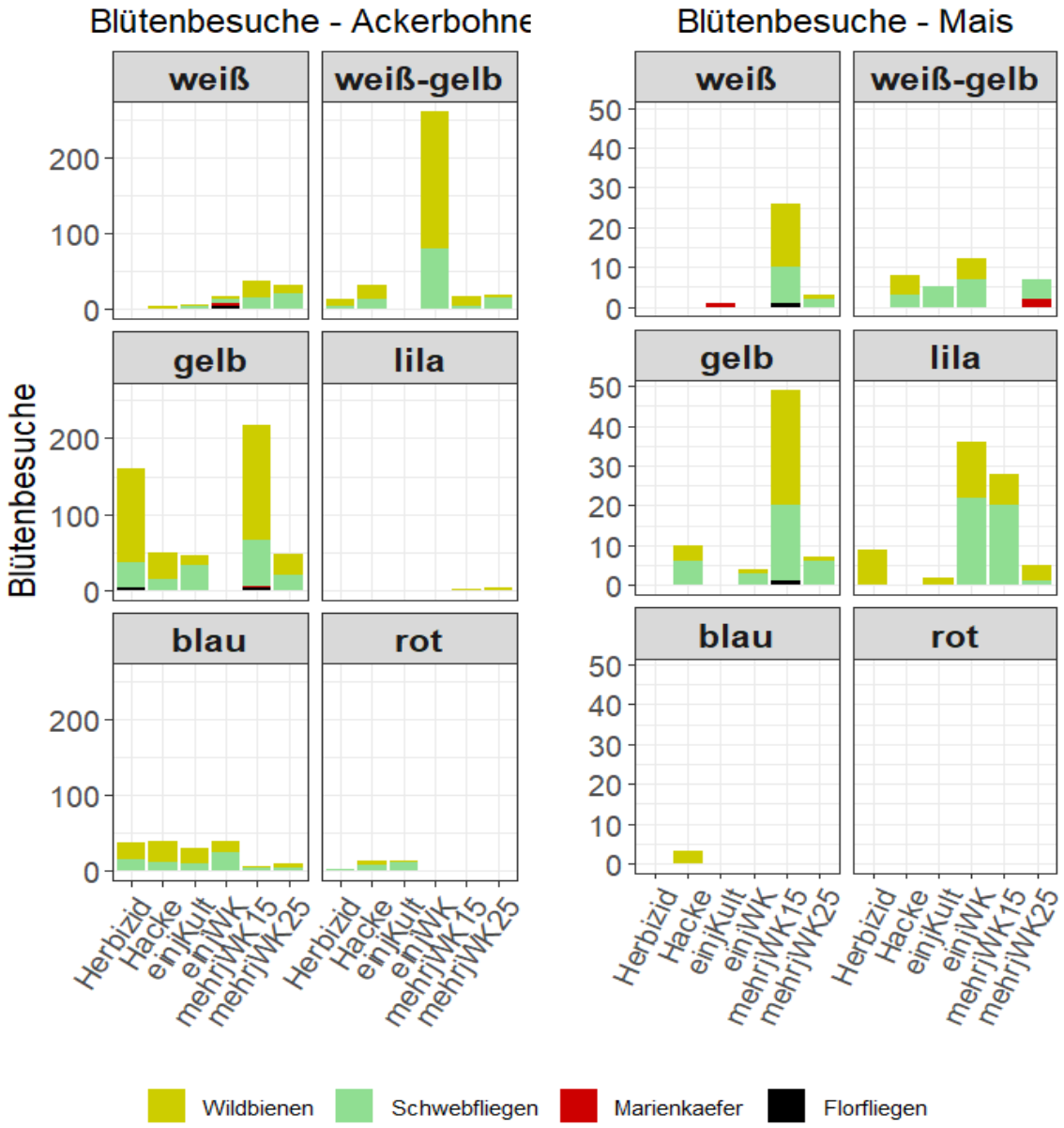

Abbildung 12: Anzahl der Blütenbesuche der Nützlingsgruppen Wildbienen, Schwebfliegen, Marienkäfer und Florfliegen getrennt nach Blütenfarben (weiß, weiß-gelb, gelb, lila, blau, rot).im Jahr 2024. Die Erhebung erfolgte durch Beobachtung blütenbesuchender Insekten in 0,5m × 0,5m großen Plots in den Kulturen Ackerbohne (links; n = 192) und Mais (rechts; n = 192) auf den Varianten Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25.

Fazit: Es zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Bewirtschaftungsvariante auf die Häufigkeit von Blütenbesuchen: Die höchste Insektenaktivität wurde in den drei Varianten mit Ansaat mehrjähriger Wildkräuter festgestellt, während in den Varianten Herbizid, Hacke und einjKult

die geringste Aktivität verzeichnet wurden. Wildbienen und Schwebfliegen erwiesen sich dabei als die häufigsten Blütenbesucher.

Einfluss des Zwischenreihenmanagements auf Wildbienen, Schwebfliegen und Laufkäfer

Die Arten- und Individuenzahlen von Wildbienen und Schwebfliegen (Untersuchungsjahr 2024) sowie von Laufkäfern (Untersuchungsjahr 2023) wurden für die sechs Varianten des Zwischenreihenmanagements (Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 & mehrjWK25) miteinander verglichen (Abbildung 13). Anhang 7 (Abbildung 29, Abbildung 30) zeigt zusätzlich die Entwicklung der Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer von 2022 bis 2023.

Die Varianten mit eingesäten Wildkräutern (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) weisen insbesondere bei den Wildbienen die höchste Artendiversität auf (Abbildung 13). Auch bei den Laufkäfern sind in diesen Varianten mit bis zu 38 Arten die höchsten Artenzahlen zu verzeichnen. Die Artenzahlen der Schwebfliegen hingegen sind in allen Varianten ähnlich. Bei den Individuenzahlen zeigen sich bei allen drei Nützlingsgruppen deutliche Unterschiede zwischen den Varianten mit Wildpflanzenansaaten (einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) und mit flächigem Herbizideinsatz (Herbizid) und mechanischer Bearbeitung (Hacke). Die Variante mit 15 Wildkräutern (mehrjWK15) verzeichnete dabei die höchste Individuenzahl an Laufkäfern und Schwebfliegen. Die höchste Anzahl an Wildbienen trat in der Variante mit der höchsten Wildkräuterdiversität (mehrjWK25) auf.

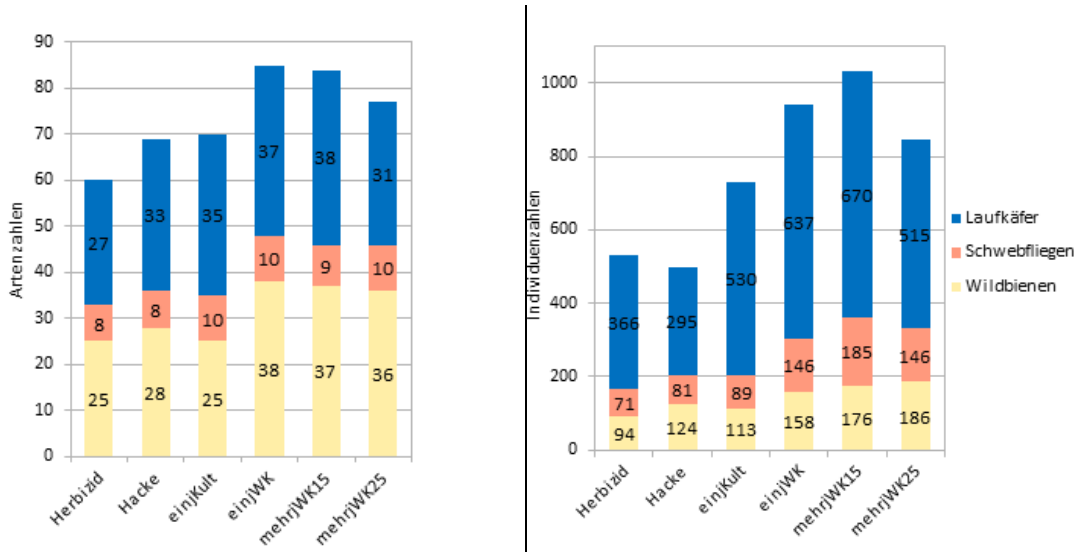

Abbildung 13: Dargestellt sind die Artenzahlen (links) und die Individuenzahlen (rechts) der Wildbienen, Schwebfliegen (Untersuchungsjahr 2024) und Laufkäfer (Untersuchungsjahr 2023) in den Varianten Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25.

Fazit: Insgesamt weisen die Varianten mit Ansaat von Wildkräutern durchweg höhere Arten- und Individuenzahlen auf als die Herbizid- und Hackvarianten sowie die Variante mit Einsaat von einjährigen Kulturarten. Besonders deutlich wird dies bei den Wildbienen, deren Individuenzahlen in den Varianten mit mehrjährigen Wildkräuteransaaten fast doppelt so hoch sind wie in der Variante mit flächigem Herbizideinsatz. Auch bei den Laufkäfern ist der Unterschied erheblich, mit einem Anstieg von 366 Individuen (Herbizid) auf 670 Individuen (mehrjWK15). Bei den Schwebfliegen sind die Unterschiede weniger ausgeprägt, jedoch zeigt sich auch hier eine Zunahme der Individuenzahlen in den Wildkräutervarianten.

Einfluss des Zwischenreihenmanagements auf Spinnen

Für die Untersuchungsjahre 2022 und 2023 wurden in allen sechs Zwischenreihen-Bewirtschaftungsvarianten (Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) in den Kulturen Ackerbohne, Silomais, Winterdurum und Winterweizen die Individuenzahlen der gefangenen Spinnen miteinander verglichen (Abbildung 14). Generell ging die Spinnenabundanz von 2022 bis 2023 etwas zurück. Nur im Silomais wurden trotz nur eines Erfassungsdurchgangs im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr und zu den anderen Kulturen deutlich höhere Individuenzahlen beobachtet. Die höchsten Werte traten dabei auf den vier Ansaatvarianten (einjKult, einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) auf. Eine weitere Ausnahme bildet die Variante einjKult im Winterdurum im Jahr 2023, die ähnlich hohe Werte wie im Silomais erreicht.

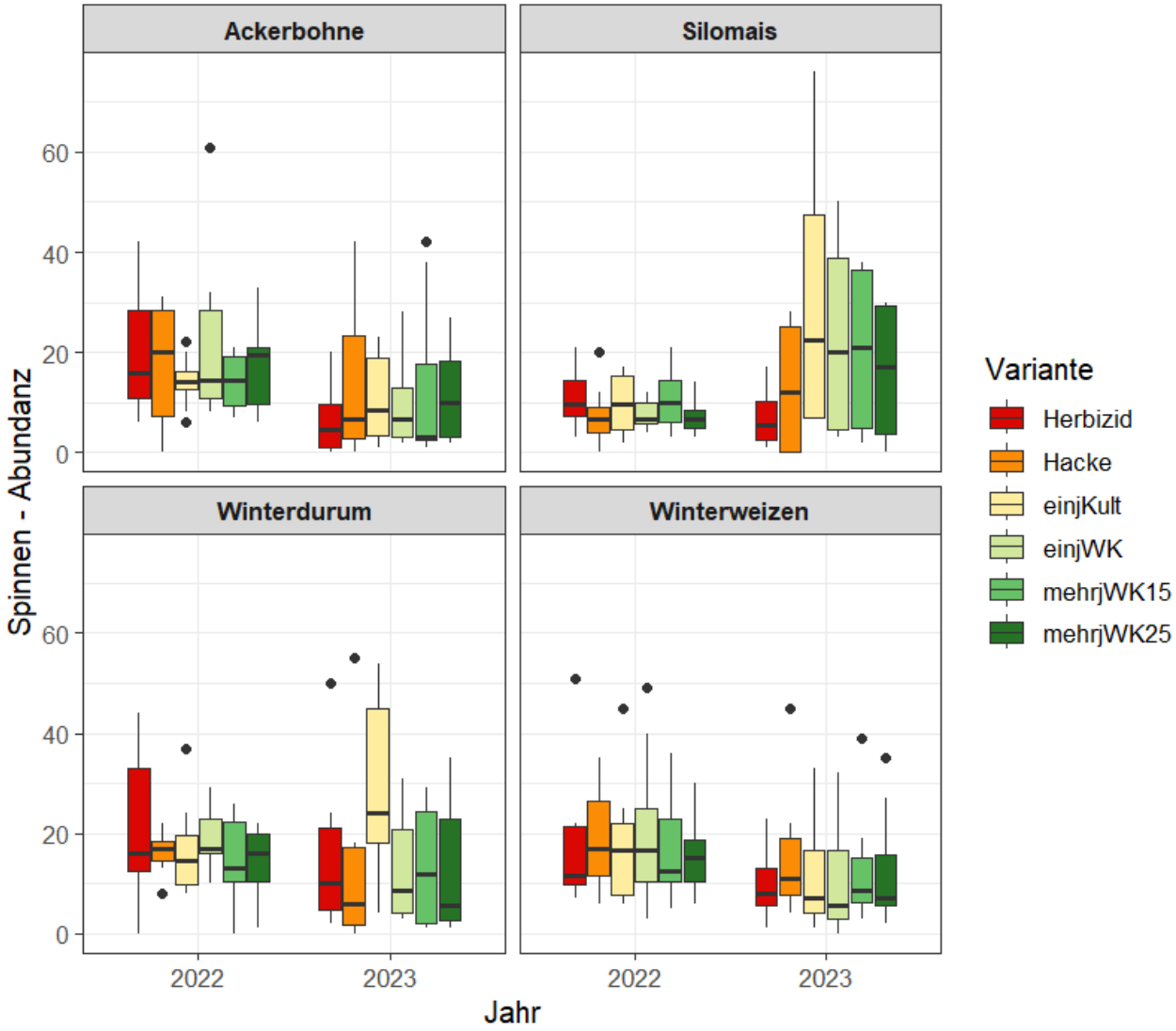

Abbildung 14: Boxplots der Individuenzahlen (Abundanz) der Spinnen aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023 getrennt nach Zwischenreihen-Bewirtschaftungsvarianten und Kulturen. Darstellt wurden die Mittelwerte der beiden Barberfallen-Durchgänge (n=24); im Silomais war 2023 nur ein Durchgang möglich.

Fazit: Die Bewirtschaftungsvariante zeigte keinen deutlichen Einfluss auf die Spinnenabundanz. Tendenziell konnten im Silomais mehr Spinnenindividuen in den angesäten Varianten nachgewiesen werden.

Biodiversitätsindex

Für die Status quo-Erfassungen im Jahr 2021 stand in allen Kulturen ausschließlich die Herbizid-Variante zur Verfügung. Nach Projektstart wurden in den Jahren 2022 bis 2024 in allen Kulturen sechs Zwischenreihen-Managementvarianten (Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15, mehrjWK25) umgesetzt. Für die Berechnung der Gesamtbiodiversität auf dem Strip-Till-Versuch wurden alle Kulturen für die einzelnen Jahre zusammengefasst. Die Datengrundlage für den Shannon-Index bilden die Arten- und Individuenzahlen der Arten aus den vegetationskundlichen und faunistischen (Wildbienen und Schwebfliegen) Erfassungen.

Im Untersuchungsjahr 2021 zeigte sich ein sehr niedriger Biodiversitätsindex auf der Herbizid-Variante (Abbildung 15). Im Projektzeitraum, 2022 bis 2024, stieg der Index bei allen Zwischenreihen-Managementvarianten an. Im Jahr 2022 lagen die Ergebnisse für alle sechs Varianten noch relativ nah beieinander, da die Wildpflanzen nach der Ansaat im März 2022 aufgrund der Sommertrockenheit kaum aufgelaufen sind. Erst ab dem dritten Versuchsjahr, nachdem im Herbst 2022 eine Nachsaat erfolgte, setzten sich die Wildkräutervarianten deutlich von den Herbizid- und Hackvarianten und der Variante mit Ansaat einjähriger Kulturarten ab. Im letzten Untersuchungsjahr 2024 war der Unterschied besonders deutlich zu sehen.

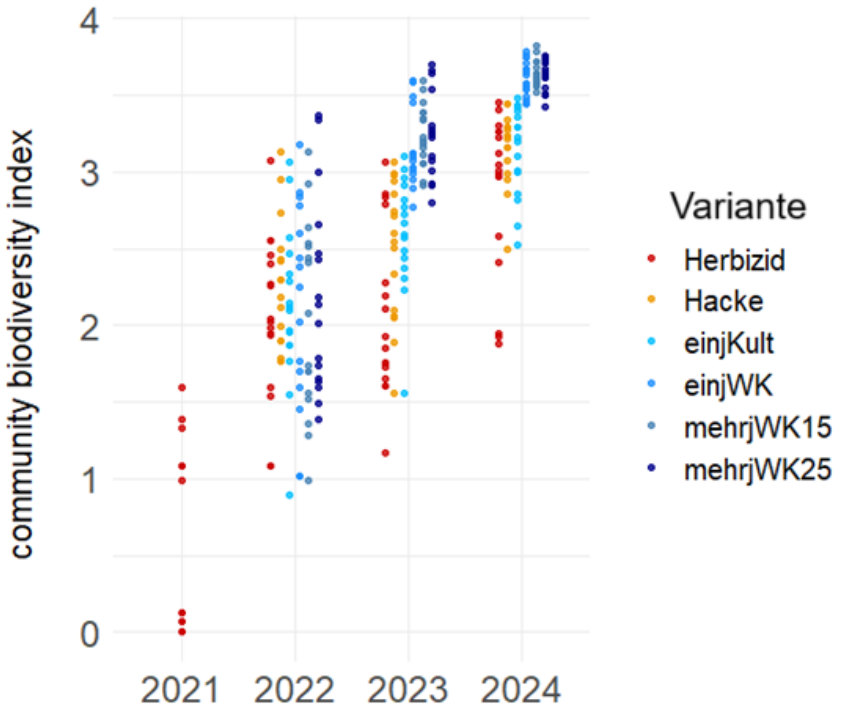

Abbildung 15: Dargestellt ist die Gesamtbiodiversität (community biodiversity index), berechnet aus dem Shannon-Index, auf Grundlage der Blühphänologie sowie der Schwebfliegen- und Wildbienenerfassungen. 2021 (Status quo-Erfassungen) wurde die Herbizid-Variante berücksichtigt. 2022 bis 2024 wurden die Varianten Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25 in den Kulturen Winterweizen, Winterdurum, Ackerbohne und Silomais (jeweils n = 96) dargestellt.

Fazit: Die Ansaat von Wildkräutern in den Zwischenreihen des Strip-Till-Versuchs (einjWK, mehrjWk15, mehrjWK25) führte zu einer deutlichen Zunahme des Shannon-Index sowohl im Vergleich zum Status quo-Zustand vor Versuchsbeginn als auch im Vergleich mit den Herbizid- und Hacke-Varianten und der Variante mit Ansaat von einjährigen Kulturarten (einjKult). Generell hatte die Etablierung von Wildkräutern auf dem Strip-Till-Versuch zur Folge, dass sich diese auch in nicht angesäte Flächen ausbreiten konnten und damit zur Erhöhung der floristischen und faunistischen Artenvielfalt auf der Gesamtfläche beitrugen.

d) Öffentlichkeitsarbeit/Veröffentlichungen/Vorträge

Einbindung von studentischen Projekt-, Qualifizierungs- und Abschlussarbeiten

Studentische Projekte

- Dropmann, Alexandra; Hertrich, Lena; Dederke, Liam; Sturm, Line (2021) Faunistische und vegetationskundliche Status-quo-Erhebung auf Strip-Till- und konventionellen Ackerflächen sowie auf Wildpflanzen-Blühstreifen und Buntbrache. Unveröff. Projektarbeit im Master Naturschutz und Landschaftsplanung, Hochschule Anhalt.
- Huk, Jannis; Schäfer, Janik; Waldhelm, David; Wulff, Saskia (2023) Blühphänologische und faunistische Erfassungen auf Strip-Till-Flächen in Strenzfeld. Unveröff. Projektarbeit im Master Naturschutz und Landschaftsplanung, Hochschule Anhalt.
- Beyer, Franka; Roth, Jan-Luca; Hohmeier, Steven (2023) Erfassung der Ökofunktionen von Kleinsäugern im Strip-Till Versuch und auf Referenzflächen in Bernburg (Strenzfeld). Unveröff. Projektarbeit im Bachelor Naturschutz und Landschaftsplanung, Hochschule Anhalt.

Abschlussarbeiten

- Lück, Lea (2024): Einfluss von Zwischenreiheneinsaaten im Strip-Till-Anbau auf die Samenprädationsrate als Ökosystemleistung von Kleinsäugern. Unveröff. Masterarbeit an Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Koch, Christian (2023): Vergleichende Analyse von Fotofallen und der Fang-Wiederfang-Methode zur Untersuchung von Abundanz und Habitatpräferenzen von Kleinsäugern in reihenbasierten Ackerbausystemen. Unveröff. Bachelorarbeit an der Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Saske, Laura (2023): Auswirkungen des Blütenangebotes im reihenbezogenen Anbau (Strip-Till) auf die Abundanz ausgewählter Blütenbesucher. Unveröff. Masterarbeit an der Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Dropmann, Alexandra (2023): Einfluss der Zwischenreihenbewirtschaftung im konventionellen und Strip-Till-Anbau auf die funktionelle Diversität von Laufkäfern. Unveröff. Masterarbeit an der Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Merkel, Annemarie (2023): Einfluss der Einsaat von Wildkräutermischungen im reihenbezogenen Ackerbau (Strip-Till) auf die Ökosystemfunktionen von Kleinsäugern. Unveröff. Masterarbeit an der Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Heidrich, Lucas (*2024*): Machbarkeit und Durchführung reihenbezogenen Ackerbaus mir reduziertem chemischen Pflanzenschutz und Förderung von Nützlingen und Wildkräutern in der Fläche. Bachelorarbeit an der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg.
- Maikowski, Tim (Masterarbeit, in Arbeit): Einfluss verschiedener Blütenangebote im reihenbezogenen Anbau (Strip-Till) auf die Anzahl an Blütenbesuche durch ausgewählte Blütenbesucher (Arbeitstitel). Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.
- Westphale, Jobst-Konrad (Bachelorarbeit, in Arbeit): Einfluss von Zwischenreihenbegrünung und deren Regulierungsmethoden auf die Bodenaktivität in Reihenkulturen: Eine vergleichende

Analyse von Ackerbohne, Silomais, Winterdurum und Winterweizen. Hochschule Anhalt, Fachbereich 1.

Projektvorstellung und Veröffentlichungen

- 11. Januar 2022: Projektvorstellung und Diskussion mit dem Umweltbundesamt FG IV 1.3.1 - Pflanzenschutzmittel (online).
- 10. Juni 2022, Jubiläumsveranstaltung Agronomia, Campus Strenzfeld. Vortrag: Praxis-relevante Projekte im Naturschutz.
- 14.-16. Juni 2022, DLG Feldtage in Kirschgartshausen auf dem DLG-Stand sowie im Fachforum.
- 23. Juni 2022, Bernburger Innovationstage - Digitalisierung und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft. Vortrag Reihenbezogener Ackerbau mit reduziertem chemischem Pflanzenschutz und Förderung von Nützlingen und Wildkräutern in der Fläche.
- 6.-7. Juli 2022, DBU Statusseminar, Förderinitiative Weniger Pestizide in der Umwelt, in Neustadt an der Weinstraße.
- 28. Juli 2022, Exkursion mit drei Mitarbeiter*innen der Stiftung Kulturlandschaft Sachsen-Anhalt zum Strip-Till-Versuch.
- 11. Oktober 2022, Projektvorstellung und Diskussion mit Vertretenden verschiedener Agrarministerien aus Südafrikanischen Ländern.
- 01. Dezember 2022, Projektvorstellung und Diskussion mit Vertretenden verschiedener Agrarministerien aus dem Westbalkan.
- 14. März 2023, Exkursion des DLG-Ausschuss für Digitalisierung, Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik zum Versuch.
- 23. März 2023, Vorstellung des Projektfortschrittes und Diskussion mit dem Umweltbundesamt FG IV 1.3.1 - Pflanzenschutzmittel (online).
- 15. Mai 2023, Exkursion Studierender der Universität Göttingen mit Besichtigung und Diskussion zum Versuch.
- 24. Mai 2023, Projektvorstellung und Diskussion mit Vertretenden des BAAC aus Thailand.
- 6.-7. Juni 2023, DBU Statusseminar, Förderinitiative Weniger Pestizide in der Umwelt, in Bernburg-Strenzfeld.
- 09. Juni 2023; Projektvorstellung, Diskussion und Besichtigung des Versuches mit landwirtschaftlichen ExpertInnen aus dem European Arable Farmers Club.
- 21. Juni 2023, Exkursion des DLG-Ausschuss für Pflanzenzüchtung zum Versuch.
- 22. Juni 2023, Exkursion des DLG-Ausschuss für Ackerbau zum Versuch.
- 01. August 2023; Projektvorstellung und Diskussion mit Vertretenden verschiedener Agrarministerien aus Kasachstan.

- 12.-15. September 2023, 52. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, in Leipzig. Poster: Strip-Till farming to reduce pesticides and promote beneficial insects and wild forbs on arable land.
- 4. Juni 2024; DBU Woche der Umwelt: Fachforum zum Thema „Biologische Vielfalt und Landwirtschaft: Möglichkeiten zur Verringerung von Pestiziden“.
- 11.-13. Juni 2024; DLG Feldtage in Erwitte.
- 18. Juni 2024; Fachexkursion zum Versuch mit dem Umweltbundesamt FG IV 1.3.1 - Pflanzenschutzmittel.
- 3.-4. Dezember 2024; DBU Abschlussveranstaltung: Detox auf dem Acker – Ernährungssicherung in intakten Ökosystemen.

Projektvorstellung in verschiedenen Sitzungen der Gremien: DLG-Ausschuss für Ackerbau, DLG-Ausschuss für Pflanzenschutz, Fachbeirat des IPZ.

e) Ausblick

Ausblick aus technischer Sicht

Aus den Erfahrungen zeigt sich, dass auch in technischer Sicht Optimierungspotential vorhanden ist. Anstelle von Messerwalzer könnte eher ein reihenbezogener Mulcher, der nicht den Boden berührt und dadurch die Kulturen schützt, zum Einsatz kommen. Hinsichtlich der Kameratechnik sollten künftig auch Doppelreihen für eine präzisere Spurführung bei reihenbezogenen Arbeiten kalibriert sein. Für Klein- und Mittelständische Unternehmen sind derartige Verfahren am effektivsten über Kooperationen zu nutzen, da die Maschinenanschaffung preisintensiv ist.

Vor allem aber die Bandspritzeinrichtung ermöglicht ein großes Einsparpotential beim Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel.

Ausblick aus pflanzenbaulicher Sicht

Das Verfahren eignet sich aus den gemachten Erfahrungen an einem Trockenstandort deutlich besser für Winterkulturen, da diese zum einen die Bodenfeuchte besser nutzen können und zum anderen keine Entwicklungsverzögerung auf Grund später Saatzeitpunkte im Frühjahr haben. Spätgedrillte Sommerkulturen, wie z. B. Sonnenblumen und Mais scheinen trotz ihres starken Längenwachstums nicht besonders gut geeignet. Zuckerrüben und auch Leguminosen, die, wenn überhaupt, erst eine sehr späte Beschattung der Wildkräuter schaffen und vor allem in der langsamen Jugendentwicklung konkurrenzschwach sind, scheinen wenig aussichtsreich für einen derartigen Anbau.

Dieses Verfahren zeigt sich zudem als sehr anfällig gegenüber externen Faktoren (zum Beispiel Witterung). Um die Zielkonflikte auf der gesamten Fläche zu verringern, könnten 2 m breite Wildpflanzen-Blühstreifen in den Fahrgassen eingesät werden. Diese treten je nach Arbeitsbreite der Anbaugeräte im Betrieb in Abständen von ca. 18 m bis 36 m auf dem Feld auf. Dieses Verfahren könnte im Rahmen von AUKM-Maßnahmen oder anderen Förderprogrammen subventioniert werden.

Ausblick aus ökologischer Sicht

Die Wirkungskontrollen der Wildkräuteransaaten und der Nützlinge in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024 zeigen eindrücklich, dass ein gezieltes Zwischenreihenmanagement im Strip-Till-System die Biodiversität nachhaltig fördern kann. Vor allem die mehrjährigen Wildkräutervarianten (mehrjWK15, mehrjWK25), gefolgt von der einjährigen Wildkräutervariante (einjWK) erzielten bei allen untersuchten Nützlingsgruppen – Laufkäfer, Spinnen, Schwebfliegen und Wildbienen – deutlich höhere Arten- und Individuenzahlen als die einjährige Kulturartenvariante (einjKult) und die Herbizid- und Hackvariante. Besonders hervorzuheben ist das vermehrte Auftreten von Arten mit Schutzstatus gemäß den Roten Listen Deutschlands und Sachsen-Anhalts in den Ansaatvarianten, was die naturschutzfachliche Relevanz dieser Bewirtschaftungsform unterstreicht.

Basierend auf den Projektergebnissen werden verschiedene Optimierungsempfehlungen für eine zukünftige Anwendung abgeleitet:

1. **Vorteile mehrjähriger Wildpflanzenbestände**
   Während nach zwei Jahren lediglich moderate Effekte durch die Wildkräuteransaaten erzielt wurden, konnten im dritten Jahr deutliche Unterschiede hinsichtlich Arten- und Individuenzahlen der Nützlinge zwischen den Varianten mit und ohne Wildkräuteransaaten festgestellt werden. Eine mehrjährige Vegetation hat dabei den Vorteil, dass die Wildpflanzenmischung nur einmalig bzw. in größeren Abständen angesät werden muss und Nützlinge sich allmählich auf der Fläche akkumulieren können.

2. **Angepasste Wildpflanzenmischung**
   Im Projekt wurden 33 Wildpflanzen in drei Mischungen auf ihre Eignung getestet, sich erfolgreich auf den Flächen zu etablieren, ohne in zu starke Konkurrenz zur Ackerkultur zu treten. Im Laufe der dreijährigen Versuchsdauer haben sich 17 Arten als dafür geeignet erwiesen und können für zukünftige Einsaaten empfohlen werden.

3. **Winterweizen und Winterdurum als für eine Zwischenreihenansaat geeignete Strip-Till-Kulturen**
   Im Projekt wurde deutlich, dass sich begrünte Zwischenreihen besonders gut in Getreidekulturen wie Winterweizen und Winterdurum integrieren lassen. Hier war die Konkurrenzsituation mit der Feldfrucht geringer (weniger Ernteeinbußen), und auch die Pflege mit der Messerwalze konnte flexibler und zielgerichteter durchgeführt werden. Dabei erweis sich ein frühzeitiger Einsatz der Walze im Mai als besonders positiv, da dann die Wildkräuter ausreichend Zeit hatten, um nach der Getreideernte bis in den Herbst hinein einen attraktiven Blühaspekt auszubilden – eine wichtige Voraussetzung für die Förderung von Nützlingen, die im Hoch- und Spätsommer auf Pollen- und Nektarquellen angewiesen sind. Zudem könnten diese Flächen ergänzend als Winterweide genutzt werden.

Aus ökologischer Sicht zeigte sich ein großes Potenzial für biodiversitätsfördernde Maßnahmen im konventionellen Strip-Till-Anbau. Die Etablierung mehrjähriger, artenreicher Wildpflanzenbestände in den Zwischenreihen führt zur Erhöhung der Biodiversität auf der Ackerfläche und trägt zur strukturellen Aufwertung bei. Diese Flächen bieten Habitate und Nahrungsquellen für Nützlinge und fördern damit die natürliche Schädlingsregulation. Aber auch gefährdete Arten können von diesen Strukturen profitieren.

Literaturangaben

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2019) Einheitlicher Methodenleitfaden „Insektenmonitoring“. https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/monitoring/Dokumente/Methodenleitfaden_Insektenmonitoring_2019.pdf

Dunger W (1963) Praktische Erfahrungen mit Bodenfallen. Entomologische Nachrichten 4:41-46.

Sandén T (2016) Österreich forscht. (AGES) Abgerufen am 17. März 2025 von https://www.citizen-science.at/projekte/tea-bag-index#:~:text=Mit%20der%20Teebeutel%2DMethode%20(Tea,diesem%20Fall%20Tee%20–%20zersetzt%20.

Twerski A, Albrecht H, Fründ J, Moosner M & Fischer C (2022) Effects of rare arable plants on flower-visiting wild bees in agricultural fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment,* 323.

Anhang

Anhang 1: Zusammensetzung der Ansaatmischungen für die Zwischenreihenbegrünungen

3a. Einjährige Kulturarten-Mischungen (einjKult): Ackerbohne

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	kg/ha
Brassicaceae	Gartenkresse	0,4	5-7	15

3b. Einjährige Kulturarten-Mischungen (einjKult): Winterweizen/Winterdurum

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	kg/ha
Brassicaceae	Gartenkresse	0,4	5-7	7,5
Linaceae	Saat-Lein	1,0	5-7	15

3c. Einjährige Kulturarten-Mischungen (einjKult): Mais

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	kg/ha
Brassicaceae	Gartenkresse	0,4	5-7	5
Linaceae	Saat-Lein	1,0	5-7	10
Fabaceae	Saat-Wicke	0,8	5-7	5

Alle Wildpflanzen-Mischungen wurden mit Maisspindelschrot auf 10g/m² (= 100 kg/ha) aufgemischt.

4a. Einjährige Wildkräuter-Mischungen (einjWK): Ackerbohne

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Boraginaceae	*Myosotis arvensis*	0,4	4-9	0,3	200	28,6	0,06
Asteraceae	*Calendula arvensis*	0,25	6-10	9	50	7,1	0,45
Valerinanaceae	*Valerianella carinata*	0,4	4-5	0,55	200	28,6	0,11
Scrophulariaceae	*Veronica arvensis*	0,25	3-10	0,2	200	28,6	0,04
Violaceae	*Viola arvensis*	0,2	4-10	2	50	7,1	0,1
					700	**100**	**0,76**

4b. Einjährige Wildkräuter-Mischungen (einjWK): Winterweizen/Winterdurum

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Boraginaceae	*Anchusa arvensis*	0,4	5-9	5,6	30	4,3	0,168
Asteraceae	*Anthemis arvensis*	0,5	5-10	0,3	100	14,3	0,03
Asteraceae	*Calendula arvensis*	0,25	6-10	9	25	3,6	0,225
Ranunculaceae	*Adonis aestivalis*[1]	0,45	5-7	12	15	2,1	0,18
Boraginaceae	*Myosotis arvensis*	0,4	4-9	0,3	100	14,3	0,03
Caryophyllaceae	*Silene noctiflora*	0,4	6-9	0,8	100	14,3	0,08
Fabaceae	*Trifolium dubium*	0,25	5-9	1	100	14,3	0,1
Valerinanaceae	*Valerianella carinata*	0,4	4-5	0,55	80	11,4	0,044
Scrophulariaceae	*Veronica arvensis*	0,25	3-10	0,2	100	14,3	0,02
Violaceae	*Viola arvensis*	0,2	4-10	2	50	7,1	0,1
					700	**100**	**0,98**

[1] Bei der erneuten Ansaat der mehrjährigen Wildkrautmischung 4b im Herbst des Jahres 2022 wurde aus wirtschaftlichen Gründen die Ansaatart *Adonis aestivalis* durch *Consolida regalis* ersetzt.

4c. Einjährige Wildkräuter-Mischungen (einjWK): Mais

Familie	Art	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Asteraceae	*Anthemis arvensis*	0,5	5-10	0,3	100	14,3	0,03
Asteraceae	*Centaurea cyanus*	0,8	5-10	3,8	50	7,1	0,19
Ranunculaceae	*Consolida regalis*	1,0	5-8	1,2	60	8,6	0,072
Boraginaceae	*Anchusa arvensis*	0,4	5-9	5,6	30	4,3	0,168
Apiaceae	*Daucus carota*	1,0	6-9	1	70	10,0	0,07
Boraginaceae	*Myosotis arvensis*	0,4	4-9	0,3	100	14,3	0,03
Brassicaceae	*Raphanus raphanistrum*	0,6	6-10	21	10	1,4	0,21
Caryophyllaceae	*Silene noctiflora*	0,4	6-9	0,8	100	14,3	0,08
Fabaceae	*Trifolium dubium*	0,25	5-9	1	100	14,3	0,1
Valerinanaceae	*Valerianella carinata*	0,4	4-5	0,55	80	11,4	0,044
					700	**100**	**0,99**

5. Mehrjährige Wildkräuter-Mischung I (mehrjWK15): niedrige Diversität

Familie	Art	Einj.	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Apiaceae	*Bupleurum rotundifolium*	x	0,6	6-7	1,5	50	7,1	0,075
Asteraceae	*Calendula arvensis*	x	0,25	6-10	9	15	2,1	0,135
Scrophulariaceae	*Linaria vulgaris*		0,4	6-10	0,15	80	11,4	0,012
Fabaceae	*Lotus corniculatus*		0,3	6-8	1,2	80	11,4	0,096
Boraginaceae	*Myosotis arvensis*	x	0,4	4-9	0,3	70	10,0	0,021
Lamiaceae	*Prunella vulgaris*		0,3	6-9	0,7	60	8,6	0,042
Ranunculaceae	*Ranunculus repens*		0,4	5-8	2	20	2,9	0,04
Brassicaceae	*Raphanus raphanistrum*	x	0,6	6-10	21	10	1,4	0,21
Lamiaceae	*Salvia pratensis*		0,5	5-8	1,8	30	4,3	0,054
Asteraceae	*Scorzoneroides autumnalis*		0,45	7-9	0,7	30	4,3	0,021
Caryophyllaceae	*Silene noctiflora*	x	0,4	6-9	0,8	50	7,1	0,04
Caryophyllaceae	*Silene vulgaris*		0,6	6-9	0,74	60	8,6	0,0444
Valerinanaceae	*Valerianella carinata*	x	0,4	4-5	0,55	80	11,4	0,044
Scrophulariaceae	*Veronica chamaedrys*		0,3	5-7	0,25	40	5,7	0,01
Violaceae	*Viola arvensis*	x	0,2	4-10	2	25	3,6	0,05
		5				**700**	**100**	**0,89**

6. Mehrjährige Wildkräuter-Mischung II (mehrjWK25): hohe Diversität

Familie	Art	Einj.	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Alliaceae	*Achillea millefolium*		0,4	6-8	0,2	50	5,0	0,01
Apiaceae	*Allium schoenoprasum*	x	0,6	6-7	1,1	20	2,0	0,022
Asteraceae	*Anthemis tinctoria*		0,45	7-9	0,38	30	3,0	0,0114
Asteraceae	*Bupleurum rotundifolium*		0,6	6-10	1,5	50	5,0	0,075
Asteraceae	*Calendula arvensis*		0,6	6-11	9	15	1,5	0,135
Asteraceae	*Centaurea jacea*	x	0,25	6-10	2,1	25	2,5	0,0525
Asteraceae	*Centaurea scabiosa*		0,6	6-9	5,7	10	1,0	0,057
Asteraceae	*Galium verum*		0,6	6-11	0,5	50	5,0	0,025
Boraginaceae	*Linaria vulgaris*	x	0,4	4-9	0,15	80	8,0	0,012
Brassicaceae	*Lotus corniculatus*		0,6	6-10	1,2	60	6,0	0,072
Caryophyllaceae	*Trifolium dubium*	x	0,4	6-9	1	70	7,0	0,07
Caryophyllaceae	*Myosotis arvensis*		0,6	6-9	0,3	70	7,0	0,021
Dipsacaceae	*Potentilla neumanniana*		0,6	7-10	0,6	30	3,0	0,018
Fabaceae	*Prunella vulgaris*		0,3	6-8	0,7	60	6,0	0,042
Fabaceae	*Ranunculus repens*		0,6	5-10	2	20	2,0	0,04
Lamiaceae	*Raphanus raphanistrum*		0,3	6-9	21	10	1,0	0,21
Lamiaceae	*Salvia pratensis*		0,5	5-8	1,8	30	3,0	0,054
Ranunculaceae	*Sanguisorba minor*		0,4	5-8	7	15	1,5	0,105
Rosaceae	*Scabiosa ochroleuca*		0,5	5-8	1,2	20	2,0	0,024
Rosaceae	*Scorzoneroides autumnalis*		0,15	4-6	0,7	30	3,0	0,021
Rubiaceae	*Silene noctiflora*		0,7	5-9	0,8	50	5,0	0,04
Scrophulariaceae	*Silene vulgaris*		0,4	6-10	0,74	60	6,0	0,0444
Scrophulariaceae	*Valerianella carinata*		0,3	5-7	0,55	80	8,0	0,044
Valerinanaceae	*Veronica chamaedrys*	x	0,4	4-5	0,25	40	4,0	0,01
Violaceae	*Viola arvensis*	x	0,2	4-10	2	25	2,5	0,05
						1000	**100**	**1,26**

Anhang 2: Liste der problematischen Spontanarten

Liste der problematischen Spontanarten

Wissenschaftliche Bezeichnung	deutsche Bezeichnung	Neophyt
Amaranthus retroflexus	Zurückgebogener Amarant	
Amaranthus spinosus	Dorniger Amarant	
Anthriscus caucalis	Hundskerbel	
Arctium lappa	Große Klette	
Atriplex oblongifolia	langblättige Melde	
Carduus acanthoides	Weg-Distel	
Chenopodiastrum hybridum	Bastard-Gänsefuß	
Chenopodium album	Weißer Gänsefuß	
Cirsium arvense	Acker-Kratzdistel	
Cirsium vulgare	Gewöhnliche Kratzdistel	
Claytonia perfoliata	Tellerkraut	x
Convolvulus arvensis	Acker-Winde	
Descurainia sophia	Gewöhnliche Besenrauke	
Dipsacus fullonum	Wilde Karde	
Echinochloa crus-galli	Hühnerhirse	
Erigeron canadensis	Kanadisches Berufkraut	
Fallopia convolvulus	Acker-Flügelknöterich	
Fumaria officinalis	Gemeiner Erdrauch	
Galium aparine	Kletten-Labkraut	
Geranium pyrenaicum	Pyrenäen-Storchschnabel	x
Heracleum mantegazzianum	Riesen-Bärenklau	
Lactuca serriola	Wilder Lattich	
Lolium perenne	Deutsches Weidelgras	
Medicago sativa	Luzerne	
Mercurialis annua	Einjähriges Bingelkraut	
Poa annua	Einjähriges Rispengras	
Polygonum aviculare	Gewöhnlicher Vogelknöterich	
Senecio inaequidens	Schmalblättriges Greiskraut	
Setaria viridis	Grüne Borstenhirse	
Sinapis arvensis	Acker-Senf	
Sisymbrium loeselii	Löesels Rauke	x
Sisymbrium officinale	Weg-Rauke	
Solanum nigrum	Schwarzer Nachtschatten	
Sonchus arvensis	Acker-Gänsedistel	
Sonchus asper	Raue Gänsedistel	
Sonchus oleraceus	Kohl-Gänsedistel	
Tripleurospermum perforatum	Geruchlose Kamille	x

Anhang 3: Optimierte Saatgutmischung

Optimierte Saatgutmischung (17 Arten, 12 Familien, 7 einjährige Arten, 10 mehrjährige Arten)

Familie	Art	Einj.	max. Höhe	Blütezeit	TKG	Samen pro m²	% Anteile	g/m²
Asteraceae	*Calendula arvensis*	x	0,25	6-10	9	15	1,9	0,14
Asteraceae	*Centaurea jacea*		0,6	6-11	2,1	25	3,2	0,05
Ranunculaceae	*Consolida regalis*	x	1,0	5-8	1,2	40	5,1	0,05
Rubiaceae	*Galium verum*		0,7	5-9	0,5	60	7,7	0,03
Scrophulariaceae	*Linaria vulgaris*		0,4	6-10	0,15	90	11,5	0,01
Boraginaceae	*Myosotis arvensis*	x	0,4	4-9	0,3	80	10,3	0,02
Lamiaceae	*Prunella vulgaris*		0,3	6-9	0,7	60	7,7	0,04
Lamiaceae	*Salvia pratensis*		0,5	5-8	1,8	30	3,8	0,05
Rosaceae	*Sanguisorba minor*		0,5	5-8	7	15	1,9	0,11
Dipsacaceae	*Scabiosa ochroleuca*		0,6	7-10	1,2	25	3,2	0,03
Asteraceae	*Scorzoneroides autumnalis*		0,45	7-9	0,7	25	3,2	0,02
Caryophyllaceae	*Silene vulgaris*		0,6	6-9	0,8	60	7,7	0,05
Caryophyllaceae	*Silene noctiflora*	x	0,4	6-9	0,74	60	7,7	0,04
Fabaceae	*Trifolium dubium*	x	0,25	5-9	1	50	6,4	0,05
Valerinanaceae	*Valerianella carinata*	x	0,4	4-5	0,55	80	10,3	0,04
Scrophulariaceae	*Veronica chamaedrys*		0,3	5-7	0,25	40	5,1	0,01
Violaceae	*Viola arvensis*	x	0,2	4-10	2	25	3,2	0,05
						780	**100**	**0,80**

Anhang 4: Artenzahlen blühender Arten und Blütendeckungen

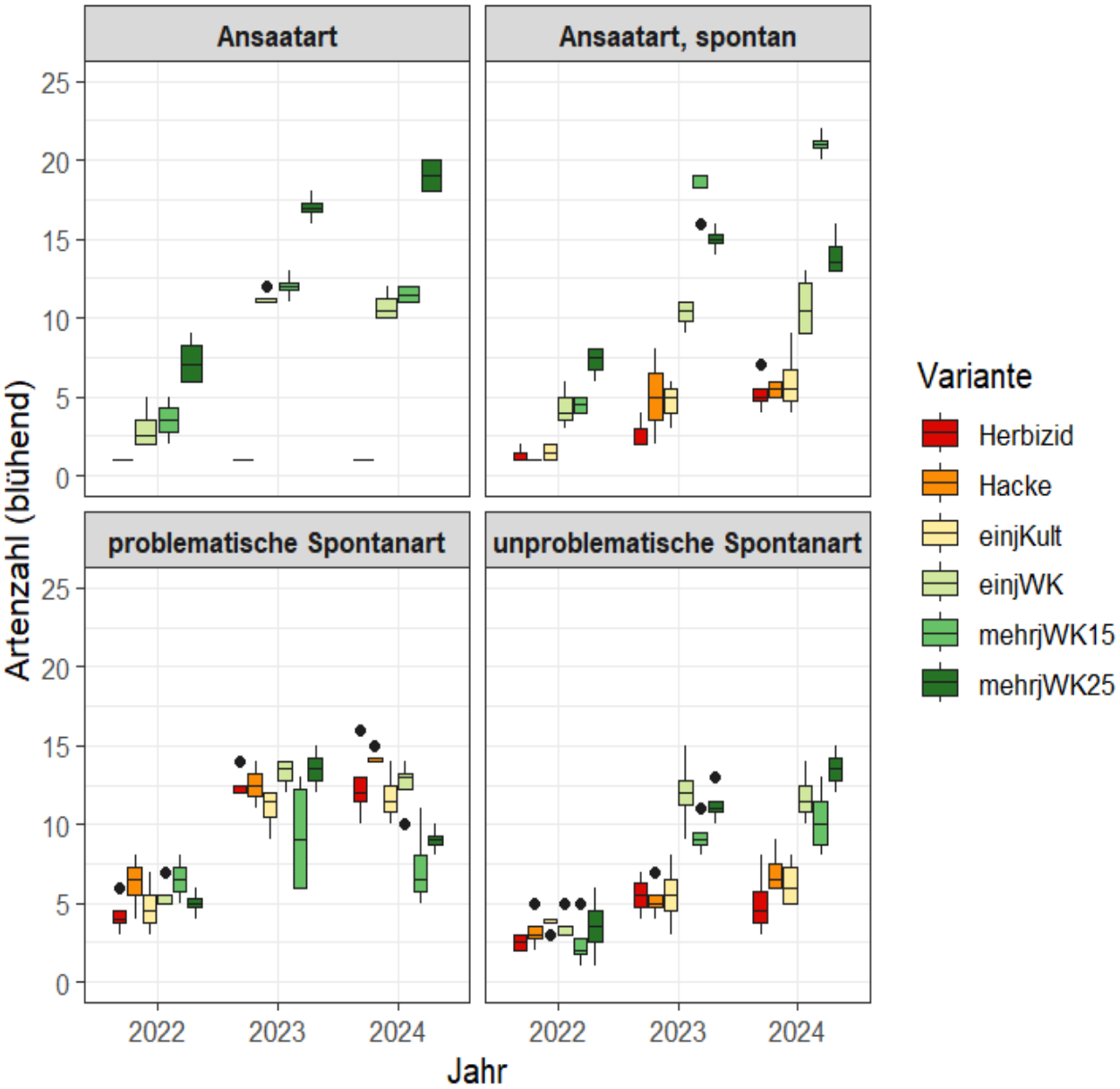

Abbildung 16: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) in der **Ackerbohne** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

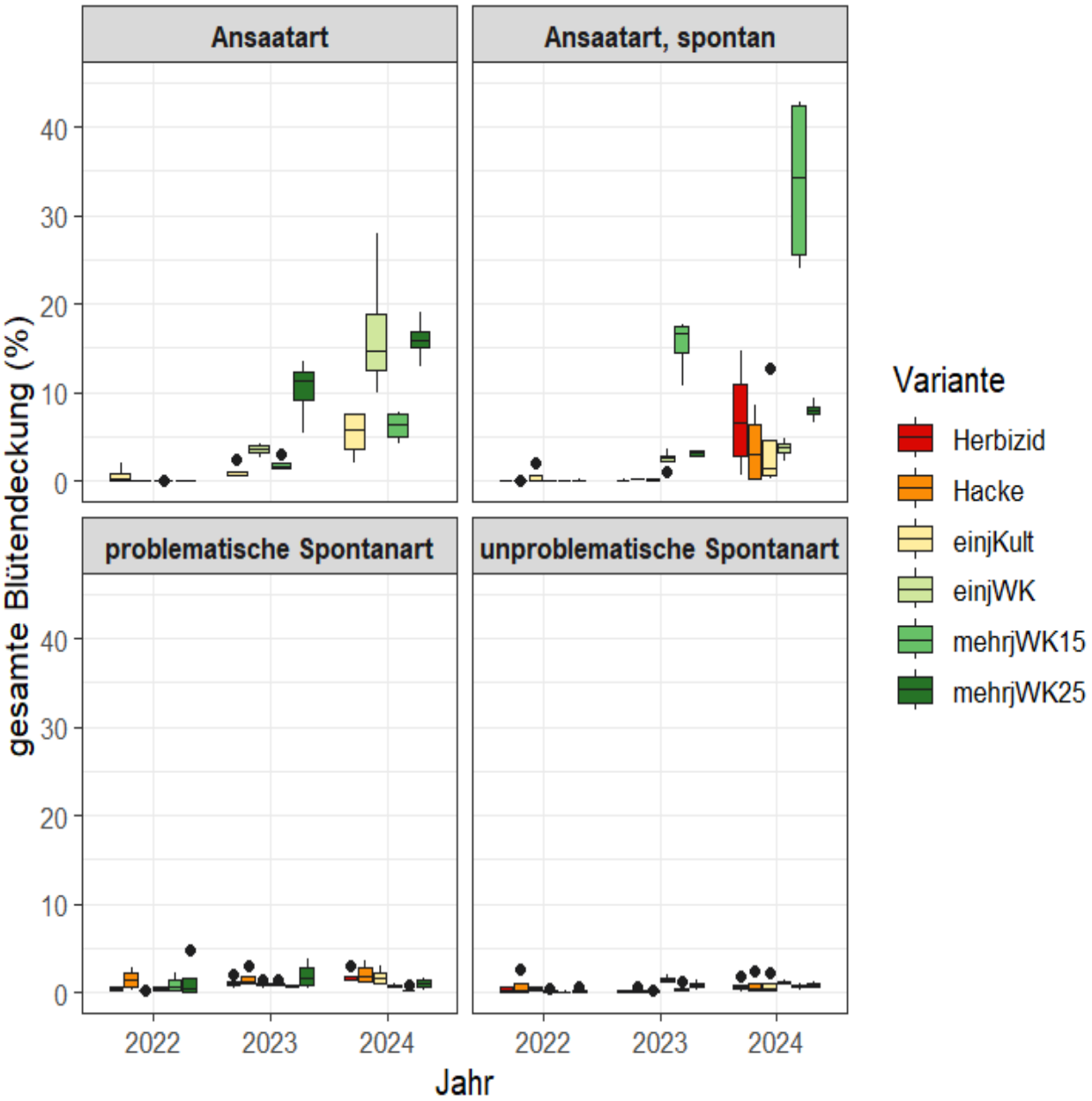

Abbildung 17: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) in der **Ackerbohne** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

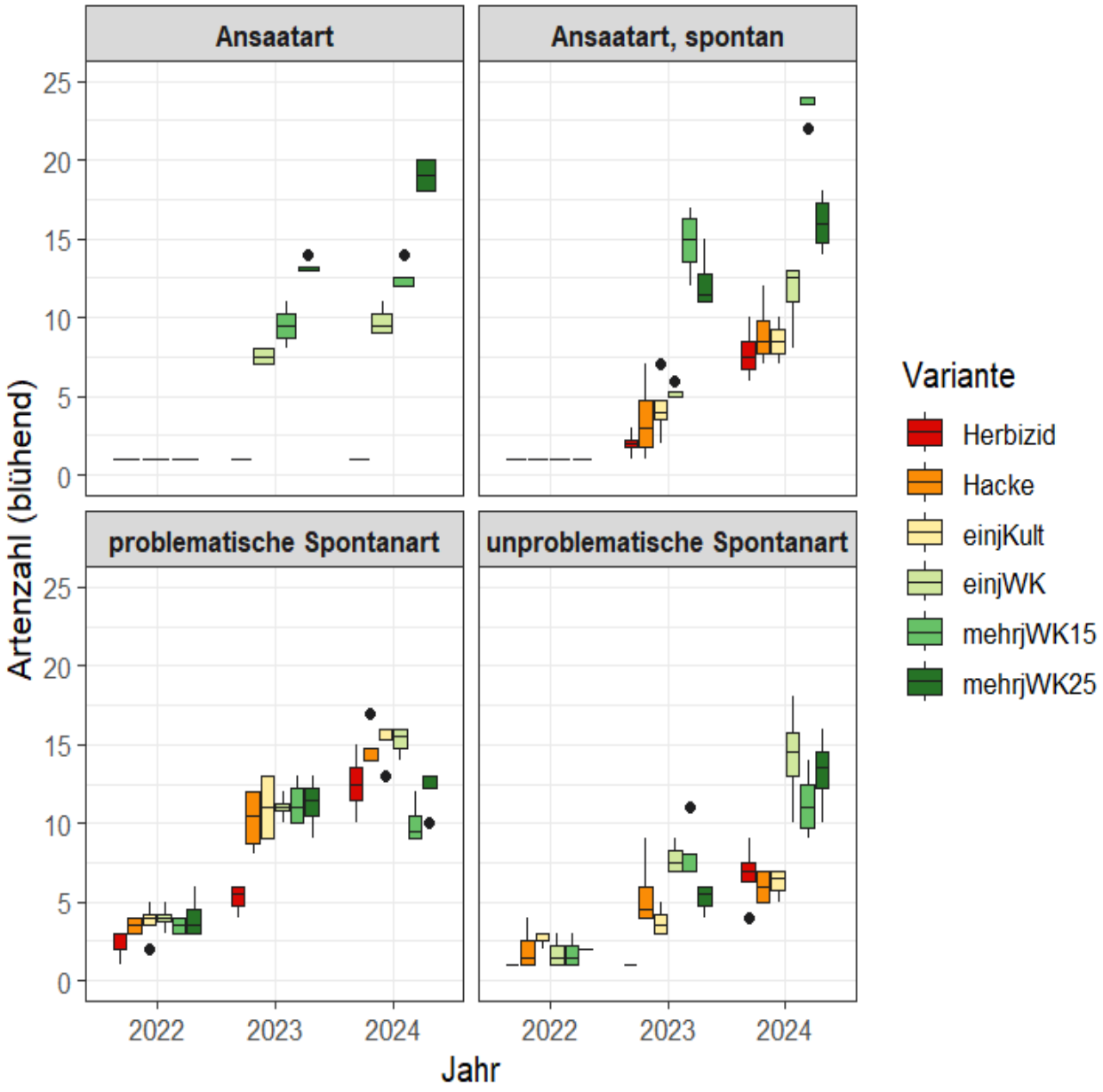

Abbildung 18: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterweizen** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

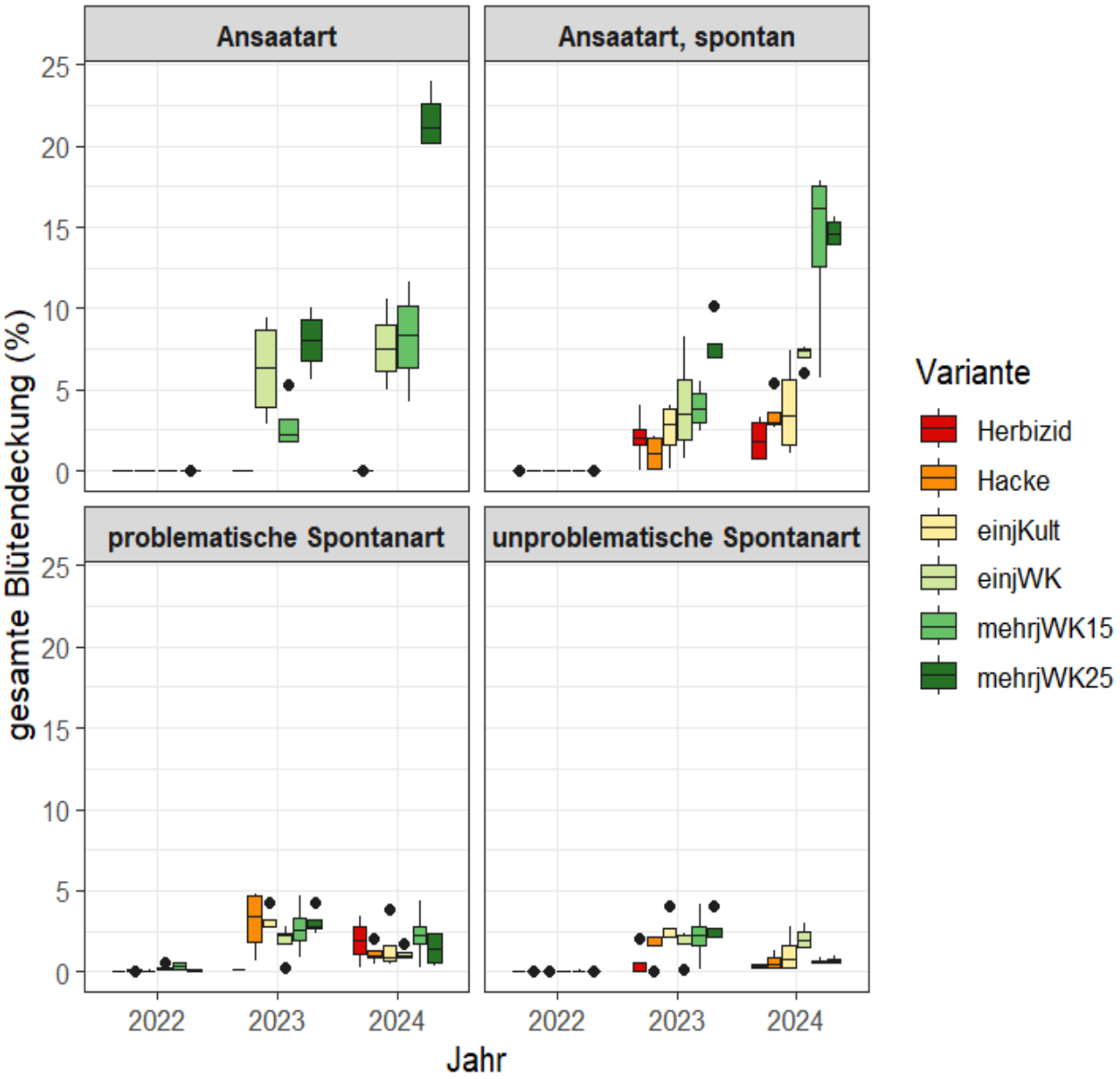

Abbildung 19: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterweizen** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

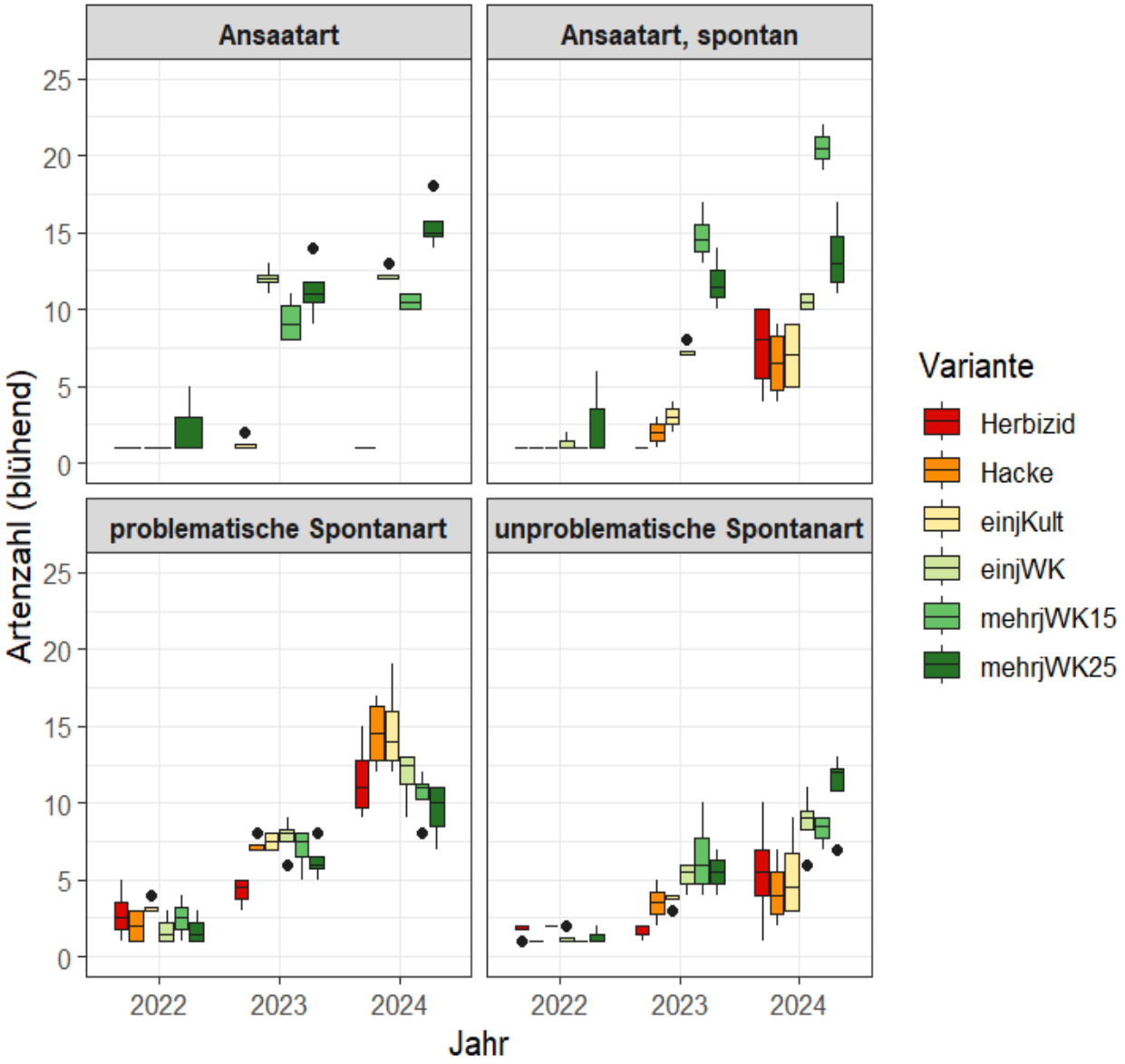

Abbildung 20: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterdurum** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

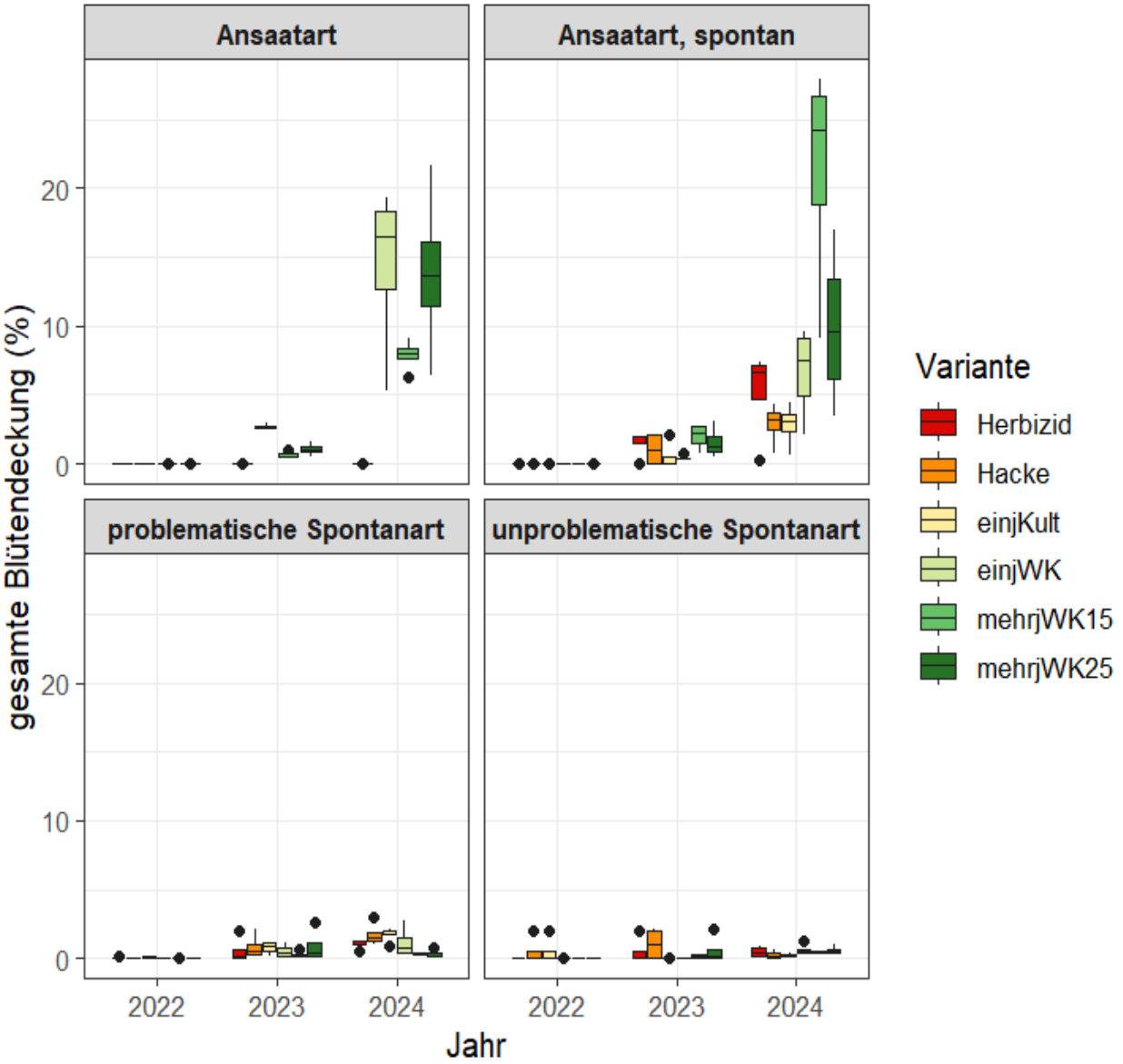

Abbildung 21: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Winterdurum** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

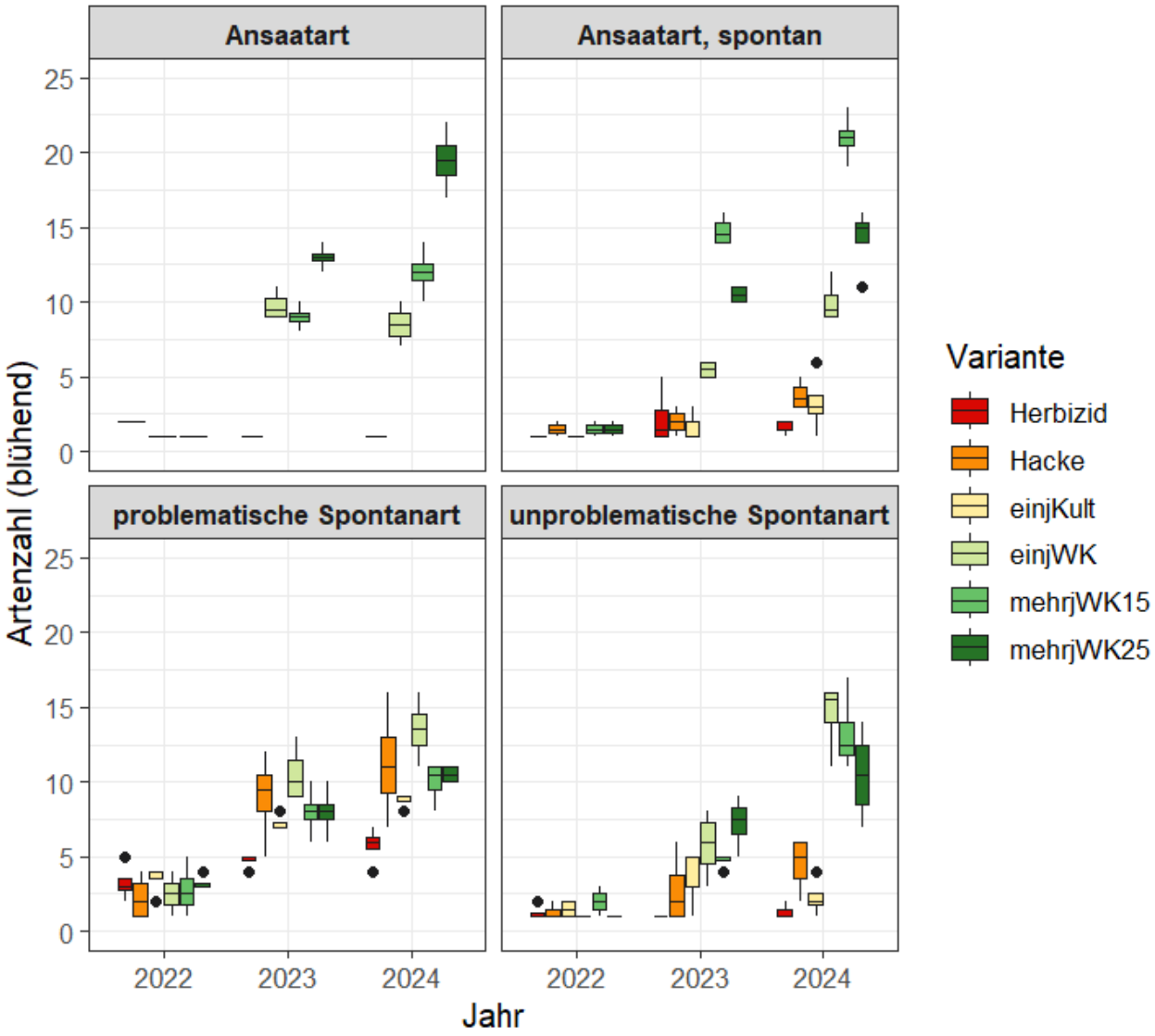

Abbildung 22: Boxplots der Artenzahlen blühender Arten (kumulative Artenzahlen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Silomais** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

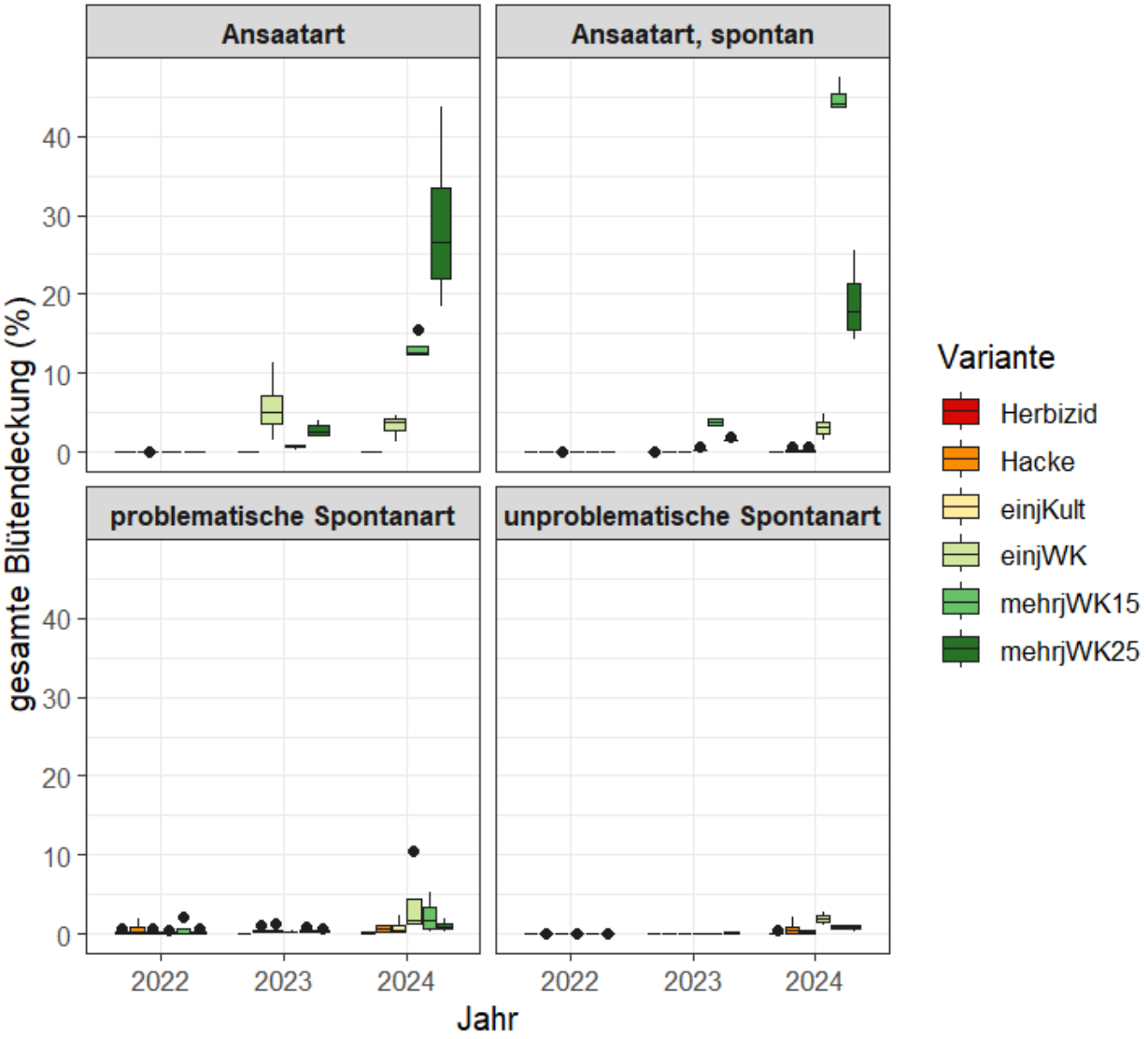

Abbildung 23: Boxplots der Blütendeckung (kumulative Deckungen aller fünf Erfassungen des Blühaspektes pro Jahr) im **Silomais** getrennt nach Ansaatart, Ansaatart (spontan) (= in anderen Varianten angesät), problematischen und unproblematischen Spontanarten (= spontan aus der Diasporenbank oder dem Diasporenfall aufkommenden Arten; Liste problematischer Arten siehe Anhang 2) in den Untersuchungsjahren 2022 bis 2024.

Anhang 5: Deckungen von Ansaatarten in den Kulturreihen

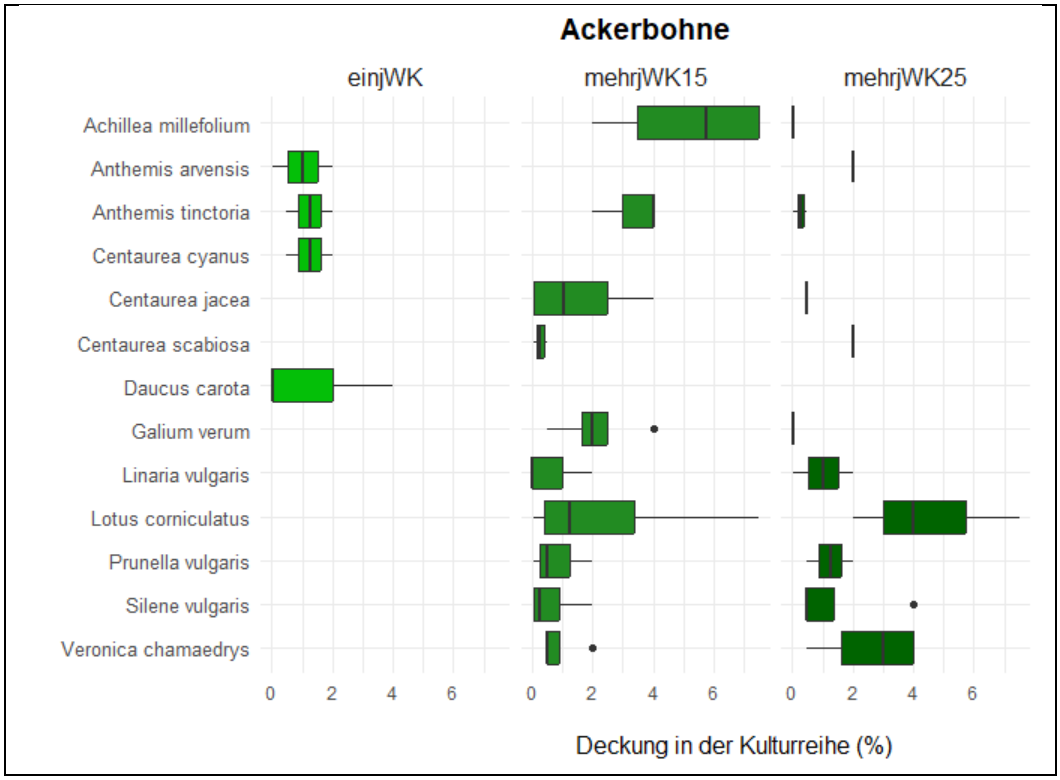

Abbildung 24: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Ackerbohnen-** Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten.

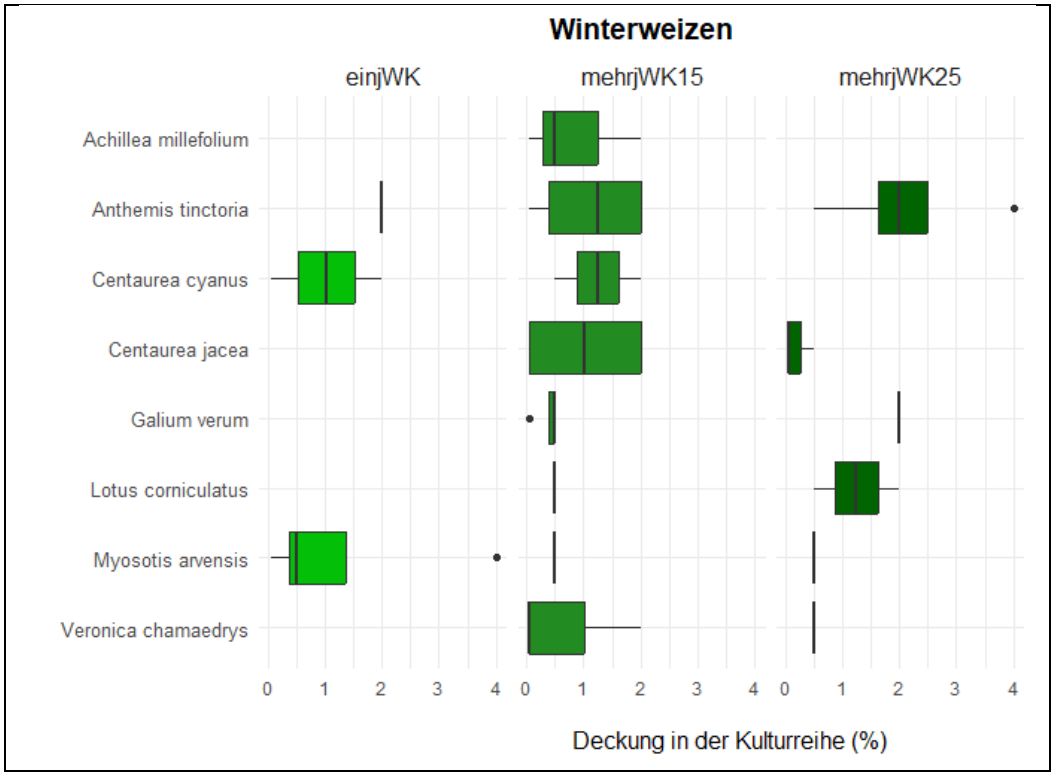

Abbildung 25: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Winterweizen-** Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten.

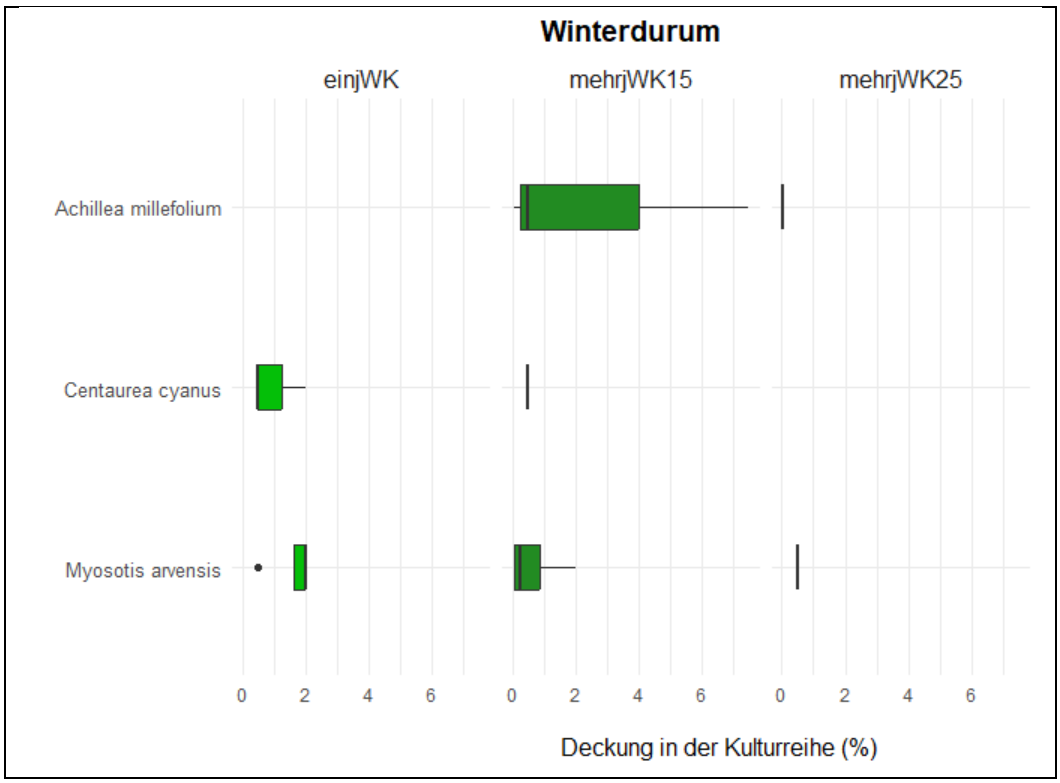

Abbildung 26: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Winterdurum**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten.

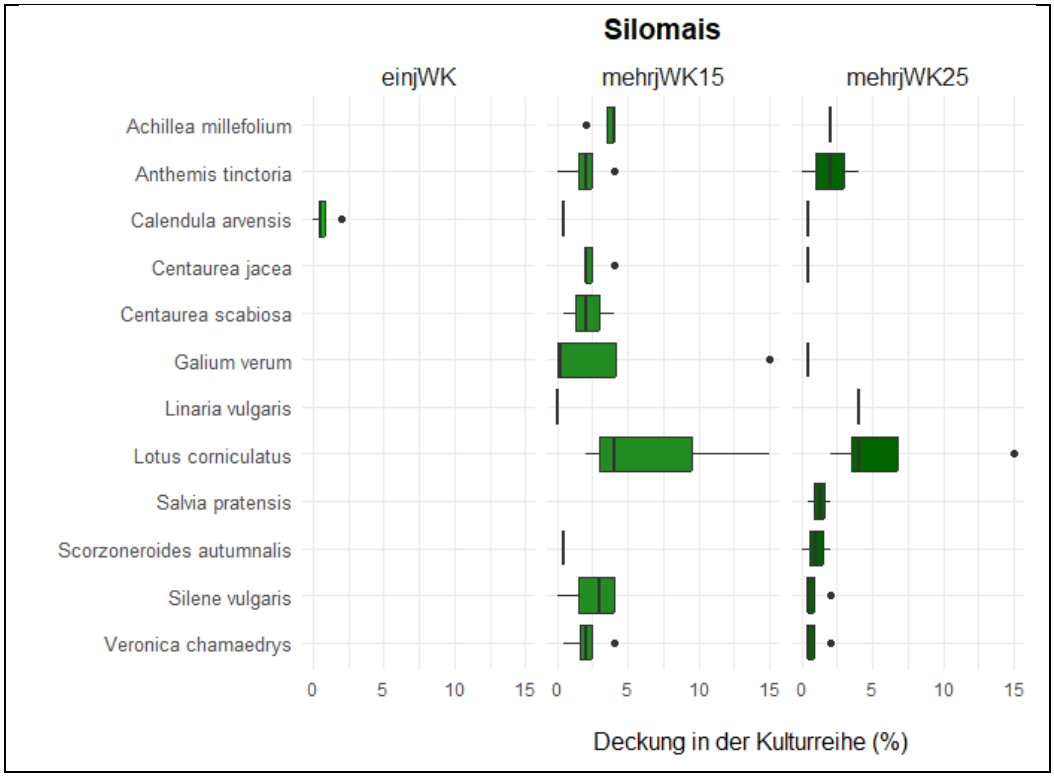

Abbildung 27: Boxplots der Deckungen von Ansaatarten, die sich in den **Silomais**-Kulturreihen im Untersuchungsjahr 2024 etablieren konnten.

Anhang 6: Artenlisten der faunistischen Erfassungen (Schwebfliegen & Wildbienen 2024; Laufkäfer 2023) (inkl. Angaben zum Schutzstatus Deutschland (RL D) und Sachsen-Anhalt (RL ST) = „1“ vom Aussterben bedroht; „2“ stark gefährdet; „3“ gefährdet; „G“ Gefährdung unbekannten Ausmaßes; „R“ extrem selten; „V“ Vorwarnliste; „D“ Daten unzureichend)

Tabelle 10: Artenliste Schwebfliegen nach Varianten für 2024

Art	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Cheilosia conops			-	-	-	-	-	1	1
Cheilosia spec.			1	-	1	-	-	-	2
Chrysotoxum fasciolatum	V		-	-	-	-	-	1	1
Epistrophe eligans			-	1	-	-	-	-	1
Episyrphus balteatus			12	12	9	6	7	3	49
Eristalis tenax			-	-	-	-	1	6	7
Eupeodes corollae			5	5	7	10	8	5	40
Eupeodes lundbecki	G		-	-	1	1	-	-	2
Helophilus affinis		G	-	-	-	1	-	-	1
Helophilus trivittatus			-	-	1	-	-	-	1
Melanostoma mellinum			7	19	14	22	17	14	93
Paragus finitimus	G	2	-	-	1	-	1	-	2
Platycheirus clypeatus			1	2	3	2	2	2	12
Scaeva pyrastri			-	-	2	-	-	-	2
Sphaerophoria rueppelli			1	1	-	4	-	1	7
Sphaerophoria scripta			43	40	50	95	146	110	484
Sphaerophoria spec.			-	-	-	1	1	-	2
Syritta pipiens			-	-	-	2	2	-	4
Syrphus ribesii			1	1	-	-	-	2	4
Individuenzahl			**71**	**81**	**89**	**146**	**185**	**146**	**718**
Artenzahl			**8**	**8**	**9**	**10**	**9**	**10**	**19**
Anzahl RL Arten	**3**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**1**	**1**	

Tabelle 11: Artenliste Wildbienen nach Varianten für 2024

Art	Nist	Nahr	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Andrena afzeliella	E	poli		2	-	-	-	1	-	1	2
Andrena alfkenella	E	poli	V		-	4	-	6	5	-	15
Andrena anthrisci	E	poli		D	2	-	-	-	-	-	2
Andrena cineraria	E	poli			-	-	-	-	-	1	1
Andrena dorsata	E	poli			1	1	2	1	-	2	7
Andrena enslinella	E	poli			1	-	1	1	-	-	3
Andrena flavipes	E	poli			4	4	7	3	3	3	24
Andrena minutula	E	poli			-	1	-	3	1	2	7
Andrena minutuloides	E	poli			1	-	2	8	1	-	12
Andrena nigroaenea	E	poli			4	2	4	3	7	2	22
Andrena niveata	E	oligo	3	3	3	7	10	9	10	13	52
Andrena strohmella	E	poli			-	-	-	1	-	-	1
Andrena viridescens	E	oligo	V	3	-	-	-	1	-	-	1
Anthophora retusa	E	poli	V	2	-	-	-	-	-	1	1
Bombus hortorum	E	poli			-	2	-	-	-	-	2
Bombus lapidarius	H	poli			-	-	-	1	3	5	9

Art	Nist	Nahr	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Bombus lucorum	E	poli			1	2	-	-	-	1	4
Bombus pascuorum	E	poli			-	-	-	-	-	2	2
Bombus sylvarum	E	poli	V		1	3	1	3	12	7	27
Halictus eurygnathus	E	poli			-	-	1	-	1	-	2
Halictus maculatus	E	poli			-	1	-	3	2	1	7
Halictus leucaheneus	E	poli	3	V	-	-	-	3	-	-	3
Halictus scabiosae	E	poli			-	-	-	2	1	1	4
Halictus simplex	E	poli			3	3	3	3	12	8	32
Halictus tumulorum	E	poli			1	1	-	2	1	5	10
Halictus quadricinctus	E	poli	3		-	-	-	-	1	-	1
Hylaeus angustatus	H	poli			-	-	1	-	1	-	2
Hylaeus brevicornis	H	poli			-	1	1	1	-	2	5
Hylaeus communis	H	poli			-	-	-	-	2	3	5
Hylaeus dilatatus	H	poli			-	-	-	1	-	2	3
Lasioglossum calceatum	E	poli			-	-	1	1	3	-	5
Lasioglossum convexiusculum	E	poli	2	2	-	-	-	-	1	-	1
Lasioglossum intermedium	E	poli	3	3	1	-	-	-	-	-	1
Lasioglossum laticeps	E	poli			1	-	-	-	1	1	3
Lasioglossum lativentre	E	poli	V		-	2	1	-	1	-	4
Lasioglossum leucopus	E	poli			1	4	6	-	3	1	15
Lasioglossum leucozonium	E	poli			2	1	3	-	1	-	7
Lasioglossum lineare	E	poli	3	3	-	1	-	-	-	-	1
Lasioglossum malachurum	E	poli			17	21	15	22	34	29	138
Lasioglossum minutissimum	E	poli			-	-	-	1	-	2	3
Lasioglossum morio	E	poli			-	5	1	1	1	2	10
Lasioglossum nitidiusculum	E	poli	V		12	7	13	9	9	20	70
Lasioglossum pauxillum	E	poli			25	32	29	29	35	32	182
Lasioglossum politum	E	poli			3	8	3	10	5	10	39
Lasioglossum punctatissimum	E	poli			-	-	-	-	-	1	1
Lasioglossum pygmaeum	E	poli	G	3	-	-	-	-	2	-	2
Lasioglossum quadrinotatum	E	poli	3	V	-	-	-	2	-	-	2
Lasioglossum villosulum	E	poli			-	-	-	1	2	1	4
Lasioglossum xanthopus	E	poli			1	-	1	1	3	2	8
Nomada fucata	P	para			-	-	-	-	1	-	1
Nomada flavoguttata	P	para			1	1	1	2	2	2	9
Nomada goodeniana	P	para			-	-	-	1	-	-	1
Nomada ruficornis	P	para			-	-	-	1	-	-	1
Osmia bicornis	H	poli			-	-	-	1	-	-	1
Osmia brevicornis	H	oligo	G		-	1	-	-	-	-	1
Panurgus calcaratus	E	oligo			-	-	-	-	1	-	1
Sphecodes crassus	P	para			1	1	-	1	2	1	6
Sphecodes ephippius	P	para			-	-	1	2	1	2	6
Sphecodes gibbus	P	para			1	-	-	-	-	-	1
Sphecodes marginatus	P	para			-	1	-	-	-	-	1
Sphecodes miniatus	P	para			-	2	1	-	2	1	6
Sphecodes monilicornis	P	para			2	-	-	1	-	1	4
Sphecodes spinulosus	P	para	G		4	5	4	16	3	16	48
Individuenzahl					**94**	**124**	**113**	**158**	**176**	**186**	**851**

Art	Nist	Nahr	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Artenzahl					**25**	**28**	**25**	**38**	**37**	**36**	**63**
Anzahl RL-Arten			**16**	**11**	**6**	**8**	**5**	**9**	**9**	**6**	

Tabelle 12: Artenliste Laufkäfer nach Varianten für 2023

Art	Trophie	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Acupalpus interstitialis	h		1	-	2	2	-	-	-	4
Acupalpus meridianus	c			-	-	-	-	2	-	2
Amara similata	o			22	32	36	23	25	11	149
Amara aenea	o			2	3	3	4	13	5	30
Amara apricaria	o			-	-	1	-	-	-	1
Amara aulica	h			-	-	-	2	2	-	4
Amara consularis	h			-	-	1	3	-	-	4
Amara familiaris	h			-	-	-	2	-	-	2
Amara ovata	h			1	5	8	2	5	4	25
Amara tibialis	h			-	2	6	1	1	2	12
Anchomenus dorsalis	c			32	28	41	48	66	39	254
Badister bullatus	c			-	-	-	-	1	-	1
Bembidion lampros	c			5	4	4	9	15	1	38
Bembidion properans	c			-	-	2	-	-	-	2
Brachinus explodens	c	V		1	1	3	2	-	2	9
Calathus ambiguus	c			1	3	2	2	3	5	16
Calathus cinctus	o			1	1	1	-	-	-	3
Calathus fuscipes	c			10	20	6	10	11	11	68
Cicindela campestris	c			-	-	1	-	-	-	1
Dolichus halensis	o	2	R	-	-	-	1	-	2	3
Harpalus affinis	o			25	13	18	20	31	19	126
Harpalus anxius	o			-	1	-	1	1	-	3
Harpalus anxius/ subcylindricus	o / h/o			-	-	1	4	1	-	6
Harpalus cf. subcylindricus	h/o		2	3	2	-	2	1	2	10
Harpalus distinguendus	o			7	13	6	4	23	9	62
Harpalus froelichii	h/o			-	1	1	1	-	-	3
Harpalus latus	o			-	-	-	-	2	-	2
Harpalus luteicornis	o			3	2	-	1	5	3	14
Harpalus pumilus	h/o			-	1	-	-	2	-	3
Harpalus rubripes	h			9	5	7	5	19	6	51
Harpalus rufipes	o			58	53	68	56	76	75	386
Harpalus serripes	o	3		13	5	5	3	15	8	49
Harpalus signaticornis	h			98	19	206	335	238	200	1096
Harpalus subcylindricus	h/o	G		2	-	3	4	4	2	15
Harpalus tardus	h			4	5	4	4	2	7	26
Laemostenus terricola	c			-	-	-	1	1	-	2
Leistus ferrugineus	c			-	2	1	2	1	3	9
Microlestes cf. maurus	c			-	-	-	-	-	1	1
Microlestes cf. fissuralis	c	R	R	-	-	-	-	-	1	1
Microlestes maurus	c			3	-	1	1	-	-	5
Microlestes minutulus	c			13	24	17	20	27	19	120
Nebria salina	c			1	1	-	-	-	-	2

Art	Trophie	RL D	RL ST	Herbizid	Hacke	einjKult	einjWK	mehrjWK15	mehrjWK25	IZ
Notiophilus aestuans	c			-	1	2	3	3	5	14
Notiophilus biguttatus	c			-	-	-	-	1	1	2
Notiophilus palustris	c			-	-	2	-	-	-	2
Ophonus ardosiacus	h			-	-	-	-	1	-	1
Ophonus azureus	h			19	4	30	19	25	31	128
Ophonus laticollis	h			-	-	-	-	3	-	3
Poecilus cupreus	o			4	4	10	3	3	9	33
Pterostichus melanarius	c			17	19	13	15	25	15	104
Syntomus truncatellus	c			-	2	-	1	1	-	4
Trechus quadristriatus	c			4	8	9	14	10	4	49
Zabrus tenebrioides	h			8	9	9	9	5	13	53
Individuenzahl				**366**	**295**	**530**	**637**	**670**	**515**	**3013**
Artenzahl				**27**	**33**	**35**	**37**	**38**	**31**	**53**
Anzahl RL-Arten		**5**	**4**	**4**	**4**	**4**	**5**	**3**	**6**	

Anhang 7: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer

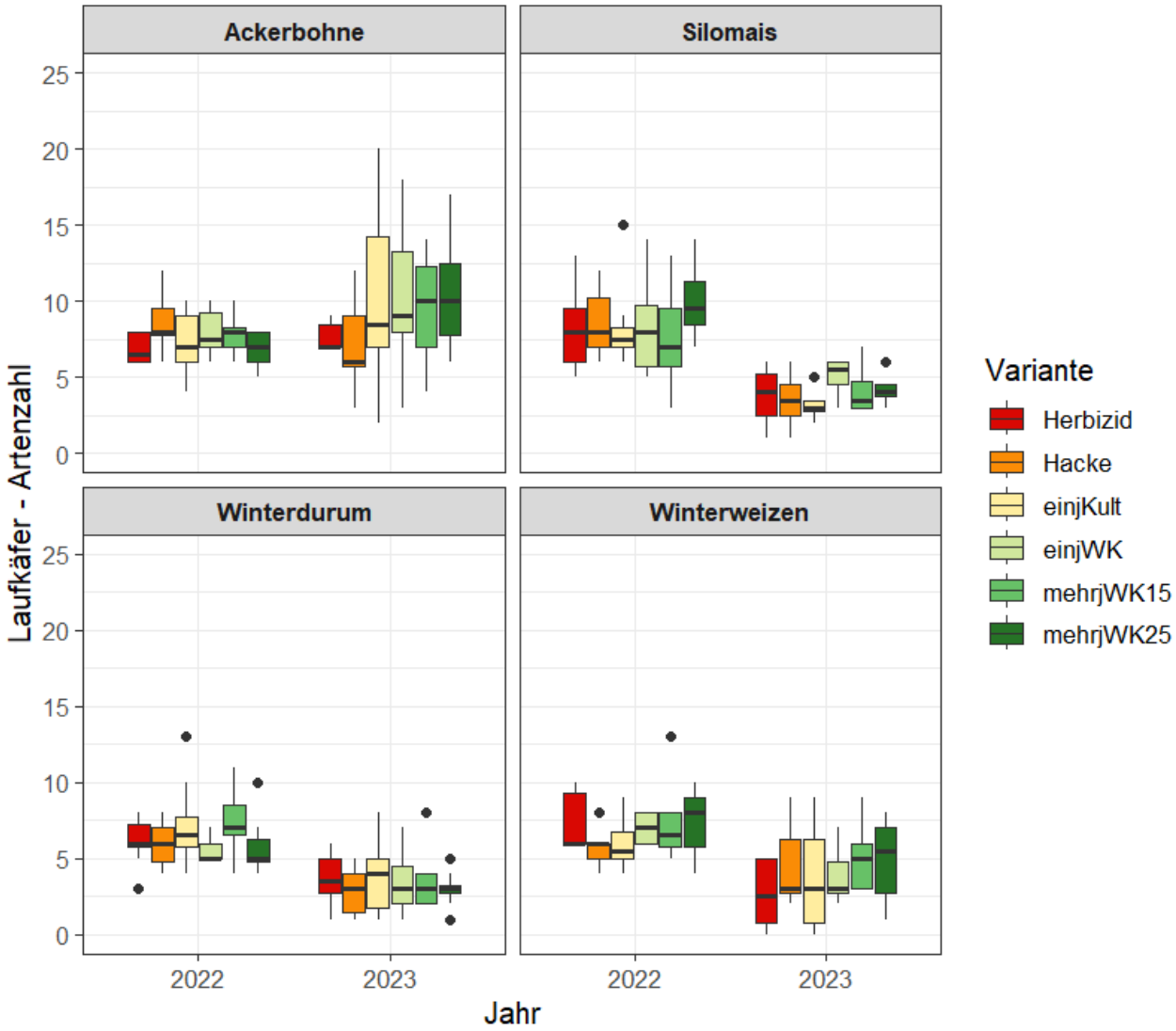

Abbildung 28: Boxplots der Artenzahlen von Laufkäfern aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023, basierend auf zwei Erfassungsdurchgängen. Dargestellt sind die Varianten Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25 in den Kulturen Winterweizen, Winterdurum und Ackerbohne (zwei Durchgänge, jeweils n = 48) sowie Silomais (nur ein Durchgang; n = 24).

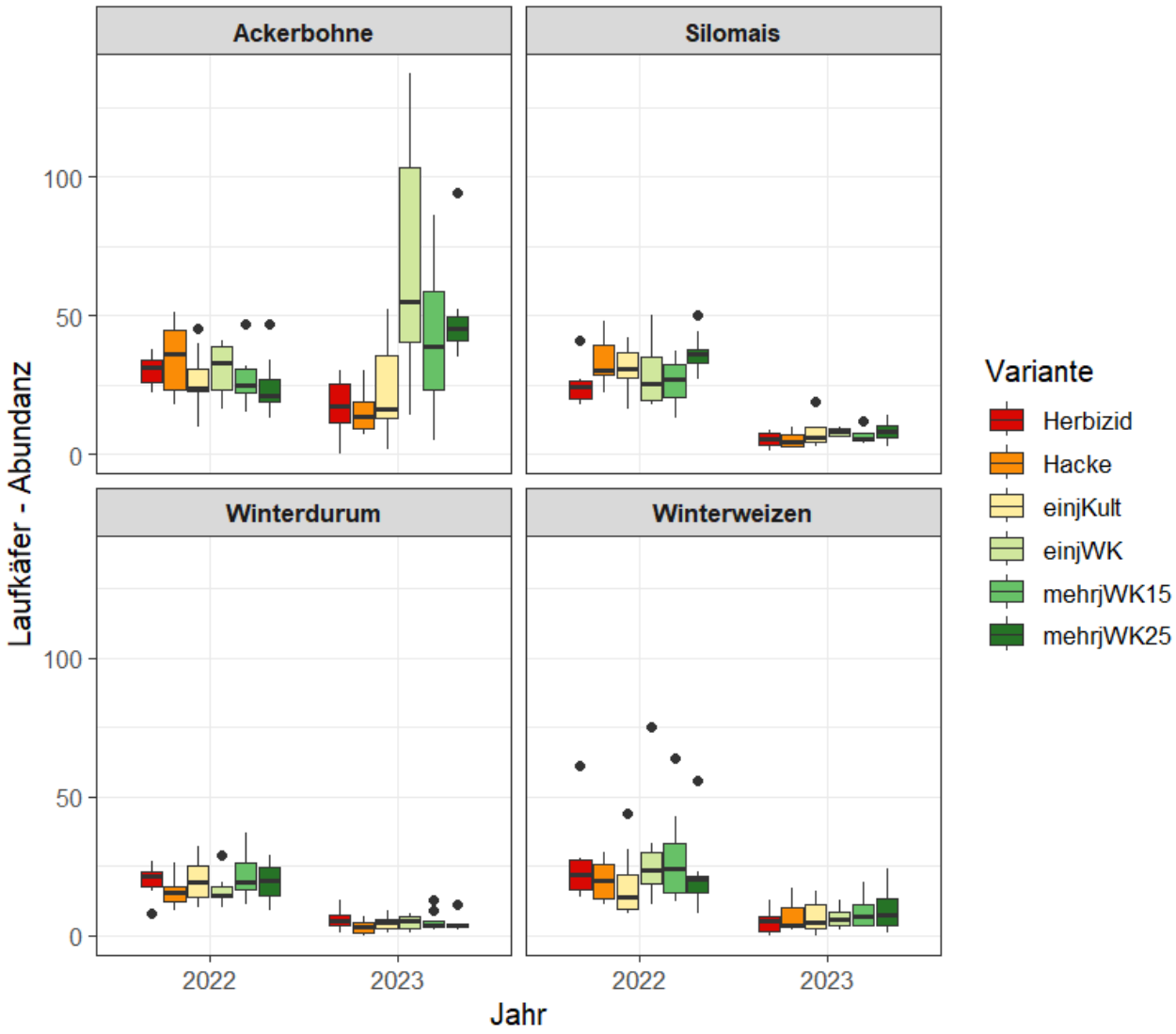

Abbildung 29: Boxplots der Abundanz (Individuenzahlen) von Laufkäfern aus den Untersuchungsjahren 2022 und 2023, basierend auf zwei Erfassungsdurchgängen. Dargestellt sind die Varianten Herbizid, Hacke, einjKult, einjWK, mehrjWK15 und mehrjWK25 in den Kulturen Winterweizen, Winterdurum und Ackerbohne (zwei Durchgänge, jeweils n = 48) sowie Silomais (nur ein Durchgang; n = 24).