

Schluss- bzw. Zwischenbericht für Vorhaben des Sonderprogramms zur Stärkung der biologischen Vielfalt

Berichtszeitraum 01.04.2022 – 31.12.2025

Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung/Fazit.....	2
1 Einführung	3
1.1 Gegenstand des Vorhabens, aktueller Status	3
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens.....	3
2 Material und Methoden	4
2.1 Feldversuch Mais, gleichzeitige Aussaat und Märzaussaat	4
2.2 Feldversuch Sorghum, gleichzeitige Aussaat	6
2.3 On-Farm-Versuche (Reihenbandspritze und Hacktechnik)	6
2.4 Fütterungs- und Siliereignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage (LAZBW)	8
3 Ergebnisse des Vorhabens.....	9
3.1 Feldversuch Mais und Sorghum, gleichzeitige Aussaat	9
3.2 Feldversuch Mais mit Märzaussaat.....	9
3.2.1 Pflanzenerfassungen Untersaat.....	9
3.2.2 Blütenbesucher.....	10
3.2.3 Erosion	12
3.2.4 Ertrag und Qualität	13
3.3 Vergleich Feldversuch Märzaussaat mit gleichzeitiger Aussaat	15
3.4 On-Farm-Versuch Untersaaten mit reduziertem Pflanzenschutz	16
3.4.1 Entwicklung der Untersaat.....	16
3.4.2 Blütenbesucher.....	18
3.4.3 Maisertrag	23
3.5 Fütterungs- und Siliereignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage (LAZBW)	24
4 Ausgabe von Saatgut an Landwirte (2025)	25
5 Diskussion	26
5.1 Wirkungen auf die biologische Vielfalt	26
5.2 Pflanzenbauliche Betrachtung	28
6 Schlussfolgerung und Ausblick	30
7 Veröffentlichungen/Öffentlichkeitsarbeit.....	31
Anlagen	36
Literaturverzeichnis.....	36
Abbildungsverzeichnis	37
Abkürzungsverzeichnis	38
Anhangsverzeichnis.....	39
Anhang	40

Zusammenfassung/Fazit

Im Rahmen der dritten Projektphase (2022–2025) wurde der Einfluss artenreicher, blühender Untersaaten auf Biodiversität und Produktivität von Mais und Sorghum untersucht. Dazu wurden Feldversuche an den Standorten Forchheim (LTZ) und Tachenhausen (HfWU) sowie On-Farm Versuche an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg durchgeführt. Am LA-ZBW wurde ergänzend die Silier- und Fütterungseignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage geprüft (2022–2023). Die Ergebnisse zeigen, dass sich artenreiche Untersaaten grundsätzlich in Mais- und Sorghumbestände integrieren lassen und deutliche positive Effekte auf bestäubende Insekten haben. Diese Vorteile sind jedoch mit Ertragsminderungen und einer erschwerten Unkrautregulierung verbunden. Bei gleichzeitiger Aussaat von Mais und Untersaaten lagen die Erträge im Mittel rund 16 % unter denen des Reinanbaus. Mit der frühen Aussaat konnte zwar das Ziel einer verlängerten Blühphase und höherer Blütenbesucherzahlen erreicht werden, die damit verbundenen Ertragsverluste von durchschnittlich 37 % in den breit gesäten Varianten schränken ihre Praxistauglichkeit jedoch deutlich ein. Die 2025 getestete Streifensaart erwies sich hingegen als vielversprechender Ansatz, um die Konkurrenz zwischen Mais und Untersaat zu verringern. Die Verwendung einer Reihenbandspritze ist eine Möglichkeit zur Kontrolle der Untersaat, welche jedoch noch nicht weit verbreitet ist und nicht immer ausreichend gelingt. Der On-Farm Versuch 2024–2025 zeigte, dass der Einsatz von Hacktechnik grundsätzlich eine Alternative zur Reihenbandspritze darstellt, bei breitflächiger Aussaat und starkem Unkrautdruck jedoch an seine Grenzen stößt. Die Untersaaten erwiesen sich als deutlich attraktiver für Blütenbesucher als natürlich vorkommende Ackerwildkräuter. Insgesamt belegen die Ergebnisse, dass artenreiche Untersaaten eine wirksame Maßnahme zur Förderung der Biodiversität im Maisanbau darstellen, ihre Umsetzung aus pflanzenbaulicher Sicht jedoch anspruchsvoll ist, insbesondere mit der heute praxisüblichen Technik. Um das Risiko deutlicher Ertragsverluste zu vermeiden sind technische Geräte erforderlich, die die Aussaat der Untersaat in einem schmalen Streifen erlauben, sowie Reihenbandspritzungen oder gut eingestellte Hackgeräte zur Unkrautkontrolle. Diesbezüglich besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens, aktueller Status

Mit einem Flächenanteil von etwa 21 % zählt Mais zu den bedeutendsten Ackerkulturen in Deutschland (Destatis, 2023), steht jedoch aufgrund seiner nachteiligen Effekte auf die Bodenfruchtbarkeit, insbesondere aufgrund der Erosionsanfälligkeit, und des geringen Wertes für die Biodiversität häufig in der Kritik. Die Integration von Untersaaten und Mischkulturen kann dazu beitragen die Artenvielfalt im Maisanbau zu steigern (Hüber et al., 2022; Norris et al., 2018; Redwitz et al., 2019) und zugleich das Erosionsrisiko zu verringern.

Im Rahmen des Projekts „Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus“ wurden bereits einzelne großkörnige Gemengepartner, wie Ackerbohnen, Stangenbohnen, Sonnenblumen und Kapuzinerkresse untersucht (Projektphase I bis II, 2018-2021). Der Anbau von Mais mit großkörnigen Gemengepartnern, insbesondere mit Stangenbohnen, zeigte sich dabei als praxistauglich und kann mit herkömmlicher Technik umgesetzt werden. Der Biodiversitätsmehrwert begrenzte sich jedoch auf Hummeln und Honigbienen, während solitäre Wildbienen und Laufkäfer nicht profitierten (Hüber et al., 2022). Um die Biodiversität in der Agrarlandschaft langfristig und nachhaltig zu fördern, bedarf es eines länger anhaltenden und vielfältigeren Blühangebotes (Ebeling et al., 2018; Fründ et al., 2010).

In der zweiten Projektphase (2020-2021) wurden deshalb bereits Parzellenversuche mit artenreichen blühenden Untersaaten im Mais angelegt und erste Voruntersuchungen zu Artenzusammensetzungen und Aussaatzeitpunkt (Herbst- und Frühljahrsaussaat) der Untersaaten durchgeführt. Dabei konnte in ersten Erhebungen eine Zunahme der Vielfalt und Aktivität von Wildbienen und Laufkäfern gegenüber dem Reinanbau beobachtet werden. Jedoch zeigte sich auch, dass der Mais empfindlich auf eine zu hohe Konkurrenz durch die Untersaat reagierte. Vor allem die bereits im Herbst ausgesäte Untersaat mit Etablierung des Mais in Streifenfrässaat stellte sich als zu konkurrenzstark für den Mais heraus.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Vorhabens

Die dritte Projektphase (2022–2025) zielte auf die Optimierung praxisrelevanter, blühender Frühljahrsuntersaaten im Maisanbau.

In den Jahren 2022-2023 wurden die Untersaaten gleichzeitig mit dem Mais ausgesät. Die Beikrautbehandlung erfolgte, wie in den Vorversuchen, mittels Reihenbandspritzung. Im Exaktversuch wurden vier unterschiedliche eigens zusammengestellte Untersaatvarianten hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit und ihres Mehrwertes für Blütenbesucher miteinander verglichen.

Im On-Farm Versuch wurde im Jahr 2022 nur die einjährige Untersaatmischung V2 untersucht, während im Jahr 2023 neben dem integrativen Ansatz (Untersaat Mischung V2) auch ein segregativer Ansatz mit überjährigen Blühstreifen in der Maisfläche getestet wurde. Es wurden jeweils die Entwicklung der Blühmischungen und Beikräuter, die Maiserträge sowie das Vorkommen verschiedener Insektengruppen aufgenommen.

In den Jahren 2024-2025 wurden die Auswirkungen einer frühen Aussaat von zwei blühenden Untersaatvarianten (randomisierter Exaktversuch) sowie die Umsetzung einer mechanischen, reduzierten Unkrautregulierung (On-Farm-Versuch) untersucht. Ziel der frühen Aussaat im Feldversuch war es, den Mehrwert für blütenbesuchende Insekten durch eine potenzielle Verlängerung des Blühzeitraumes zu steigern und potentiell einen höheren Beitrag zum Erosionsschutz zu leisten. Zudem sollten Praxistauglichkeit und Biodiversitätsmehrwert der eigens zusammengestellten Untersaatmischung „V2“ einer handelsüblichen Mischung (E13.2) im Exaktversuch gegenübergestellt werden.

Im On-Farm Versuch wurde 2024 und 2025 die ursprünglich in den Untersaaten verwendete Reihenbandspritzung durch Hacktechnik ersetzt. Ziel war es, die Praxistauglichkeit der Unkrautregulierung in Mais mit blühenden Untersaaten durch den Einsatz einer allgemein verfügbaren Technik zu erhöhen und eine Umsetzung für konventionell und ökologisch wirtschaftende Landwirte zu ermöglichen. Dabei wurde der Einsatz einer reduzierten Hacktechnik mit und ohne Untersaat der betriebsüblichen Unkrautregulierung im Mais gegenübergestellt. Die Variante ohne Untersaat sollte zeigen, welchen Mehrwert eine Untersaat gegenüber der standörtlichen Begleitvegetation für die Biodiversität bietet.

2 Material und Methoden

2.1 Feldversuch Mais, gleichzeitige Aussaat und Märzaussaat

Die Feldversuche wurden 2022–2025 an den Standorten Tachenhausen (TH, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, HfWU) sowie Forchheim (FO, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, LTZ) durchgeführt. 2022–2023 erfolgte die Aussaat der Untersaaten gleichzeitig mit der Maissaat, 2024–2025 bereits vor der Maissaat im März (Märzaussaat). Alle Versuche wurden als randomisierte, vollständige Blockanlagen mit einer Kontrolle (K) ohne Untersaat sowie mehreren Untersaat-Varianten angelegt (Tabelle 1).

In den Jahren 2022 und 2023 wurden vier selbst zusammengestellte Blühmischungen (V1–V4) als Untersaaten getestet. Mischung V2 („Praxismischung“) wurde nach Rückmeldungen der Landwirte 2022 leicht angepasst. Auch V4 mit vielen konkurrenzschwachen Arten wurde modifiziert, um die Etablierung im Maisbestand zu verbessern. 2024–2025 wurde die Mischung

V2 weitergeführt, um einen Vergleich mit den Vorjahren und den On-Farm Versuchen zu ermöglichen. Zusätzlich wurde die Blümmischung E13.2 untersucht, die aus dem Agrarumweltprogramm Baden-Württembergs (FAKT) stammt und ursprünglich als Untersaat für Getreide konzipiert wurde. Die Artenzusammensetzungen aller Mischungen sind in Anhang 1 dargestellt.

Tabelle 1: Feldversuche Mais 2022–2025: Übersicht über Varianten und Blümmischungen

Gleichzeitige Aussaat				Märzaussaat			
2022		2023		2024		2025	
Varianten	Mischung	Varianten	Mischung	Varianten	Mischung	Varianten	Mischung
K	-	K	-	K	-	K	-
V1-br	V1	V1-br	V1	V2-br	V2	V2-br	V2
V2-br_22	V2 (2022)	V2-br	V2	E13.2-br	E13.2	V2-sc	V2
V3-br	V3	V3-br	V3			E13.2-br	E13.2
V4-br_22	V4 (2022)	V4-br_23	V4 (2023)			E13.2-sc	E13.2

Der Mais wurde Mitte April/Anfang Mai mittels Einzelkornsaat in einem Reihenabstand von 75 cm gesät; Sorten und Aussaatstärken unterschieden sich zwischen den Jahren (Anhang 2). Die Saatbettbereitung fand bei gleichzeitiger Aussaat und in den Kontrollparzellen unmittelbar vor der Maissaat statt, bei Märzaussaat vor der Aussaat der Blümmischungen, ohne weitere Bodenbearbeitung vor der Maissaat. Die Untersaaten wurden entweder unmittelbar nach der Maissaat (gleichzeitige Aussaat) oder im März (Märzaussaat) durch oberflächiges Ausstreuen (10 kg/ha) angelegt. Im Jahr 2025 kamen zusätzlich zwei weitere Untersaat-Varianten hinzu, bei denen die Aussaat in schmalen Streifen zwischen den Maisreihen mithilfe eines Särads durchgeführt wurde (V2-sc und E13.2-sc). Nach Auflaufen des Maises erfolgte in den Untersaaten-Varianten eine Reihenbandspritzung (25 cm bei breit ausgestreuten Varianten, 50 cm bei Varianten mit schmalen Streifen), während in der Kontrolle eine flächige Herbizidbehandlung stattfand. Die N-Düngung betrug 60 % der nach DüV empfohlenen Menge (in FO 2025 100 %, da 2024 Mangelercheinungen auftraten). In FO erfolgte die Düngung als Unterfußdüngung, während in TH breitflächig gedüngt wurde. Geerntet wurde der Mais als Silomais (Ende August/Anfang September) mit einem Parzellenhäcksler. Weitere Informationen zur Bestandsführung sowie die genauen Termine sind Anhang 2 zu entnehmen.

Zur Bewertung der Auswirkungen der Untersaaten auf Produktivität und Biodiversität wurden in regelmäßigen Abständen Erfassungen durchgeführt (Anhang 3). Je Parzelle erfolgten drei

Pflanzenbonituren in 75 × 75 cm Schätzquadraten, wobei Deckungsgrad, Blühaspekt und Blütendeckung nach der in Anhang 4 beschriebenen Methodik bestimmt wurden. Die Blütenbesucher wurden durch 10-minütige Beobachtungen pro Parzelle erfasst. Dabei wurden die Anzahl blütenbesuchender Insekten je funktioneller Gruppe (Wildbienen, Schwebfliegen, Sonstige) sowie die jeweils besuchten Pflanzenarten dokumentiert. Für die Erosionsmodellierung wurden Fotos der Quadrate analysiert und daraus der C-Faktor aus der Allgemeinen Bodenabtrags-Gleichung (ABAG) berechnet. Für die Ermittlung des Trockenmasseertrags (TM-Ertrag) wurde bei der Ernte das Frischmassegewicht je Netto-Parzelle bestimmt und eine TS-Probe für 48 h bei 105 °C getrocknet. Eine Woche vor der Ernte wurde zudem je Parzelle ein Biomasseschnitt (1 m²) entnommen und in die Fraktionen Mais, Untersaat und Beikraut getrennt, um die Ertragszusammensetzung zu bestimmen. Für die Ermittlung der Qualität des Ernteguts (Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF), Rohasche (XA)) wurden Qualitätsproben bei 65 °C für 48 Stunden im Trockenschrank getrocknet und anschließend im Labor ausgewertet.

Die statistische Auswertung zweijähriger Daten erfolgte mittels generalisierter linearer gemischter Modelle (GLMM). Variante sowie Jahr x Standort wurden als feste Effekte berücksichtigt, während die Interaktionen zwischen Variante und Jahr, Ort, Jahr-Ort-Kombinationen sowie Block- und Fehlereffekte als zufällige Effekte modelliert wurden. Für Block und Versuchsfehler wurde eine jahres- und standortspezifische Varianz zugelassen. Bei signifikanten Effekten und nach graphischer Prüfung der Voraussetzungen wurden Mittelwertvergleiche mittels LSD-Test durchgeführt. Für die jahr- und ortsspezifische Auswertung wurde nur der Blockfaktor als zufälliger Effekt berücksichtigt.

2.2 Feldversuch Sorghum, gleichzeitige Aussaat

Die Sorghum-Feldversuche wurden 2022–2023 an beiden Standorten durchgeführt. Das Design entsprach einem Split-Split-Plot mit zwei Typen (Energie- und Körnersorghum), vier Sorten (Amiggo, Fenixus, Lupus, Willy) und vier Varianten (K, V1–V3). Die Untersaatmischungen entsprachen den im Maisversuch verwendeten Varianten. Alle weiteren methodischen Details, einschließlich Durchführung und statistischer Auswertung, sind dem Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) zu entnehmen.

2.3 On-Farm-Versuche (Reihenbandspritze und Hacktechnik)

In den Versuchsjahren 2022 und 2023 wurde in den On-Farm Versuchen chemisch-synthetischer Pflanzenschutz verwendet. Das Herbizid wurde mit einer Reihenbandspritze ausgebracht. Dieses Verfahren ist jedoch in der Praxis kaum umsetzbar, da entsprechende Geräte nur in wenigen Betrieben verfügbar sind und für Biolandwirte nicht zulässig sind. Daher wurde die Reihenbandspritzung 2024 und 2025 durch Hacktechnik ersetzt. Bei der reduzierten Hacke

bleibt ein schmaler Streifen zwischen den Maisreihen unbearbeitet. Genaue Angaben zu dieser Versuchsdurchführung und den erfassten Parametern können dem Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) entnommen werden. Gleiches gilt für die Blühstreifenversuche 2023.

Im Jahr 2024 wurde an fünf verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg Untersuchungen zu Mais in Reinkultur (MM) sowie Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz durch Hacken ohne Untersaat (MH) sowie mit Untersaat (MU) durchgeführt (Tabelle 2).

Die Versuchsvarianten MM, MH und MU wurden in den Frühjahren 2024 + 2025 jeweils auf Teilflächen (Mindestbreite von 30 m und eine Mindestlänge von 60 m) des gesamten Versuchsschlags angelegt. Die Blühmischung für Variante MU entsprach V2 aus den Feldversuchen, Zusammensetzung siehe Anhang 1 (Füllstoff: Saatgut = 3:1; Saatstärke 40 kg ha⁻¹). Die Aussaat erfolgte mit Betriebstechnik in zwei Arbeitsgängen. Die praxisüblichen Maissorten wurden jeweils in einem Reihenabstand von 75 cm ausgesät. Die Variante MM wurde im weiteren Verlauf betriebsüblich behandelt. Die Varianten MH und MU wurden nach dem Aufgang von Mais und Untersaat mit der am Betrieb verfügbaren Hacke behandelt. Hierbei wurde nur entlang der Maisreihen gehackt und der Bereich zwischen den Reihen durch Aushängen eines oder mehrerer Hackschare ausgelassen. Aufgrund sehr feuchter Witterung in beiden Frühjahren war der erste Hackgang teilweise nur verzögert durchführbar, da die Befahrbarkeit der Versuchsfelder eingeschränkt war. Die drei Varianten des On-Farm Versuches wurden hinsichtlich des Mehrwertes für blütenbesuchende Insekten der Pflanzenentwicklung und des Ertrages miteinander verglichen.

Tabelle 2: Übersicht über die untersuchten Varianten je Standort und Versuchsjahr

Jahr	Standort	Kürzel Standort	Untersuchte Varianten
2024	Denkendorf	Den	MM, MH, MU
	Dettenheim	Det	MM, MH, MU
	Gerstetten	Ger	MM, MH, MU
	Jungborn	Juh	MM, MU
	Wertheim	Wer	MM, MH, MU
2025	Dettenheim	Det25	MM, MH, MU
	Königsfeld	Koe	MM, MH, MU
	Korntal	Kor	MM, MH, MU
	Liedolsheim	Lie	MM, MH, MU
	Neuhausen	Neu	MM, MU
	Tachenhausen	Tac	MM, MH, MU
	Wertheim	Wer25	MM, MH, MU

MM: reiner Mais, MU: Mais mit Untersaat, MH: Mais mit reduziertem Hacken

Zu mehreren Erfassungszeitpunkten (A, B, C, D) wurden jeweils Daten zum Wildbienen- und Schwebfliegenvorkommen sowie zur Entwicklung und Zusammensetzung der Blühmischungen

in der Untersaat erhoben (genaue Daten siehe Anhang). Schwebfliegen wurden im Jahr 2024 und 2025 zusätzlich erfasst, da sie in der Versuchssaison 2022 sowie 2023 häufig auch in reinen Maisbeständen beobachtet wurden. Zudem sind Schwebfliegen wichtig für die Bestäubung und den Pflanzenschutz (Wotton et al. 2019; Doyle et al., 2020). Die Erfassungen der Pflanzen- bzw. Blütendeckung erfolgten analog zum Feldversuch mit je drei Erfassungssquadraten je Variante. Wildbienen und Schwebfliegen wurden durch Sichtfang erfasst. Hierbei wurde in jeder Variante 20 Minuten ein Transekt begangen und die Insekten mit einem Kescher oder mit einem Exhaustor (Einsaugen des Insekts) abgefangen. Wenn eine Bestimmung am lebenden Tier nicht möglich war, wurde das Exemplar mit Essigsäureethylester abgetötet und für die spätere Bestimmung auf Artniveau präpariert. Die Beobachtung von Lauf- und Kurzflügelkäfern wurde nicht wiederholt, da in den Versuchen 2022 und 2023 Untersaaten keinen merklichen Einfluss auf das Vorkommen dieser Insektengruppen hatten.

Für die Vorbereitung der Insektendaten wurde das Statistikprogramm R (R version 4.5.1 2025-06-13 ucrt – "Great Square Root") verwendet. Dabei wurden alle Individuen bzw. Arten je Standort, Jahr und Variante über die gesamte Erfassungszeit aufsummiert sowie der Shannon Index H' berechnet. Die statistische Auswertung zweijähriger Daten erfolgte mittels generalisierter linearer gemischter Modelle (GLMM). Variante sowie Jahr wurden als feste Effekte berücksichtigt, während der Standort, Interaktionen zwischen Variante und Jahr, Jahr und Standort sowie Standort und Variante als zufällige Effekte modelliert wurden. Für die Parameter Individuenzahl und Artenzahl wurde eine Poisson-Verteilung angenommen, für den Shannon-Index dagegen eine Normalverteilung. Bei signifikanten Effekten und nach graphischer Prüfung der Voraussetzungen wurden Mittelwertvergleiche mittels LSD-Test durchgeführt. Es wurden weiterhin Biomasseschnitte sowie Kornertragserfassungen durchgeführt. Zur Biomassebestimmung wurden je Standort drei Quadratmeterschnitte aus jeder Variante entnommen und nach Mais, Beikräutern und Untersaatpflanzen aufgeteilt. Die Bestimmung des TM-Ertrags erfolgte wie für den Feldversuch beschrieben. Zur Bestimmung des Gesamtertrags je Variante und Standort wurden Mais, Beikräuter und Untersaatpflanzen aufsummiert. Zur Kornertragsbestimmung wurden je Standort und Variante auf fünf Quadratmetern die Kolben aller Maispflanzen entfernt. Die Körner wurden mit einem handbetriebenen Maisrebler von den Spindeln entfernt. Der TM-Ertrag wurde durch Einwaage der feuchten Körner und folgender Trocknung bei 105 °C über 48 h mit nachheriger Auswaage der getrockneten Körner ermittelt.

2.4 Fütterungs- und Siliereignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage (LAZBW)

Zur Prüfung der Konservierungs- und Fütterungseignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage (Sorghum-GPS) wurden im Rahmen des Projekts am Landwirtschaftlichen Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW) im Jahr 2022 auf 5,8 ha die Sorte Nutrigain angebaut. Eine Sorte, die

sich im Wuchs zwischen einer Energie- und Körnerhirse einordnen lässt. Es wurde mit üblicher Silomais-Häckselschneidemaschine geerntet und ohne den Einsatz eines Siliermittels in Fahrtilen einsiliert. Der Ertrag betrug 100 dt Trockenmasse (TM) je ha (zum Vergleich Ertrag Silomais im selben Jahr 200 dt TM/ha bei 900 mm Jahresniederschlag). Ein detaillierter Bericht kann abgerufen werden unter www.lazbw.de.

3 Ergebnisse des Vorhabens

3.1 Feldversuch Mais und Sorghum, gleichzeitige Aussaat

Im Mittel über beide Standorte, Versuchsjahre und alle untersuchten Untersaat-Varianten lagen die Ertragsverluste der Untersaatvarianten gegenüber der Kontrolle im Feldversuch Mais mit gleichzeitiger Aussaat bei 16 % und beim Sorghum bei 19 %. Weitere Ergebnisse sind dem Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) zu entnehmen.

3.2 Feldversuch Mais mit Märzaussaat

3.2.1 Pflanzenerfassungen Untersaat

Etablierte Arten

Im Gegensatz zu den Versuchen 2022–2023, in denen es teils zu Ausfällen durch Trockenheit und Beschattung im Maisbestand kam, konnten sich die Untersaaten 2024–2025 an beiden Standorten gut etablieren, und nahezu alle Arten kamen auch zur Blüte (Tabelle 3). Die frühere Aussaat im März und die damit verbundene längere Etablierungszeit wirkten sich dabei begünstigend aus.

Tabelle 3: Anzahl etablierter Zielarten und Anzahl blühender Zielarten je Standort und Jahr im Feldversuch Mais Märzaussaat

Jahr	Variante	Σ Arten	FO		TH	
			Σ Zielarten	Σ blühend	Σ Zielarten	Σ blühend
2024	V2-br	13	13	12	11	11
	E13.2-br	16	16	14	15	14
	Summe	21	21	18	19	18
	nicht etabliert:		X		Brassica napus, Linum usitatissimum	
	nicht blühend:		Achillea millefolium, Brassica napus, Trifolium subterraneum		Trifolium subterraneum	
2025	V2-br	13	13	10	13	10
	V2-sc	13	13	11	13	12
	E13.2-br	16	15	14	14	14
	E13.2-sc	16	15	10	14	13
	Summe	21	20	18	19	18
	nicht etabliert:		Achillea millefolium		Achillea millefolium, Trifolium subterraneum	
	nicht blühend:		Brassica napus, Trifolium subterraneum		Brassica napus	

Blühaspekt und Blütendeckung

Im Vergleich zu 2022–2023 traten 2024–2025 deutlich mehr blühende Arten auf, begleitet von einem insgesamt höheren Blühaspekt. 2024 zeigte über alle Versuchsjahre hinweg die höchste Blühintensität und Blütendeckung, dominiert von der Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) in der Mischung V2. Durch die frühere Aussaat begann das Blühangebot bereits ab der zweiten Erfassung (Anfang Juni) und damit deutlich früher als bei der gleichzeitigen Aussaat 2022–2023 (Ende Juni/Anfang Juli). Zu den früh blühenden Arten zählten Leindotter (*Camelina sativa*), Kresse (*Lepidium sativum*), und Lein (*Linum usitatissimum*). Die höchste Artenzahl blühender Pflanzen wurde zu den Erfassungen C und D (Ende Juni bis Juli) festgestellt. Dazu gehörten die Färberkamille (*Anthemis tinctoria*), Borretsch (*Borago officinalis*), Ringelblume (*Calendula officinalis*), Koriander (*Coriandrum sativum*), Pippau (*Crepis capillaris*), Serradella (*Ornithopus sativus*) und Inkarnatklée (*Trifolium incarnatum*). Gegen Ende der Vegetationsperiode (August) nahm die Anzahl blühender Arten deutlich ab; spätblühend waren insbesondere Chia (*Salvia hispanica*), Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) und Ringelblume (*Calendula officinalis*).

Pflanzendeckung

Im Vergleich zur gleichzeitigen Aussaat (2022–2023) führte die frühe Etablierung der Untersaaten (2024–2025) zu einer deutlich schnelleren und dichteren Bodenbedeckung. Bereits zur ersten Erfassung, zeitgleich mit der Maissaat, wurde eine Pflanzendeckung von über 10 % (teilweise bis 50 %) bonitiert, während die Untersaaten bei gleichzeitiger Aussaat zu diesem Zeitpunkt gerade erst gesät waren. Bis zur Erfassung C (Ende Juni/Anfang Juli) war der Boden 2024 nahezu vollständig ($\approx 100\%$) bedeckt, 2025 etwas später (Mitte/Ende Juli). Diese Werte wurden bei gleichzeitiger Aussaat nicht erreicht. Die Mischung E13.2 zeigte tendenziell eine lückigere Bodenbedeckung als V2; zudem war die Pflanzendeckung bei schmaler Streifenaussaat geringer als bei breitflächiger Aussaat. In einigen Standort-Jahr-Kombinationen trat eine starke Verunkrautung auf, bei der die Beikrautdeckung die der Untersaat-Arten überstieg. In Tachenhausen 2025 führten Spritzschäden zu einer deutlichen Schädigung der Untersaat, wodurch sich Beikräuter stark entwickeln konnten.

3.2.2 Blütenbesucher

In allen Jahren und an beiden Standorten führten die Untersaaten zu signifikant höheren Zahlen an Wildbienen, Schwebfliegen und sonstigen Blütenbesuchern (Abbildung 1). Besonders ausgeprägt war dieser Effekt 2024 in Tachenhausen, wo durchschnittlich bis zu 40 Individuen pro Erfassungsrunde gezählt wurden. Generell wurden in Tachenhausen höhere Blütenbesucherzahlen erfasst als in Forchheim. Zwar waren die Unterschiede nicht signifikant, jedoch zeigte sich tendenziell, dass in Mischung E13.2 insgesamt weniger Blütenbesuche beobachtet

wurden als in V2 und dass die schmal gesäten Varianten geringere Besucherzahlen aufwiesen als die breitflächig ausgesäten. Die höchste Anzahl an Blütenbesuchern wurde 2024 zur Erfassung B (Anfang Juni) beobachtet, danach nahm die Besucherzahl kontinuierlich ab (Anhang 5). Im Jahr 2025 wurden die meisten Blütenbesucher in den Erfassungen C und D (Juli) registriert. Zur letzten Erfassung im August waren kaum noch Blütenbesucher zu beobachten.

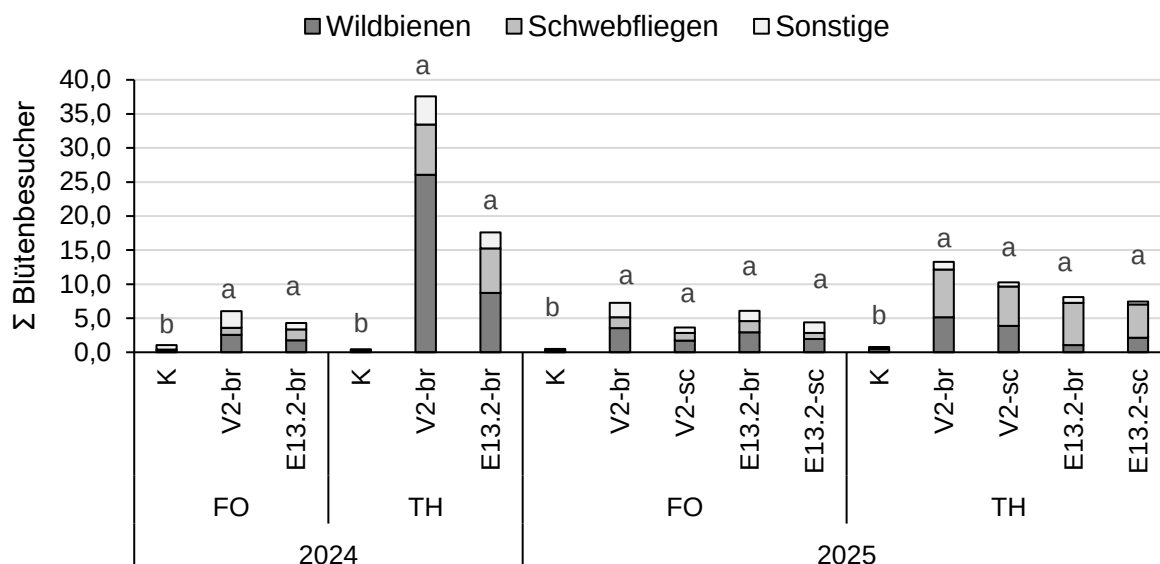


Abbildung 1: Anzahl blütenbesuchender Insekten pro Erfassungstag im Maisfeldversuch mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025.

Mittelwerte sind über vier Wiederholungen berechnet. Zur Vergleichbarkeit der Standorte und Jahre wurden unterschiedliche Anzahlen an Erfassungstagen über einen Offset-Term im statistischen Modell berücksichtigt. Gesamt-Individuenzahlen (Wildbienen + Schwebfliegen + Sonstige) mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahres und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$).

Für Wildbienen erwiesen sich insbesondere Färberkamille (*Anthemis tinctoria*), Kleinköpfiger Pippau (*Crepis capillaris*), Koriander (*Coriandrum sativum*) und Ringelblume (*Calendula officinalis*) als attraktive Pflanzenarten (Abbildung 2). Schwebfliegen besuchten am häufigsten Koriander (*Coriandrum sativum*), die frühblühenden Arten Leindotter (*Camelina sativa*) und Garten-Kresse (*Lepidium sativum*) sowie das Beikraut Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*).

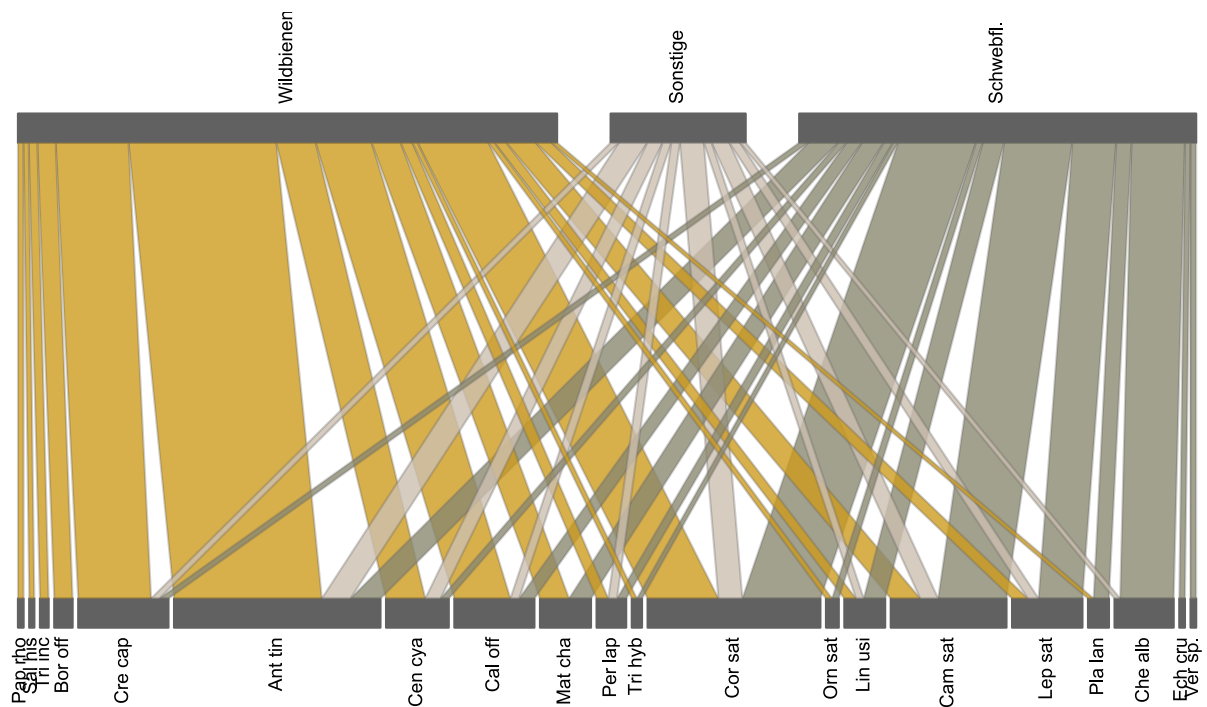


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche nach Artengruppe (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im Feldversuch Mais mit Märzaussaat. Häufigkeitsverteilung basierend auf beiden Standorten (FO und TH) und beiden Jahren.

Zur besseren Übersichtlichkeit sind Besuche je Gruppe und Pflanze < 10 nicht dargestellt. Beschreibung der Abkürzungen der Pflanzenarten siehe Anhang 6.

3.2.3 Erosion

Das Erosionsrisiko ist besonders hoch, wenn die Wahrscheinlichkeit für erosionserzeugende Niederschläge (R-Faktor) hoch und die Bodendeckung gering ist, da dann der relative Bodenabtrag am größten ist (Abbildung 3). Entscheidend ist deshalb eine möglichst hohe Bodendeckung in Kulturperiode 2 nach der Maissaat.

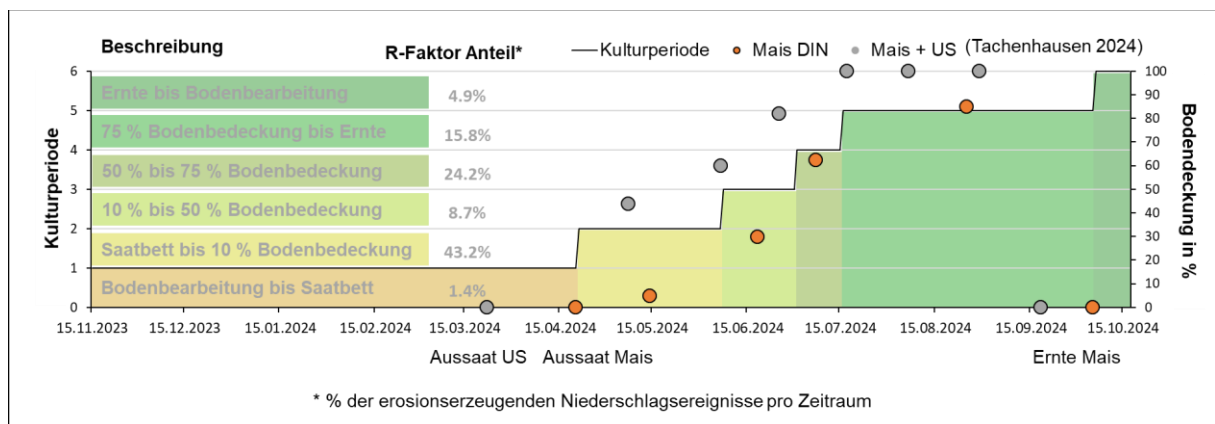


Abbildung 3: schematische Darstellung: Bodendeckung (%) je Kulturperiode für Standard-Mais (DIN, orange Kreise) und Mais mit Märzaussaat von Untersaaten (graue Kreise)

Bei Märzaussaat der Untersaaten führte die frühere und dichtere Bodendeckung zu einer signifikanten Reduktion des Erosionsrisikos auf etwa 40 % des Niveaus von Mais ohne Untersaat (bei unveränderten übrigen Faktoren der ABAG) (Abbildung 4). Varianten mit schmäler Streifenaussaat zeigten tendenziell eine etwas geringere Reduktion des Risikos, bedingt durch die geringere Bodendeckung in Kulturperiode 2.

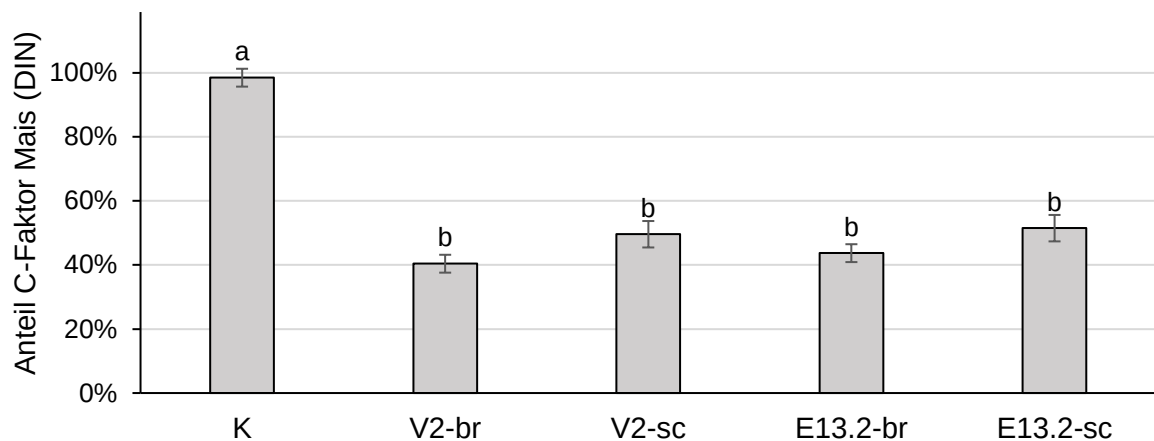


Abbildung 4: mittlerer Anteil C-Faktor gemessen an Mais (DIN, Kontrolle entspricht 100 %) im Feldversuch Mais bei Märzaussaat.

Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind über die Jahre (2024-2025), Standorte (FO, TH) und vier Wiederholungen gemittelt. Werte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$).

3.2.4 Ertrag und Qualität

Parzellen-Ertrag

Über alle Jahre und Standorte hinweg erzielte die Kontrolle signifikant höhere Trockenmasseerträge als die Untersaat-Varianten (Abbildung 5). Im Mittel lagen die Erträge der breit gesäten Varianten etwa ein Drittel unter der Kontrolle, die der schmal gesäten Varianten etwa ein

Viertel, also tendenziell etwas höher als bei der breitflächigen Aussaat. Allerdings ist zu beachten, dass die Auswertung der Varianten mit schmalen Streifen auf einjährigen Daten basiert. Je Jahr und Standort betrachtet zeigten sich deutliche Unterschiede: In Forchheim betrug die Ertragsreduktion der breit gesäten Varianten in beiden Jahren etwa 40–50 % gegenüber der Kontrolle, während diese in Tachenhausen 2025 nur bei etwa 20 % lag (Anhang).

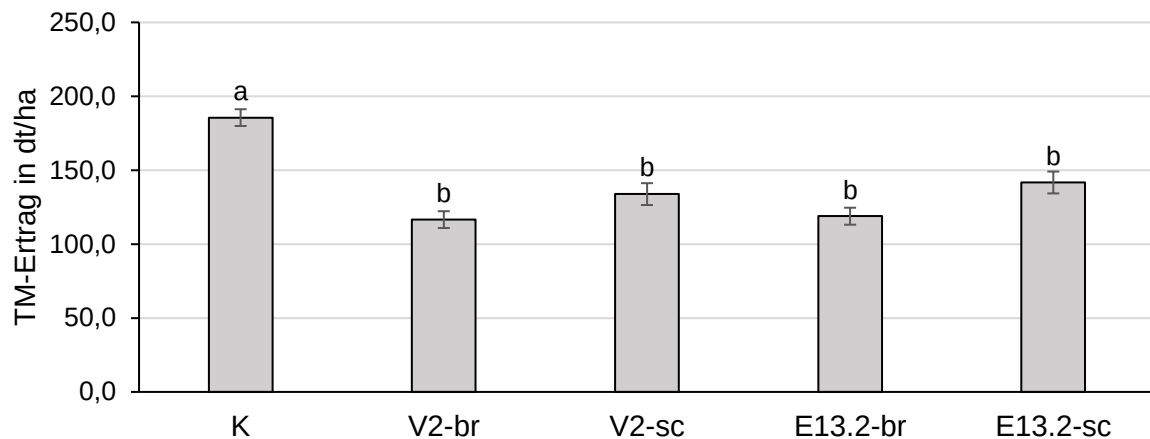


Abbildung 5: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) im Feldversuch Mais mit Märzsaat.

Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind über die Jahre (2024-2025), Standorte (FO, TH) und vier Wiederholungen gemittelt. Werte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$).

Ertragszusammensetzung

Über Jahre und Standorte hinweg konnten aufgrund starker Jahr- und Standortabhängigkeit ($p < 0,05$) keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten nachgewiesen werden. Innerhalb der einzelnen Jahr-Standort-Kombinationen lagen die TM-Mais-Erträge der Untersaat-Varianten, mit Ausnahme von Tachenhausen 2025, signifikant unter der Kontrolle (Abbildung 6). In Tachenhausen 2024 zeichnete sich die Variante V2 durch eine sehr hohe Biomasse aus. Im Folgejahr trat in Tachenhausen eine starke Verunkrautung auf, mit einer Beikrautbiomasse von bis zu 45 dt TM/ha⁻¹ in Variante E13.2-br.

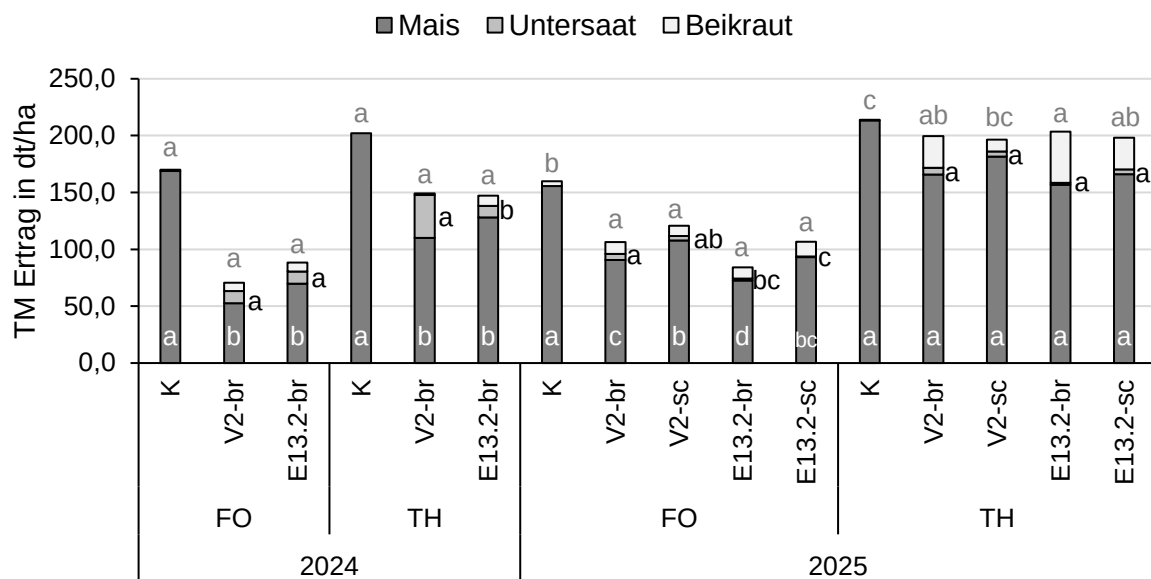


Abbildung 6: Trockenmasse-Ertrag in dt/ha der einzelnen Fraktionen aus den Quadratmeter-schnitten im Feldversuch Mais mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025.

Mittelwerte sind über vier Wiederholungen berechnet. Werte mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahres und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$)

Qualität

Die Ergebnisse basieren auf den einjährigen Daten von 2024; die Qualitätsdaten von 2025 liegen zum Zeitpunkt der Berichterstattung noch nicht vor. Aufgrund starker standortspezifischer Unterschiede konnten für das Jahr 2024 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

3.3 Vergleich Feldversuch Märzaussaat mit gleichzeitiger Aussaat

Im Mittel lagen die TM-Erträge des Mais bei gleichzeitiger Aussaat der Mischung V2 um 12 % unter der Kontrolle, bei früher Aussaat um 37 % (Abbildung 7). Der Effekt des Aussaattermins war jedoch statistisch nicht signifikant, was auf zwei Extremwerte in Tachenhausen 2022 zurückzuführen war. Ohne diese Werte zeigten sich signifikante Unterschiede mit geringeren Erträgen bei gleichzeitiger und nochmals niedrigeren Erträgen bei früher Aussaat. Die Untersaat-Varianten wiesen insgesamt signifikant höhere Zahlen blütenbesuchender Insekten auf als die Kontrolle. In der Variante mit früher Aussaat war die Besucherzahl höher als bei gleichzeitiger Aussaat, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant (LSD-Test, $p = 0.6054$). Zu beachten bei der Analyse ist, dass der Datensatz von 2022 nur den Standort Tachenhausen enthält.

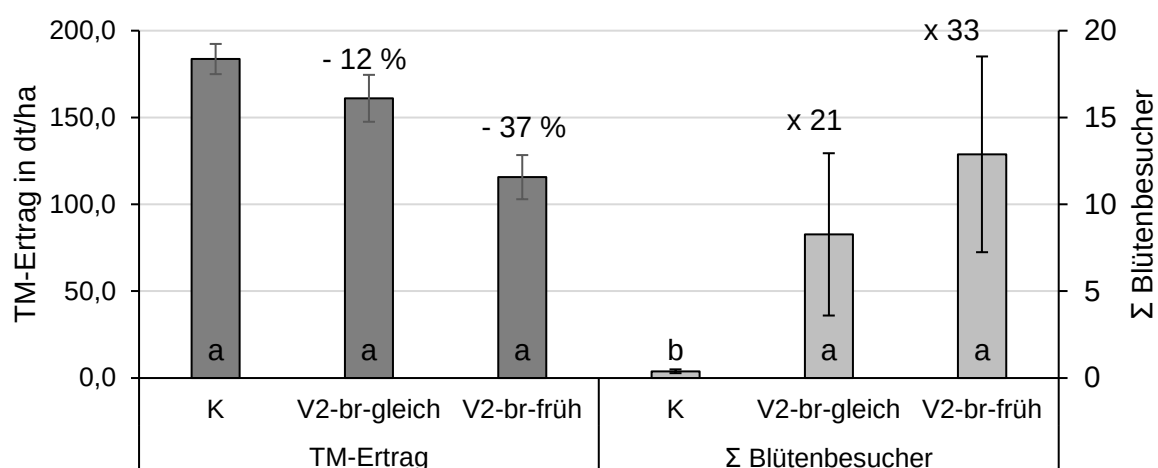


Abbildung 7: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) und mittlere Anzahl Blütenbesucher je Erfassungstermin an den Standorten TH und FO ($n=8$).

Dargestellt sind die Varianten Kontrolle ohne Untersaat (K, Versuchsjahre 2022-2025), der gleichzeitig mit dem Mais gesäten Mischung V2 (V2-br-gleich, 2022-2023) und der im März ausgesäten Mischung V2 (V2-br-früh, 2024-2025) im Feldversuch Mais.

Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind über die Jahre, Standorte (FO, TH) und vier Wiederholungen berechnet. TM-Erträge bzw. Blütenbesuche mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den verschiedenen Leveln des Faktors Aussaat (LSD, $p<0,05$).

3.4 On-Farm-Versuch Untersaaten mit reduziertem Pflanzenschutz

3.4.1 Entwicklung der Untersaat

Im Versuchsjahr 2022 konnte sich die Untersaat an allen Versuchsstandorten erfolgreich etablieren. Im Jahr 2023 kam es jedoch zu Ausfällen einzelner Arten und einem Komplettausfall am Standort Tachenhausen. Genauere Informationen hierzu sind dem Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) zu entnehmen.

In den folgenden Versuchen in den Jahren 2024 sowie 2025 konnte sich die Untersaat erfolgreich etablieren. Ausnahmen bildeten lediglich Lein (*Linum usitatissimum*), der 2024 an keinem der Standorte aufblühte, und Raps (*Brassica napus*), der zwar in beiden Jahren aufblühte, jedoch nicht zur Blüte kam. Leindotter (*Camelina sativa*) und Gartenkresse (*Lepidium sativum*) blühten je nach Aussaatzeitpunkt bereits Ende Juni, während Koriander (*Coriandrum sativum*), Borretsch (*Borago officinalis*) und Ringelblume (*Calendula officinalis*) im Juli dominierten. Chia (*Salvia hispanica*) und Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) boten bis Ende August ein spätes Blühangebot. (Abbildung 8).

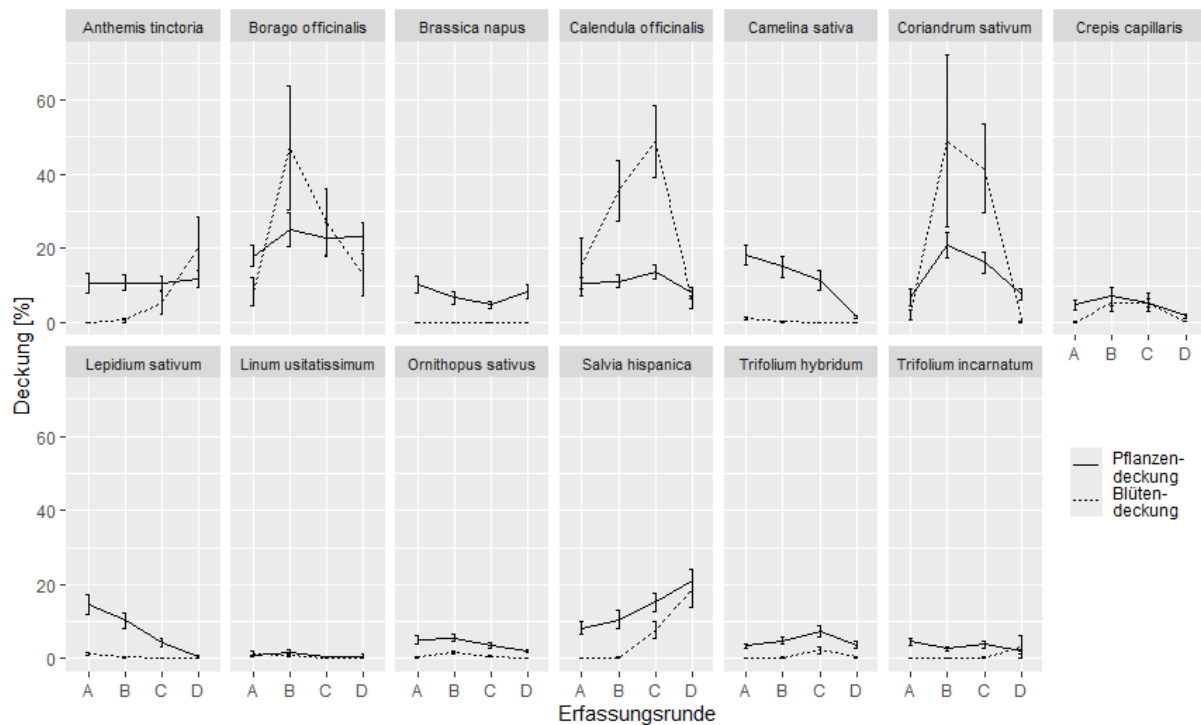


Abbildung 8: Mittlere Pflanzen- und Blütendeckung der Untersaat-Arten im On-Farm Versuch über die Vegetationsperioden 2024 und 2025. Dargestellt sind jeweils Mittelwert und Standardfehler über die fünf Versuchsstandorte pro Erfassungsrunde. Der Erfassungszeitraum verlief von Ende Juni (A) bis Ende August (D) 2024 und 2025.

Die Entwicklung der Untersaat an den verschiedenen On-Farm Versuchsstandorten war aufgrund von Standortunterschieden sowie der verwendeten Hacktechnik sehr unterschiedlich. Generell konnte sich die Untersaat sehr stark entwickeln. Die Deckung mit Beikräutern war in der Variante „reduzierter mechanischer Pflanzenschutz mit Untersaat“ niedriger als in der Variante mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz ohne Untersaat. Die Untersaat kann also erfolgreich Beikräuter unterdrücken (Abbildung 9). Die starke Entwicklung der Untersaat führt jedoch auch zu Ertragseinbußen des Mais (s. 3.4.3).

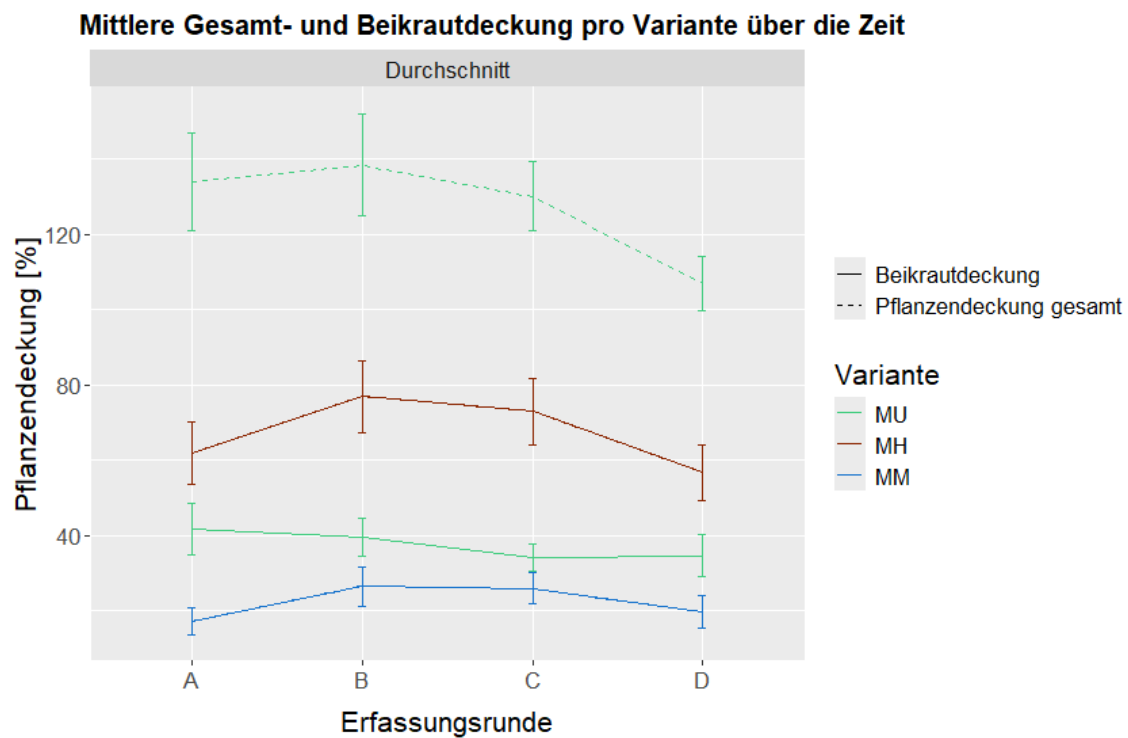


Abbildung 9: Entwicklung der mittleren Pflanzendeckung im On-Farm Versuch (n= 12 Betriebe) über die vier Erfassungszeitpunkte A-D in den Jahren 2024-2025.

Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des jeweiligen Erfassungszeitpunktes dar.

3.4.2 Blütenbesucher

In den Versuchsjahren 2022 – 2023 wurden Laufkäfer, Kurzflügelkäfer und Wildbienen beobachtet. Hier zeigte sich ein positiver Effekt der Blühstreifen und blühenden Untersaaten auf Wildbienen, während die bodenlebenden Insekten nur geringfügig profitieren konnten. Weitere Ergebnisse sind dem Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) zu entnehmen. So wurde in den Projektjahren 2024 – 2025 der Fokus auf bestäubende Insekten gelegt. Zusätzlich zu den Wildbienen wurden Schwebfliegen erfasst. Bodenlebende Insekten wurden nicht mehr erfasst.

Wildbienen

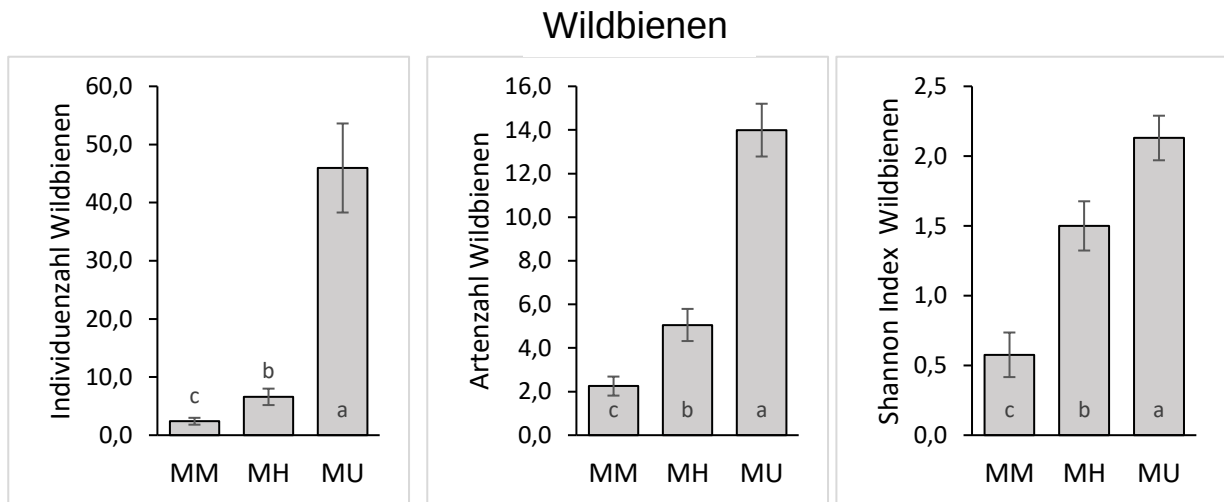


Abbildung 10: Ergebnisse der Wildbienenerfassungen im Mais-Untersaaten On-Farm Versuch 2024 - 2025.

Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler über die Versuchsstandorte und Versuchsjahre für das Vorkommens von Wildbienenindividuen (links), Wildbienenarten (Mitte) sowie die Wildbienenendiversität (rechts) über die Varianten MM = betriebsüblicher Maisanbau, MH = reduzierte Hackbreite, MU = reduzierte Hackbreite + Untersaat).

Es wurden nur Wildbienen (Solitärbienen und Hummeln) unter Ausschluss der Honigbiene in die Auswertung aufgenommen.

Über die Jahre 2024 - 2025 wurden in der Summe über alle On-Farm-Flächen 791 Wildbienen von 52 Arten nachgewiesen. 87 % der Wildbienen wurden in der Variante „Mais mit blühender Untersaat“ (MU) erfasst. In der Summe über die vier Erfassungsrunden wurden pro Fläche im Mittel 57 Wildbienen von 15 Arten in der Untersaat (MU) erfasst, sieben Individuen von fünf Arten in der reduzierten Hackvariante (MH) und drei Individuen von zwei Arten in der betriebsüblich behandelten Mais-Kontrolle (MM). Die drei Versuchsvarianten sind sowohl in der Individuenzahl, der Artenzahl sowie der Shannon-Diversität signifikant voneinander verschieden (Abbildung 10). Es zeigte sich kein signifikanter Effekt des Jahres oder des Standortes auf die Anzahl und Diversität der bestäubenden Insekten.

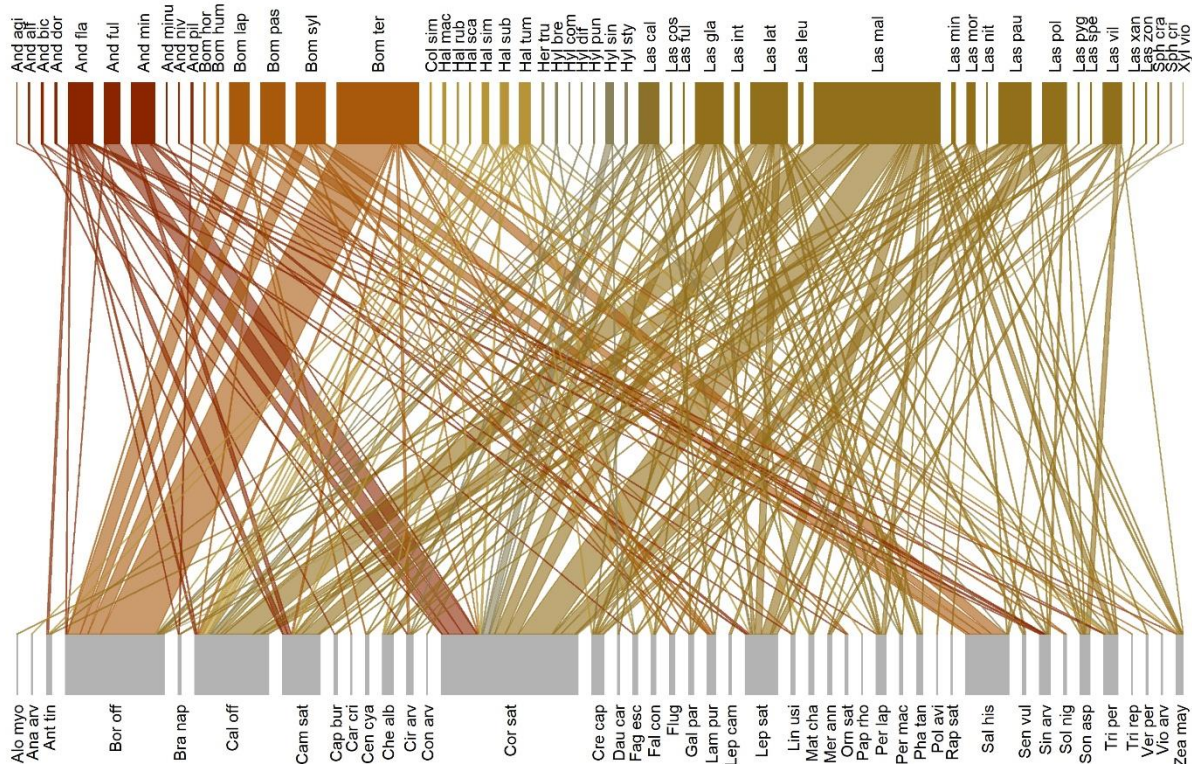


Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche der Wildbienen (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im On-Farm Versuch Mais mit blühender Untersaat von 2024 - 2025.

Häufigkeitsverteilung basierend auf allen Standorten und beiden Jahren. Beschreibung der Abkürzungen der Pflanzenarten siehe Anhang 6, Beschreibung der Insektenarten siehe Anhang.

Das Blütenbesuchsverhalten der Wildbienen war abhängig von der Größe der Blüten. Hummeln besuchten so vor allem Borretsch und Chia, während kleinere Wildbienen wie die Furchenbienen (*Lasioglossum*) und Sandbienen (*Andrena*) vor allem Koriander, Kresse und Ringelblume besuchten (Abbildung 11).

Schwebfliegen

In den Versuchsjahren 2024 – 2025 wurden insgesamt 1085 Schwebfliegen von 36 Arten auf den Versuchsflächen beobachtet, wobei 53 % der Individuen in der Variante „reduzierte Hackbreite mit blühender Untersaat“ festgestellt wurden. Es wurden im Mittel pro Standort 48 Individuen von acht Arten in der Untersaat (MU) erfasst, 36 Individuen von sechs Arten in der reduzierten Hackvariante (MH) und zwölf Individuen von vier Arten in der betriebsüblichen Mais-Kontrolle (MM). Die Individuenzahl der Schwebfliegen unterschied sich signifikant in den drei Versuchsvarianten. Die Artenzahl der Schwebfliegen war nur signifikant verschieden zwischen der Variante mit blühender Untersaat und der Kontrolle, während die Shannon-Diversität über die drei Varianten nicht signifikant verschieden war (Abbildung 12).

Schwebfliegen

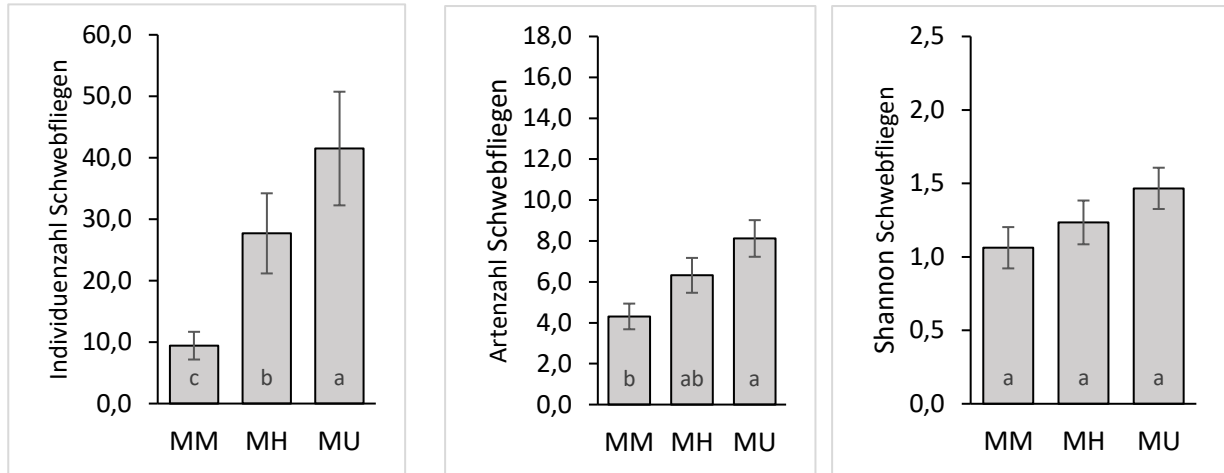


Abbildung 12: Ergebnisse der Schwebfliegenerfassungen im Mais-Untersaaten On-Farm Versuch 2024 – 2025. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler des Vorkommens von Schwebfliegenindividuen (links), -Arten (Mitte) und -diversität (rechts) pro Variante (MM = betriebsüblicher Maisanbau, MH = reduzierte Hackbreite, MU = reduzierte Hackbreite + Untersaat) über die Versuchsstandorte und Versuchsjahre.

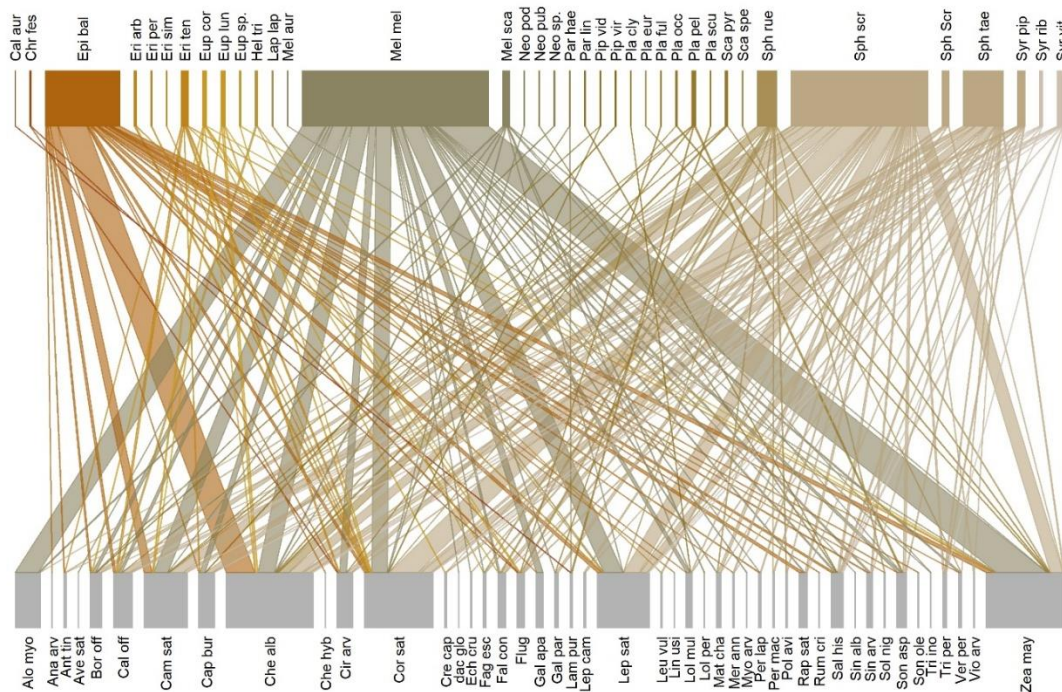


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche der Schwebfliegen (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im On-Farm Versuch Mais mit blühender Untersaat von 2024 - 2025. Häufigkeitsverteilung basierend auf allen Standorten und beiden Jahren. Beschreibung der Abkürzungen der Pflanzenarten siehe Anhang 6, Beschreibung der Insektenarten siehe Anhang.

Für Schwebfliegen waren vor allem Koriander, Leindotter und Gartenkresse durch ihre offene Blütenform sehr attraktiv. Auch der weiße Gänsefuß war bei Schwebfliegen beliebt, es konnten

auch viele Individuen auf Maisblättern beobachtet werden, auf denen die Tiere zumeist rasteten (Abbildung 13).

Einfluss der Blütendeckung auf die Anzahl der Blütenbesucher

Die höheren Deckungsgrade der Beikräuter in der MH-Variante sowie die Untersaat-Mischung in der MU-Variante führten zu einer insgesamt höheren Blühdeckung in diesen Varianten (Abbildung 15). Dieses größere Blühangebot zog zudem mehr Insekten an, was durch eine positive Korrelation zwischen der Blühdeckung und der Anzahl der Schwebfliegen- und Wildbienen-Individuen gezeigt werden konnte (Abbildung 14).

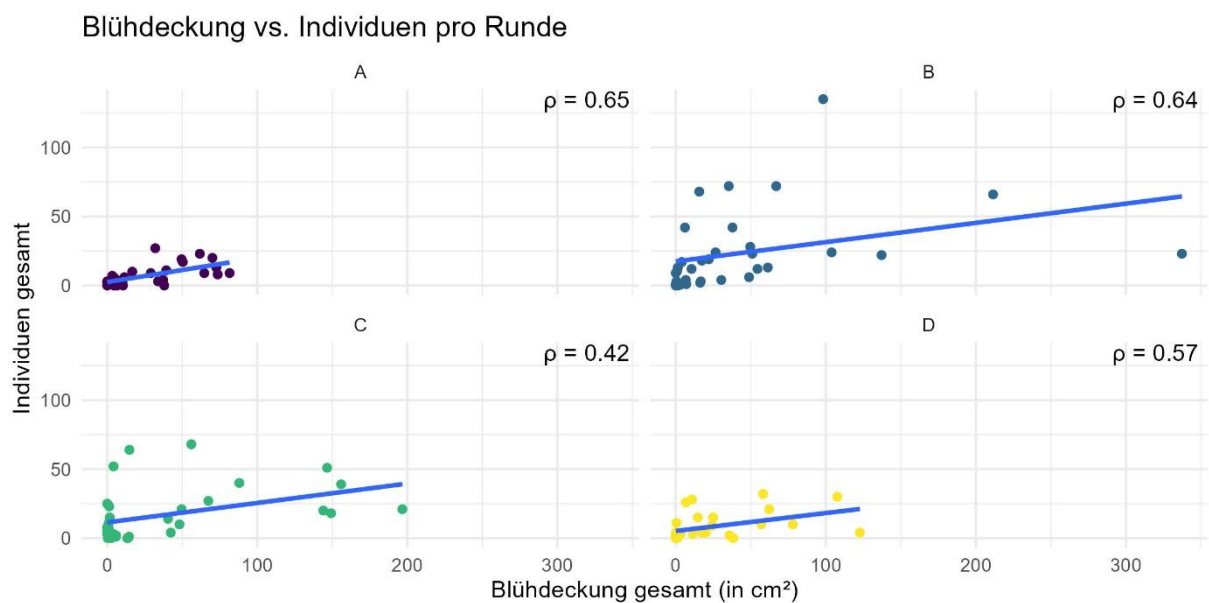


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der Blühdeckung (in cm²) und der Anzahl der erfassten Schwebfliegen- und Wildbienen-Individuen pro Erfassungsrunde (A–D) über alle Varianten der Jahre 2024 (5 Standorte) und 2025 (7 Standorte) hinweg.

Jede Facette zeigt die Punkte für einen Erfassungstermin, die Punkte sind nach Erfassungstermin eingefärbt. Die blaue Linie stellt die lineare Regression dar. Oben rechts ist der jeweilige Spearman-Rangkorrelationskoeffizient (ρ) angegeben, der die Stärke des Zusammenhangs zwischen Blühdeckung und Individuenzahl angibt.

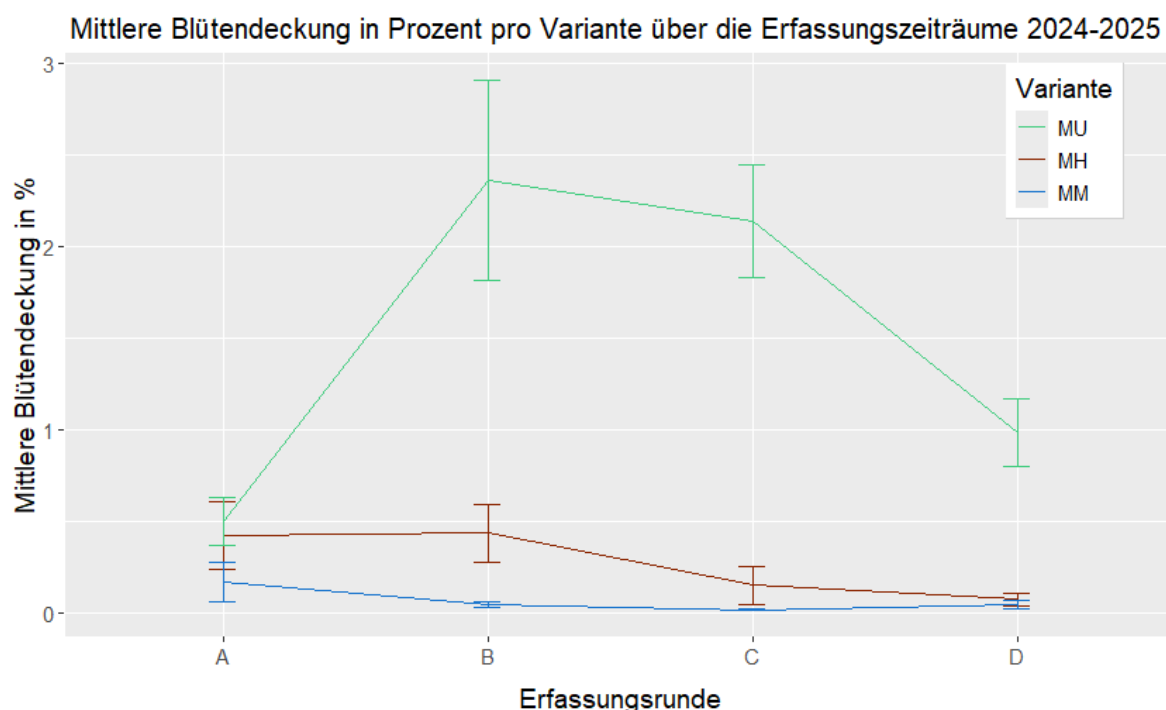


Abbildung 15: Mittlere Blütendeckung in Prozent pro Variante über die Erfassungszeiträume 2024-2025.

Dargestellt ist der prozentuale Anteil der mittleren von Blüten bedeckten Fläche der Aufnahme-
 meßfläche von 75x75 cm sowie deren Standardfehler über alle Erfassungsrunden für jede Va-
 riante (MM = betriebsüblicher Maisanbau, MH = reduzierte Hackbreite, MU = reduzierte Hack-
 breite + Untersaat).

3.4.3 Maisertrag

In den Versuchsjahren 2022 und 2023 zeigten sich stark schwankende Ertragsunterschiede zwischen der Variante „reduzierter chemischer Pflanzenschutz mit blühender Untersaat“ und dem betriebsüblichen Maisanbau. So gab es 2022 einen mittleren Rückgang des Maisertrages um 17 %, während 2023 teils auch Mehr-Erträge zu verzeichnen waren. Diese sind jedoch vor allem auf teils sehr schlechtes Auflaufen der Untersaat sowie standortabhängige Unterschiede im Boden zurückzuführen. Aufgrund der starken Varianz der Ertragsunterschiede wird von der Erstellung einer schließenden Statistik der Ergebnisse abgesehen. Ein genaueres Bild der Ertragsunterschiede ist im Zwischenbericht von März 2024 (Berichtszeitraum 01.04.2022–31.03.2024) dargestellt.

In den Versuchsjahren 2024 und 2025 sank in der Variante mit Untersaat (MU) der Biomasse-Ertrag des reinen Maises gegenüber der Kontrolle (MM) im Mittel über die Versuchsjahre um 41 %, die Gesamtbiomasse (Trockenmasse) mit Beikräutern und Untersaatpflanzen um 31 %. Im Versuch mit reduzierter Hackbreite ging der Maisertrag um 23 % zurück, während die Gesamtbiomasse um 18 % reduziert war. Insgesamt hatten die beiden Versuchsvarianten eine

signifikant niedrigere Gesamtbiomasse als die Kontrolle, siehe Abbildung 16. Bezogen auf den reinen Mais-Biomasseertrag ergaben sich auch signifikante Unterschiede zwischen der Versuchsvariante mit blühender Untersaat und der Variante ohne blühende Untersaat.

Der Kornertrag wurde auch durch die Versuchsvarianten reduziert, mit einem Rückgang um 15 % in der Versuchsvariante mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz und um 32 % in der Variante mit blühender Untersaat. Hierbei unterschied sich die blühende Untersaat signifikant von der Kontrolle, während sich die Versuchsvariante mit reduzierter mechanischer Unkrautkontrolle nicht von der Kontrolle oder der blühenden Untersaat unterschied.

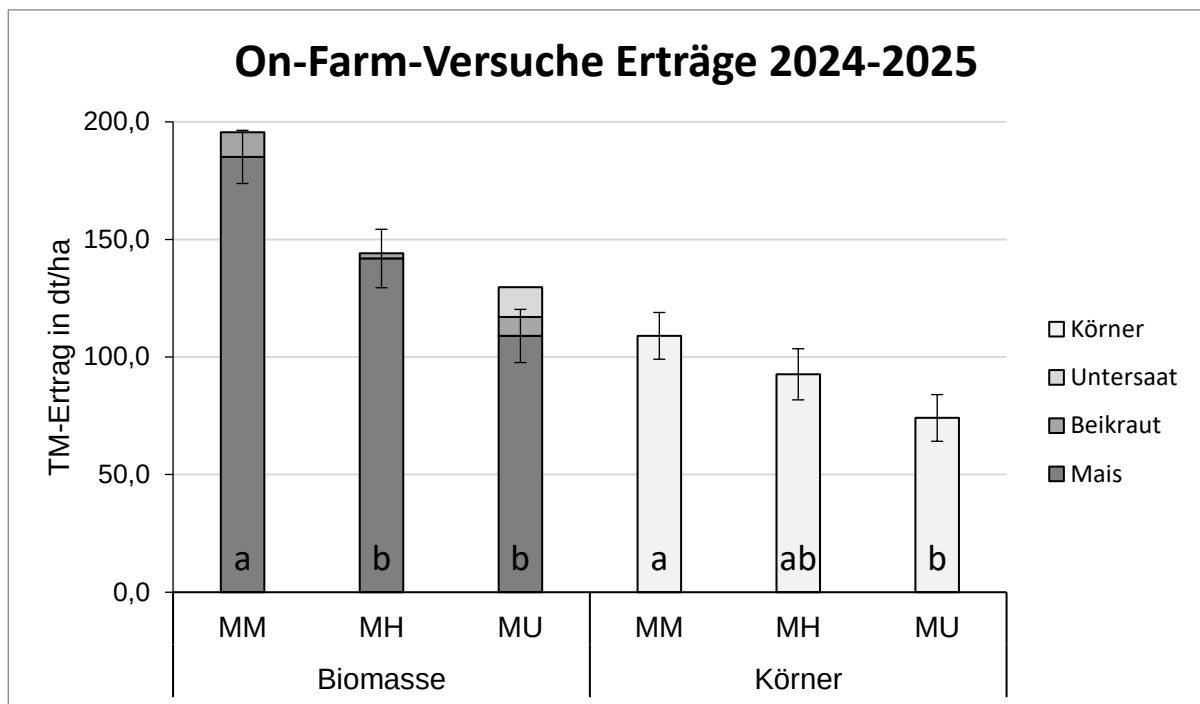


Abbildung 16: Mittlere Biomasse- (links) und Kornerträge (rechts) im On-Farm Versuch 2024 - 2025

n = 12 Betriebe. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler der Mais-Biomasse sowie des Mais-Kornertrages. Balken mit gleichen Buchstaben innerhalb von ‚Biomasse‘ und ‚Körner‘ unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0.05$) voneinander. Varianten: Betriebsüblicher Mais (MM), Mais mit reduzierter Hackbreite ohne Untersaat (MH) und Mais mit reduzierter Hackbreite mit Untersaat (MU).

3.5 Fütterungs- und Siliereignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage (LAZBW)

Die Silierbarkeit der Sorghum-GPS war, dank der hohen Zuckerkonzentration, vergleichbar mit Silomais. Im Laborsilievierversuch ergaben sich gute Gärqualitäten, jedoch mit deutlich erhöhten Alkoholgehalten. Der Einsatz von Siliermitteln, mit DLG-Qualitätssiegel der Wirkungsrichtung 2, verbesserte die aerobe Stabilität der Silagen. Begleitend zum Fütterungsversuch wurde an den geöffneten Fahrsilos ein regelmäßiges Silocontrolling durchgeführt. Die gemessene Verdichtung der Silagen war teilweise ungenügend, vor allem im oberen Bereich beider Silos. Um

der Nacherwärmungsproblematik vorzubeugen, sollte bei der Silierung auf eine optimale Verdichtung der Silagen geachtet werden.

Im Sommer 2023 folgte der Fütterungsversuch mit laktierenden Fleckviehkühen am LAZBW. Im Versuch wurde untersucht, wie die Tiere reagieren, wenn Maissilage in der Teilmischration zu 70 % durch Sorghum-GPS ersetzt wird. Bei Fütterung von 4,9 kg TM Sorghum-GPS plus 2,4 kg TM Maissilage je Tag in den Rationen (im Vergleich zur Kontrolle mit 0 kg TM Sorghum-GPS plus 6,8 kg TM Maissilage) wurden eine hohe Futteraufnahme (24,4 kg TM/Tag) und Milchleistung (34,2 kg Energiekorrigierte Milchleistung (ECM) je Tag) erreicht, weil der geringen Energiekonzentration von Sorghum-GPS (5,4 MJ NEL je kg TM; Maissilage 6,8) durch eine Erhöhung des Konzentratfutteranteils in der Ration (von 31 auf 39 % der TM-Aufnahme) begegnet wurde. Das kostete Grobfutterleistung (30 statt 49 % der ECM). Unter den in Oberschwaben weiterhin günstigen Anbaubedingungen für Silomais, waren die Futterkosten der Sorghum-GPS deutlich höher als die der Maissilage.

Die gefütterte Sorghum-GPS enthielt relevante Konzentrationen an toxischer Blausäure. Weil das Futtermittelrecht Höchstgehalte vorschreibt, die nicht überschritten werden dürfen, sollte vor dem Verfüttern die Blausäure-Konzentration im Labor ermittelt werden. Um Sorghum-GPS zukünftig als alternative Grobfutterkomponente nutzen zu können, ist darüber hinaus eine Weiterentwicklung der Erntetechnik notwendig (Cracker). Im ausgewaschenen Kot der mit Sorghum-GPS gefütterten Tiere blieben zahlreiche ganze Sorghum-Körner zurück.

Ein detaillierter Bericht kann abgerufen werden unter www.lazbw.de.

4 Ausgabe von Saatgut an Landwirte (2025)

Bereits in der Projektphase III (2022-2023) wurde auf insgesamt 15 Praxisschlägen neben den Maisuntersaaten ein segregativer Ansatz erprobt, in dem über- bzw. mehrjährige Blühflächen oder -streifen auf Ackerflächen angelegt wurden. Hierbei zeigte sich, dass diese eine höhere Artenanzahl an Laufkäfern und am meisten Kurzflügelkäfer im Vergleich zu Mais mit und ohne Untersaaten aufwiesen (s. u. Abb. 34 aus dem Abschlussbericht zur Projektphase III). Besonders deutlich waren die Unterschiede bei den Wildbienen: Blühstreifen wiesen deutlich mehr verschiedene Wildbienenarten und sehr viel mehr Wildbienenindividuen auf als Mais mit und ohne Untersaaten (s. u. Abb. 36 aus Abschlussbericht zur Projektphase III). Im Vergleich zu Maisuntersaaten ist die Maßnahme auch einfacher handhabbar, da sie nicht in eine bestehende Kultur integriert werden muss. Um aus dem Projekt heraus auch längerfristig die Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen zu fördern, haben wir daher 2025 Saatgut für Blühmischungen vergeben. Zum einen kommen diese Blühmischungen auf Brachflächen zum Ein-

satz, zum anderen haben wir, gemäß des Projektzieles „Diversifizierung des Energiemaisanbaus“ blühende Wildpflanzenmischungen für die Biogaserzeugung zur Verfügung gestellt. Dies sollte dazu dienen Maßnahmen, die praxistauglich und nachhaltig die Biodiversität in maisanbauenden, ackerbaulichen Betrieben fördern „in die Fläche“ zu bringen. Insgesamt haben wir Saatgut an 52 Landwirte und Institutionen für ca. 83 Hektar mehrjähriger Blühflächen vergeben. Circa 6 Hektar davon werden oder wurden als Wildpflanzenmischungen für die Biogasverwertung angelegt, 48 Hektar als mehrjährige Blühflächen mit hohem Wildpflanzenanteil, 26 ha als mehrjährige Kräuterkleegrasmischungen für eher wüchsige und verunkrautete Standorte mit vielen nektarreichen Kulturformen und ca. 3 Hektar als reine Wildformenmischungen auf besonders geeigneten Standorten. Die Flächen werden mindestens für zwei Jahre erhalten bleiben und können so über die Projektlaufzeit hinaus positiv auf viele Bestäuberpopulationen einwirken.

5 Diskussion

5.1 Wirkungen auf die biologische Vielfalt

Im Verlauf der Projektphase III (2022 bis 2025) konnte nachgewiesen werden, dass artenreiche, blühende Untersaaten im Maisanbau einen deutlichen Mehrwert für die biologische Vielfalt bieten. Die On-Farm Versuche zeigten signifikant höhere Individuenzahlen von Wildbienen, Schwebfliegen und Kurzflügelkäfern im Bestand mit blühender Untersaat im Vergleich zum reinen Maisanbau. Der Effekt war zudem deutlich stärker als beim Anbau von Mais mit Stangenbohnen, der in Phase I untersucht wurde. Besonders Wildbienen profitierten von den Untersaaten: Es wurden neben einer höheren Abundanz auch eine gesteigerte Artenvielfalt sowie ein erhöhter Shannon-Index festgestellt. Wildbienen sind sowohl für ihre eigene Ernährung als auch für die Versorgung ihrer Nachkommen auf Blüten angewiesen (Westrich, 2019). Während vom Mais-Stangenbohnenanbau vor allem Hummeln profitieren, profitierten von den blühenden Untersaaten auch solitäre Wildbienen. Das höhere und vielfältigere Blühangebot in den Untersaat-Varianten im Vergleich zu Mais-Stangenbohnen und im Vergleich zu reinem Mais verschafft ihnen klare Vorteile. Der Zusammenhang zwischen Blütendeckung und -diversität einerseits sowie Abundanz und Artenreichtum von Bestäubern andererseits ist auch in der Literatur gut belegt (z.B. Albrecht et al., 2020; Potts et al., 2003). Allerdings zeigte sich in den Feldversuchen, dass der positive Effekt der Untersaaten zeitlich begrenzt ist. Nach dem Reihenschluss des Mais (Ende Juli) nahm die Blütendeckung aufgrund zunehmender Beschattung stark ab, was zu einem deutlichen Rückgang der Blütenbesucherzahlen führte. Dieser Beschattungseffekt wurde besonders deutlich im Vergleich zu den parallel laufenden Sorghum-Versuchen. Aufgrund der geringeren Wuchshöhe der niedrigwüchsigen Körnersorghumsorten

und der dadurch besseren Lichtverfügbarkeit konnte dort auch zu späteren Erfassungszeitpunkten ein höheres Blühangebot aufrechterhalten werden, was sich in entsprechend höheren Blütenbesucherzahlen widerspiegelte.

Vor diesem Hintergrund wurde in den Jahren 2024 und 2025 die frühe Aussaat der Untersaaten im Mais getestet. Wie erwartet war bereits Anfang Juni, etwa einen Monat vor der gleichzeitigen Aussaat, ein erstes Blühangebot vorhanden, und Blütenbesucher wurden entsprechend früher registriert. Die sehr hohen Besucherzahlen am Standort Tachenhausen im Jahr 2024 zeigten, dass früh gesäte Untersaaten unter günstigen Bedingungen eine hohe Biodiversitätswirkung erzielen können. Entsprechend lag die mittlere Besucherzahl in der über alle Jahre und Standorte getesteten Mischung V2 bei der frühen Aussaat deutlich über derjenigen der gleichzeitigen Aussaat. Statistisch war sie jedoch nicht von der frühen Aussaat verschieden. Dies war v.a. der hohen Variabilität zwischen den Jahren und Standorten geschuldet. Zu beachten ist auch, dass für Forchheim 2022 keine Daten zur Anzahl der Blütenbesucher vorlagen. Da die Besucherzahlen in Forchheim generell niedriger waren als in Tachenhausen, könnte dies die Ergebnisse der gleichzeitigen Aussaat leicht beeinflusst haben. Die beobachteten Standortunterschiede lassen sich vermutlich auf den jeweiligen Landschaftskontext zurückführen. Wildbienen verfügen über einen begrenzten Flugradius und sind in strukturarmen Agrarlandschaften mit wenigen Nist- und Nahrungsressourcen generell weniger zahlreich vertreten (Ockermüller et al., 2023). Das extensiv genutzte Grünland in der Umgebung von Tachenhausen könnte die dort insgesamt höheren Besucherzahlen im Vergleich zu Forchheim erklären. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass bei Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität stets nicht nur das Nahrungsangebot, sondern die Lebensraumansprüche der Arten insgesamt und im Landschaftskontext beachtet werden sollten.

Die Ergebnisse zeigten zudem, dass durch blühende Untersaaten eine größere Wirkung auf das Vorkommen von blütenbesuchenden Insekten erreicht werden konnte als durch das Belassen der standortüblichen Begleitflora. Die Beikräuter erhöhten das Blühangebot im Vergleich zum reinen Maisanbau und trugen damit zur Steigerung von Abundanz und Artenvielfalt der untersuchten Insektengruppen bei, jedoch nicht in dem Umfang, der durch die Untersaaten erreicht wurde. Die Beikrautflora wird häufig von weit verbreiteten, windbestäubten Arten wie der Hühnerhirse (*Echinochloa crus-galli*), dem zurückgebogenen Amaranth (*Amaranthus retroflexus*) oder dem Weißen Gänsefuß (*Chenopodium album*) dominiert, die nur begrenzt attraktiv für Bestäuber sind. Wildbienen und Schwebfliegen bevorzugen meist auffälligere Blüten, die Pollen und Nektar bereitstellen (Rodríguez-Gasol et al., 2020; Westrich, 2019).

Im Gegensatz zu blühenden Untersaaten sind Blühstreifen eine seit langem bewährte Maßnahme zur Förderung der Biodiversität und bereits fest in der Praxis etabliert. Zur Einordnung

der Biodiversitätswirkung von Untersaaten wurden 2023 auch Blühstreifen untersucht. Diese erwiesen sich insbesondere für Wildbienen als deutlich attraktiver als Untersaaten. Allerdings sind Blühstreifen meist nur auf kleinen Feldanteilen angelegt, wodurch ihre Wirkung räumlich begrenzt bleibt, während Untersaaten auf der gesamten Feldfläche etabliert werden und somit Ressourcen großflächig bereitstellen. Generell können Untersaaten als einjähriges System keine stabilen Nist- oder Überwinterungsmöglichkeiten bereitstellen, wie sie mehrjährige Blühstreifen bieten. Dennoch ermöglichen sie ein großflächiges, kontinuierliches Blühangebot, was insbesondere in Agrarlandschaften, wo Trachtlücken auftreten können, vorteilhaft für die Nahrungsversorgung bestäubender Insekten ist.

Untersaaten sind damit eine Maßnahme mit hohem Potential für die Biodiversität, sowie für den Bodenschutz und die PSM-Reduktion. Damit die Untersaaten in der Praxis Verbreitung finden können, sind jedoch andere technische Geräte erforderlich als heute in den Betrieben üblicher Weise vorhanden sind (Säaggregat für Untersaat in schmalen Streifen, Reihenbandspritze). Hier besteht weiterer Förderungs- und Entwicklungsbedarf (siehe auch Kapitel 5.2).

5.2 Pflanzenbauliche Betrachtung

Neben den positiven Effekten auf die biologische Vielfalt ist für die Bewertung von Untersaaten im Maisanbau auch ihre Auswirkung auf Ertrag, Qualität und Bestandsführung entscheidend. Bei gleichzeitiger Aussaat von Mais und Untersaat (Parzellenversuch 2022–2023) lagen die Ertragsverluste im Mittel über alle Untersaat-Varianten bei etwa 16 %. Die Ertragsverluste durch die Untersaaten liegen im Vergleich zum Mais–Stangenbohnen-Mischanbau in einer ähnlicher Größenordnung (vgl. Villwock et al., 2022), der Biodiversitätsmehrwert der Untersaaten fällt jedoch deutlich höher aus (vgl. Hüber et al., 2022). Durch die getrennten Arbeitsgänge für die Aussaat sowie das je nach Blühmischung teurere Saatgut erhöhen sich die Kosten jedoch. Mit Sämaschinen, die eine gleichzeitige Aussaat von Mais in Einzelkornsaat und einem Blühstreifen zwischen den Reihen erlauben, wären die Kosten geringer. Eine weitere Herausforderung für die Praxis ist, dass Reihenbandspritzten in der Regel noch nicht verfügbar sind. Die Möglichkeit zur Biodiversitätsförderung wird also faktisch durch die verfügbare Technik in den Betrieben begrenzt, obwohl geeignete Geräte bereits am Markt sind. Der Einsatz der Reihenbandspritze erwies sich zudem als anspruchsvoll, da erstens der Dampfdruck des Herbizids die Untersaat schädigte und über den Herbizidfilm am Boden bei Starkniederschlägen in die Blühstreifen hineinfloss und zweitens eine präzise Platzierung erforderlich ist, um Schäden an der Untersaat durch direkten Kontakt mit dem Herbizid zu vermeiden. Ein Hackeinsatz erwies sich grundsätzlich als möglich, führte jedoch bei breitflächiger Aussaat und starkem Unkrautdruck zu hohen Ertragsverlusten, da die Pflanzen in der Maisreihe nicht entfernt werden

können. Empfohlen wird daher eine Kombination aus schmaler Aussaat und großer Hackbreite. Für Standorte mit hohem Unkrautdruck kann generell keine Empfehlung für artenreiche, blühende Untersaaten gegeben werden.

Bei der frühen Aussaat der Untersaaten (2024–2025) zeigte sich ein deutlich stärkerer negativer Effekt auf den Ertrag, bei zugleich höherer Biodiversitätswirkung und besserem Erosionsschutz. Da Mais insbesondere in seiner frühen Entwicklungsphase empfindlich auf Konkurrenz reagiert (Iqbal et al., 2020), führte die frühe Aussaat der Untersaaten durch den Wachstumsvorsprung zu deutlich höheren Ertragsverlusten als die gleichzeitige Aussaat. Aus pflanzenbaulicher Sicht ist die frühe Aussaat in ihrer derzeitigen Form daher nicht praxistauglich. Die Aussaat in schmalen Streifen konnte den negativen Effekt auf den Ertrag abmildern (Versuchsjahr 2025). Neben den höheren Erträgen bietet die schmale Aussaat den Vorteil eines geringeren Saatgutbedarfs und damit reduzierter Kosten. Wo es technisch möglich ist, sollte daher eine schmale Aussaat bevorzugt werden. Wir empfehlen außerdem weitere Optimierungen z.B. die Versorgung der Maispflanzen mit Nährstoffen mittels Unterfußdüngung, um nur den Mais und nicht die Untersaat zu düngen.

Über Jahre und Standorte hinweg konnten weder bei gleichzeitiger noch bei früher Aussaat signifikanten Effekte auf die Qualitätsparameter des Ernteguts festgestellt werden, was vor allem auf die starken Schwankungen zwischen Jahren und Standorten zurückzuführen war. Bei Anteilen von Untersaat- und Beikrautbiomasse von bis zu 25 % am Gesamterntegut können negative Effekte auf Ernteprozesse oder Silierung jedoch nicht ausgeschlossen werden, etwa durch veränderte Trockenmassegehalte.

Auch die Auswahl der Blümmischung kann für die Optimierung des Anbausystems entscheidend sein. Die von der HfWU zusammengestellte Mischung V2 erwies sich als besonders geeignet, die Mischung erzielte eine höhere Blütendichte und besserer Bodendeckung im Vergleich zur bereits am Markt verfügbaren Mischung E13.2. Die Etablierung und Entwicklung der Untersaaten erwies sich über die Versuchsjahre und Standorte hinweg als sehr variabel, was die hohe Abhängigkeit von witterungs- und standortspezifischen Faktoren zeigt. Bei schwacher Etablierung erhöht sich aufgrund der reduzierten Herbizidanwendung das Risiko einer starken Verunkrautung, was wiederum zu mehr Ertragseinbußen führen kann. Eine streifenförmige Aussaat der Untersaat sowie Behandlung mit einer Reihenbandspritze oder Hacke wirken Ertragseinbußen entgegen. Eine gute Bodenbedeckung der Untersaaten im Zwischenreihenbereich ist weiterhin entscheidend, um Beikräuter zu unterdrücken und ein hohes Blühangebot zu gewährleisten.

6 Schlussfolgerung und Ausblick

Zusammenfassend zeigt sich, dass der Anbau von artenreichen, blühenden Untersaaten aus pflanzenbaulicher Sicht anspruchsvoll ist, bedingt durch ein höheres Verunkrautungsrisiko, mögliche Ertragsschwankungen und den erhöhten technischen Aufwand. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die Umsetzung möglich ist. An geeigneten Standorten blieben die Ertragsverluste in akzeptablen Grenzen, während die Maßnahme klare Vorteile für die Biodiversität bietet. Besonders wertvoll ist das großflächige und vielseitige Blühangebot, das durch die Untersaaten geschaffen wird. Zusätzlich leisten Untersaaten einen wichtigen Beitrag zum Bodenschutz: Die höhere Bodenbedeckung in erosionsgefährdeten Perioden, insbesondere im Frühjahr und Frühsommer, reduziert das Risiko von Bodenabtrag deutlich. Die frühe Aussaat kann derzeit nicht empfohlen werden, da die Ertragsverluste hoch ausfallen. Vielversprechend sind hingegen Verfahren mit schmaler Streifenaussaat der Blühmischungen in Kombination mit Reihenbandspritzung, da sie die Konkurrenz für den Mais verringern, den Herbizidbedarf reduzieren und gleichzeitig Saatgut einsparen. Hier wird die Entwicklung weiterer technischer Verbesserungen empfohlen. Am Standort Forchheim sollen die Exaktversuche mit schmaler Streifenaussaat sowie angepassten Blühmischungen und Aussaatgeometrien daher im Jahr 2026 fortgesetzt werden. Generell ist für den Schutz bestäubender Insekten ein Blühangebot allein nicht ausreichend. Notwendig sind zusätzlich ungestörte Nist- und Überwinterungsbereiche. Untersaaten sollten daher im Landschaftskontext betrachtet und mit weiteren geeigneten Maßnahmen kombiniert werden.

7 Veröffentlichungen/Öffentlichkeitsarbeit

Tabelle 4: Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts „Diversifizierung des Silomaisanbaus“ im Zeitraum der dritten Projektphase (01.04.2022 bis 31.12.2025)

Thema	Datum	Medium	URL	Beschreibung
Silomais-Gemenge-Anbau - Konflikt zwischen Biodiversität und Praxis? Die Biodiversität profitiert	04.2022	Landwirtschaft ohne Pflug	1)	Artikel
Diversifizierung des Maisanbaus mit Gemegepartnern	15.06.2022	Vortrag		Vortrag auf den DLG Feldtagen
Aktuelle Forschungsthemen	20.06.2022	Lehrveranstaltung HfWU		Lehrveranstaltung mit Studierenden des 6. Semesters AW
Mais-Gemengeanbau: Auswirkungen auf die Biodiversität, Referentin: F. Zettl	20.07.2022	Vortrag, Feldtag		Feldtag der HfWU in Tachenhausn
Silomais-Gemenge-Anbau – Versuchsergebnisse aus 4 Jahren, Referentin: V. Schulz	20.07.2022	Vortrag, Feldtag		Feldtag der HfWU in Tachenhausn
Sorghum- und Mais-Untersaaten am Standort Forchheim	05.08.2022	Versuchsbesichtigung		Versuchsbesichtigung im Rahmen des Besuchs von Hans-Peter Behrens, MdL
Biodiversitätssteigernden Maßnahmen im Silomais - Ein Blick auf Gemegepartner, Erträge, Futterwert und Auswirkungen auf die Insektenvielfalt, Referentin: V. Schulz	08.08.2022	Vortrag		Vortrag bei der Bäuerlichen Erzeugergemeinschaft Schwäbisch-Hall
Silomais-Gemenge-Anbau – Praktische Umsetzung biodiversitätssteigernder Maßnahmen, Referentin: V. Schulz	19.08.2022	Vortrag		Vortrag im Rahmen des 28. Maistages des LRA Ludwigsburg
Fördert der Mais-Gemengeanbau die Biodiversität? Referentin: F. Zettl	03.10.2022	Vortrag		Vortrag auf dem Landwirtschaftlichen Hauptfest, Stuttgart
Bunte Vielfalt auf dem Maisacker	2022	BWagrar	2)	
Mais-Stangenbohnen-Gemenge - Silonutzung	2022	Merkblatt	3)	
Möglichkeiten und Herausforderungen des Silomais-Gemenge-Anbau	2022	Merkblatt	4)	
Pflanzenbauliche Auswirkungen des Mais-Gemenge-Anbaus (Schulz et al., 2023a)	2023	Broschüre	5)	
Auswirkungen des Mais-Gemenge-Anbaus auf die Biodiversität (Schulz et al., 2023b)	2023	Broschüre	6)	
Silomais-Gemenge-Anbau: Praktische Umsetzung von biodiversitätssteigernden Maßnahmen	14.02.2023	Vortrag		Vortrag im Rahmen es 25. Zentralen Pflanzenbautages LRA Ostalbkreis

Vorstellung des Forschungsprojekts – Biodiversitätsmaßnahmen im Mais: Blühende Untersaat vs. Blühstreifen	30.06.2023	Feldtag		Feldtag am Demobetrieb Ströhle in Steinenkirch
Leitung einer Station + Postervorstellung zum Praxisversuch - Biodiversitätsfördernde Aspekte blühender Untersaaten im Mais	06.07.2023	Feldtag		LAZBW-Seminar „Feldtag in Bettenreute“
Vorstellung des Forschungsprojekts – Biodiversitätsmaßnahmen im Mais: Blühende Untersaat vs. Blühstreifen	13.07.2023	Informationsveranstaltung		Informationsveranstaltung zum Thema Biodiversität, Demobetrieb Hipp in Sigmaringen-Jungnau
Vorstellung des Forschungsprojekts – Biodiversitätsmaßnahmen im Mais: Blühende Untersaat vs. Blühstreifen	25.08.2023	Feldtag		Feldtag am Demobetrieb „Naturhof Philipp“ in Neuhausen
Vortrag Silomais-Gemenge-Anbau: Praktische Umsetzung von biodiversitätssteigernden Maßnahmen (Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf, HfWU und Vanessa Schulz, LTZ)	21.09.2023	Feldtag		Feldtag zum Sonderprogramm Biologische Vielfalt, LTZ Augustenberg
Vorstellung des Projekts	06.10.2023	Führung		Führung am LAZBW, Ortsgruppe CDU Bodnegg
Vorstellung des Projekts	03.11.2023	Führung		Führung am LAZBW, Arbeitskreis Ländlicher Raum, Ernährung und Verbraucherschutz der FDP-Landtagsfraktion
Vortrag Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus (Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf)	09.11.2023	Vortrag		Veranstaltung Akademie Ländlicher Raum Baden-Württemberg
Vortrag Diversifizierung des Silomaisanbaus	14.12.2023	Vortrag		IAAF-Jahrespräsentation: „Forschung am Institut für Angewandte Agrarforschung“ HfWU, Info für Studierende
Vorstellung des Projekts	29.01.2024	Vortrag		Vorstellen des Projekts bei den Fachschülern der ALH Kupferzell
Vortrag, Referenten: M. Müller-Lindenlauf & H. Weinländer	25.04.2024	Vortrag, online		Netzwerktreffen des „Sonderprogramms biologische Vielfalt“
Blühende Untersaaten im Mais	04.05.2024	BWagrar	7)	Artikel
Kann Sorghum Mais ersetzen?	18.05.2024	BWagrar	8)	Artikel
Aktuelle Forschungsthemen, Referenten: M. Müller-Lindenlauf & H. Weinländer	17.06.2024	Feldtag und Lehrveranstaltung		Lehrveranstaltung mit Studierenden des 6. Semesters AW
Feldtag und Projektvorstellung, Referenten: M. Müller-Lindenlauf & H. Weinländer	22.06.2024	Feldtag und Projektvorstellung		Tag des Offenen Hofes Tachenhausen,
Feldtag mit kurzer Projektvorstellung	6./8.7.2024	Feldtag		Feldtag Biodiversität am LTZ

Feldtag und Projektvostellung, Referentin: M. Müller-Lindenlauf	01.07.2024	Feldtag und Projektvorstellung		Feldtag des Biodiv.-Netzwerks am Tachenhäuser Hof für Landwirte
Eignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage für die Fütterung laktierender Fleckviehkühe; Referentin: E. Gerster	26.09.2024	Vortrag und schriftlicher Tagungsbandbeitrag	9)	135. VDLUFA-Kongress Karlsruhe
Vortrag: Artenreiche, blühende Untersaaten in Getreide und Mais. Referentin: J. Walter	22.10.2024	Online		Bildungs- und Beratungswoche MLR
Mit Blümmischungen mehr Insekten locken?		DLG Mitteilungen	10)	Artikel
Hirse-Ganzpflanzensilage eine Option für die Milchviehfütterung in Zeiten des Klimawandels?“, hybrid, Referenten: C. Löffler & E. Gerster	06.12.2024	Vortrag, Hybrid		62. Aulendorfer Wintertagung
Online-Seminar mit teilnehmenden Landwirten der Saison 2024, Referent: C. Baier	16.12.2024	online		Seminar
Projektvorstellung, Referent: C. Baier	05.02.2025	Vortrag		Institutstreffen
Sorghumsilage als Option für die Milchkuhfütterung? Öffentliche Tagung des Deutschen Maiskomitees e.V. (DMK) S. Schmid	20.03.2025	Vortrag		Öffentliche Tagung des DMK-Ausschuss Futtermittelkonservierung und Fütterung
Nachbericht der Tagung des DMK – Sorghumsilage S. Ohl	26.04.2025	Artikel		Bauernblatt Schleswig-Holstein
Projektvorstellung, Referentinnen: M. Müller-Lindenlauf, H. Weinländer, S. Kurz	05.05.2025	Feldtag, Vortrag		gemeinsame Dienstbesprechung der BiodiversitätsberaterInnen der LRAs
Aktuelle Forschungsthemen, Referenten: M. Müller-Lindenlauf & H. Weinländer	16.06.2025	Feldtag/ Lehrveranstaltung		Lehrveranstaltung mit Studierenden des 6. Semesters AW
Biodiversitätsförderung im Maisanbau Referenten: M. Müller-Lindenlauf, H. Weinländer	24.06.2025	Vortrag, Workshop und Felderbegehung		
Promoting biodiversity in maize cultivation: options to combine production and nature conservation, Referentin: M. Müller-Lindenlauf	15.07.2025	Vortrag		Research Colloquium des Naturkundemuseums Stuttgart
Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus	August 2025	YouTube Film	12)	
Auswirkungen artenreicher, blühender Untersaaten auf Ertrag und Qualität von Silomais, Referentin: H. Weinländer	23.-25.09.2025	Konferenzbeitrag	13)	Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Halle (Saale)
Blühende Untersaaten im Mais und deren Mehrwert für blütenbesuchende Insekten, Referentin: F. Zettl	23.09.2025	Vortrag		Potential für die Biodiversität verschiedener Maßnahmen in der Agrarlandschaft - ein

				gemeinsamer Austausch Sonderprogramm zur Stärkung der Biolog. Vielfalt am MLR
Milchkühen Sorghum statt Mais füttern, E. Gerster und S.Schmid	22.11.2025	Badische Bauernzeitung		Artikel
Siliereigenschaften und -qualitäten von Sorghum-Ganzpflanzensilage sowie Eignung für die Milchkuhfütterung	4/2025	Landinfo		Artikel
Effects of undersowing maize with a diverse annual flower mixture on insect abundance and diversity	01/2026	Basic and Applied Ecology	14)	Artikel

Eigene Publikationen:

- 1) Schulz, V.S., Stolzenburg, K., Schumann, C., Möller, K., Müller-Lindenlauf, M. (2022). Silomais-Gemenge-Anbau - Konflikt zwischen Biodiversität und Praxis? Die Biodiversität profitiert, Landwirtschaft ohne Pflug, 4, 13-19. <https://www.pfluglos.de/ausgaben/lop-2022/april-2022>
- 2) Hüber, C., Zettl, F., Müller-Lindenlauf, M. (2022). Bunte Vielfalt auf dem Maisacker. BWagrar, 29, 18-19. <https://www.bwagrar.de/archiv/L0NNR1JfVE9DP0NGSUxRVi9MTkyNzA5Jk1JR-D0xNzQ4MjE.html>
- 3) Schulz, V.S., Hüber, C., Jilg, A., Kurz, S., Müller-Lindenlauf, M., Schumann, C., Stolzenburg, K., Weisenburger, S., Zettl, F., Möller, K. (2022). Mais-Stangenbohnen-Gemenge – Silonutzung. Hinweise zum Pflanzenbau. https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E460272236/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Service/Schriftenreihen/Hinweise%20zum%20Pflanzenbau/Mais_Stangenbohnen_Gemenge.pdf
- 4) Schulz, V.S., Dieckhoff, C., Hüber, C., Jilg, A., Jilg, T., Kurz, S., Müller-Lindenlauf, M., Schumann, C., Stolzenburg, K., Weisenburger, S., Zettl, F., Zunker, M., Möller, K. (2022). Möglichkeiten und Herausforderungen des Silomais-Gemenge-Anbau. Augustenberger Beratungshilfen. https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-1705803507/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Nachwachsende%20Rohstoffe/Forschungsprojekte/Silomais_Gemenge/M%C3%B6glichkeiten%20und%20Herausforderungen%20des%20Silomais-Gemenge-Anbaus.pdf
- 5) Schulz, V., Dieckhoff, C., Hüber, T., Müller-Lindenlauf, M., Schumann, C., Stolzenburg, K., Weisenburger, S., Zettl, F., Zunker, M., Möller, K. (2022). Pflanzenbauliche, Auswirkungen des Mais-Gemenge-Anbaus – „Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau“ – Abschlussbericht 2022. Karlsruhe: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E1487099833/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Service/Schriftenreihen/Informationen%20f%C3%BCr%20die%20Pflanzenproduktion/IfPP%2009-2023%20Pflanzenbauliche%20Auswirkungen%20des%20Mais-Gemenge-Anbaus/IFPP%2009-2023%20Pflanzenbauliche%20Auswirkungen%20des%20Mais-Gemenge-Anbaus.pdf
- 6) Schulz, V., Hüber, C., Müller-Lindenlauf, M., Schumann, C., Stolzenburg, K., Zettl, F., Möller, K. (2023). Auswirkungen des Mais-Gemenge-Anbaus auf die Biodiversität – „Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau“

- Abschlussbericht 2022 –Auszug zu dem Themenbereich „Einfluss des Mais-Gemenge-Anbaus auf Entomologie und Agrarökologie“ Karlsruhe: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E431668753/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Service/Schriftenreihen/Informationen%20f%C3%BCr%20die%20Pflanzenproduktion/IfPP%2008-2023%20Auswirkungen%20des%20Mais-Gemenge-Anbaus/IfPP%2008-2023%20Auswirkungen%20des%20Mais-Gemenge-Anbaus%20auf%20die%20Biodiversit%C3%A4t.pdf
- 7) Weinläder, H.; Müller-Lindenlauf, M.; Blühende Untersaaten im Mais; BWagrar 18/2024 vom 04.05.2024; Seite 16-17
 - 8) Weinläder, H.; Müller-Lindenlauf, M., Schulz, V.; Kann Sorghum Mais ersetzen? BWagrar 20/2024 vom 18.05.2024; Seite 20 – 21
 - 9) Gerster, E., Brauchle, S., Engel, S., Ismail, M., & Reutlinger, W. (2024). Eignung von Sorghum-Ganzpflanzensilage für die Fütterung laktierender Fleckviehkühe. Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse in der Wertschöpfungskette: Verbraucheranspruch und nachhaltige Erzeugung, 81, 427–435.
 - 10) Weinläder, H.; Baier, C.; Müller-Lindenlauf, M.; Schulz, V.; Walter, J.; Mit Blümmischungen mehr Insekten locken; DLG Mitteilungen, Saatgutmagazin Winter 2024, Seite 7-9
 - 11) Sorghumsilage als Option für die Milchkuhfütterung? Öffentliche Tagung des Deutschen Maiskomitees e. V. (DMK) in Osterröföfeld, Teil 2 <https://www.bauernblatt.com/sorghumsilage-als-option-fuer-die-milchkuhfuetterung/>
 - 12) Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus, https://www.youtube.com/watch?v=bXJ8dd_r6uU
 - 13) Weinläder, H.; Schulz, V.; Hartung, J.; Müller-Lindenlauf, M.; Auswirkungen artenreicher, blühender Untersaaten auf Ertrag und Qualität von Silomais (2025); Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 34, 311-312
 - 14) Weinläder, H., Hartung, J., & Müller-Lindenlauf, M. (2026). Effects of undersowing maize with a diverse annual flower mixture on insect abundance and diversity. Basic and Applied Ecology, 90, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2025.12.009>

Anlagen

Literaturverzeichnis

- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., Campbell, A. J., Dainese, M., Drummond, F. A., Entling, M. H., Ganzer, D., Arjen de Groot, G., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., ... Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: A quantitative synthesis. *Ecology letters*, 23(10), 1488–1498. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>
- Bretagnolle, V., & Gaba, S. (2015). Weeds for bees? A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 891–909. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0302-5>
- Destatis. (2023). *Feldfrüchte und Grünland: Ackerland nach Hauptfruchtgruppen und Fruchtarten*. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/ackerland-hauptnutzungsarten-kulturarten.html>
- Doyle, T., Hawkes, W.L.S., Massy, R., Powney, G.D., Menz, M.H.M., Wotton, K.R. (2020). Pollination by hoverflies in the Anthropocene. *Proc. R. Soc. B* 287 (1927), 20200508. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0508>
- Ebeling, A., Hines, J., Hertzog, L. R., Lange, M., Meyer, S. T., Simons, N. K., & Weisser, W. W. (2018). Plant diversity effects on arthropods and arthropod-dependent ecosystem functions in a biodiversity experiment. *Basic and Applied Ecology*, 26, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.014>
- Fründ, J., Linsenmair, K. E., & Blüthgen, N. (2010). Pollinator diversity and specialization in relation to flower diversity. *Oikos*, 119(10), 1581–1590. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18450.x>
- Hüber, C., Zettl, F., Hartung, J., & Müller-Lindenlauf, M. (2022). The impact of maize-bean intercropping on insect biodiversity. *Basic and Applied Ecology*, 61, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.03.005>
- Iqbal, S., Tahir, S., Dass, A., Bhat, M. A., & Rashid, Z. (2020). Bio-efficacy of Pre-emergent Herbicides for Weed Control in Maize: A Review on Weed Dynamics Evaluation. *Journal of Experimental Agriculture International*, 13–23. <https://doi.org/10.9734/jeai/2020/v42i830565>
- Norris, S. L., Blackshaw, R. P., Critchley, C. N. R., Dunn, R. M., Smith, K. E., Williams, J., Randall, N. P., & Murray, P. J. (2018). Intercropping flowering plants in maize systems increases pollinator diversity. *Agricultural and Forest Entomology*, 20(2), 246–254. <https://doi.org/10.1111/afe.12251>
- Ockermüller, E., Kratschmer, S., Hainz-Renetzeder, C., Sauberer, N., Meimberg, H., Frank, T., Pascher, K., & Pachinger, B. (2023). Agricultural land-use and landscape composition: Response of wild bee species in relation to their characteristic traits. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 353, 108540. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108540>
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2003). Linking Bees and Flowers: How Do Floral Communities Structure Pollinator Communities? *Ecology*, 84(10), 2628–2642. <https://doi.org/10.1890/02-0136>
- Redwitz, C., Glemnitz, M., Hoffmann, J., Brose, R., Verch, G., Barkusky, D., Saure, C., Berger, G., & Bellingrath-Kimura, S. (2019). Microsegregation in Maize Cropping—A Chance to Improve Farmland Biodiversity. *Gesunde Pflanzen*, 71(2), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10343-019-00457-7>
- Villwock, D., Kurz, S., Hartung, J., & Müller-Lindenlauf, M. (2022). Effects of Stand Density and N Fertilization on the Performance of Maize (*Zea mays* L.) Intercropped with Climbing

Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/agriculture12070967>

Westrich, P. (2019). *Die Wildbienen Deutschlands* (2., aktualisierte Auflage). Ulmer.

Wotton, K.R. Gao, B., Menz, M.H.M., Morris, R.K.A., Ball, S.G., Lim, K.S., Reynolds, D.R., Hu, G., Chapman, J.W. (2019). Mass seasonal migrations of hoverflies provide extensive pollination and crop protection services. *Curr. Biol.* 29(13), 2167–2173.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.05.036>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl blütenbesuchender Insekten pro Erfassungstag im Maisfeldversuch mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025.	11
Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche nach Artengruppe (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im Feldversuch Mais mit Märzaussaat. Häufigkeitsverteilung basierend auf beiden Standorten (FO und TH) und beiden Jahren.	12
Abbildung 3: schematische Darstellung: Bodendeckung (%) je Kulturperiode für Standard-Mais (DIN, orange Kreise) und Mais mit Märzaussaat von Untersaaten (graue Kreise)	13
Abbildung 4: mittlerer Anteil C-Faktor gemessen an Mais (DIN, Kontrolle entspricht 100 %) im Feldversuch Mais bei Märzaussaat.	13
Abbildung 5: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) im Feldversuch Mais mit Märzaussaat.	14
Abbildung 6: Trockenmasse-Ertrag in dt/ha der einzelnen Fraktionen aus den Quadratmeterschnitten im Feldversuch Mais mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025.	15
Abbildung 7: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) und mittlere Anzahl Blütenbesucher je Erfassungstermin an den Standorten TH und FO (n=8).	16
Abbildung 8: Mittlere Pflanzen- und Blütendeckung der Untersaat-Arten im On-Farm Versuch über die Vegetationsperioden 2024 und 2025.	17
Abbildung 9: Entwicklung der mittleren Pflanzendeckung im On-Farm Versuch (n= 12 Betriebe) über die vier Erfassungszeitpunkte A-D in den Jahren 2024-2025.	18
Abbildung 10: Ergebnisse der Wildbienenenerfassungen im Mais-Untersaaten On-Farm Versuch 2024 - 2025.	19
Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche der Wildbienen (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im On-Farm Versuch Mais mit blühender Untersaat von 2024 - 2025.	20
Abbildung 12: Ergebnisse der Schwebfliegenenerfassungen im Mais-Untersaaten On-Farm Versuch 2024 – 2025.	21
Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Blütenbesuche der Schwebfliegen (oben) und besuchter Pflanzenart (unten) im On-Farm Versuch Mais mit blühender Untersaat von 2024 - 2025.	21
Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der Blühdeckung (in cm ²) und der Anzahl der erfassten Schwebfliegen- und Wildbienen-Individuen pro Erfassungsrunde (A–D) über alle Varianten der Jahre 2024 (5 Standorte) und 2025 (7 Standorte) hinweg.	22
Abbildung 15: Mittlere Blütendeckung in Prozent pro Variante über die Erfassungszeiträume 2024-2025.	23
Abbildung 16: Mittlere Biomasse- (links) und Kornrerträge (rechts) im On-Farm Versuch 2024 - 2025	24

Abkürzungsverzeichnis

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
BBCH	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und Chemische Industrie
ECM	Energiekorrigierte Milchleistung
FM	Frischmasse
FO	Forchheim
GPS	Ganzpflanzensilage
HfWU	Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
K	Kontrolle
LAZBW	Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg
LTZ	Landestechnologiezentrum Augustenberg
MH	Mais mit reduziertem Pflanzenschutz
MM	Reiner Mais (Mais mono)
MU	Mais mit Untersaat
NEL	Netto-Energie-Laktation
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe
SF	Schwebfliegen
TM	Trockenmasse
TH	Tachenhausen
TS	Trockensubstanz
WB	Wildbienen
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Feldversuche Mais 2022–2025: Übersicht über Varianten und Blühmischungen....	5
Tabelle 2: Übersicht über die untersuchten Varianten je Standort und Versuchsjahr	7
Tabelle 3: Anzahl etablierter Zielarten und Anzahl blühender Zielarten je Standort und Jahr im Feldversuch Mais Märzsaat	9
Tabelle 4: Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts „Diversifizierung des Silomaisanbaus“ im Zeitraum der dritten Projektphase (01.04.2022 bis 31.12.2025)	31

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Zusammensetzung der Blümmischungen, in Gewichtsprozent	40
Anhang 2: Bestandsführung und Termine, Feldversuche Mais 2022-2025	41
Anhang 3: Erfassungstermine Pflanzen und Blütenbesucher im Feldversuch Mais 2022-2025	42
Anhang 4: Methodik zur Bestimmung der Pflanzen-Deckung, des Blühaspekts und der Blütendeckung.....	43
Anhang 5: mittlere Anzahl blütenbesuchender Individuen (Summe Wildbienen + Schwebfliegen + Sonstige) je Erfassungsrunde im Feldversuch Mais mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025. Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind über vier Wiederholungen berechnet. Werte mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahres und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$). Erfassungstermine sind Anhang 3 zu entnehmen.....	43
Anhang 6 Besuchte Pflanzenarten (Abkürzungen, botanischer und deutscher Pflanzennamen) im Feldversuch Mais mit Märzaussaat in den Jahren 2024–2025 an allen Standorten (On-Farm-Versuche und Parzellenversuche).....	44
Anhang 7: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) und Differenz gegenüber der Kontrolle im Feldversuch Mais mit Märzaussaat. Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind vier Wiederholungen gemittelt. Werte mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahres und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$).....	44
Anhang 8: Versuchsdurchführung 2022 an den vier On-Farm-Standorten.....	45
Anhang 9: Versuchsdurchführung 2023 an den acht On-Farm-Versuchsstandorten.....	46
Anhang 10 Erfassungstermine (Insekten, Pflanzen) im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2022	47
Anhang 11: Erfassungstermine Lauf- und Kurzflügelkäfer im On-Farm-Versuch im Versuchsjahr 2023. Die Daten stellen den Beginn der 7-tägigen Erfassungsrunde dar.	47
Anhang 12: Erfassungstermine Wildbienen im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2023.....	48
Anhang 13: Erfassungstermine Pflanzen im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2023	48
Anhang 14: Datenerhebungen im On-Farm Versuch reduzierter Pflanzenschutz 2024 + 2025.	49
Anhang 15: Erfasste Rote Liste Arten im On-Farm Versuch 2024 und 2025, V = Vorwarnliste, G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes.....	50
Anhang 16: Abkürzungen der wissenschaftlichen Wildbienen- und Schwebfliegen-Namen ..	50

Anhang

Anhang 1: Zusammensetzung der Blümmischungen, in Gewichtsprozent

Botanischer Name	V1	V2 (2022)	V2	V3	V4 (2022)	V4 (2023)	E13.2
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	7%	5%	5%	0.2%
<i>Allium schoenoprasum</i>	-	-	-	6%	-	-	-
<i>Anthemis arvensis</i>	-	2%	-	-	-	-	-
<i>Anthemis tinctoria</i>	15%	6%	6%	10%	-	-	-
<i>Borago officinalis</i>	7%	5%	5%	3%	-	-	-
<i>Brassica napus</i>	15%	10%	5%	6%	-	-	-
<i>Calendula officinalis</i>	-	5%	10%	-	-	7%	4%
<i>Camelina sativa</i>	-	10%	7%	-	5%	2%	1%
<i>Centaurea cyanus</i>	-	-	-	6%	-	-	-
<i>Centaurea jacea</i>	-	-	-	-	4%	-	-
<i>Cichorium intybus</i>	-	-	-	-	4%	2%	-
<i>Coriandrum sativum</i>	15%	10%	15%	6%	-	7%	5%
<i>Crepis capillaris</i>	-	-	4%	-	8%	7%	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	10%	-
<i>Fagopyrum esculentum</i>	-	-	-	-	-	3%	-
<i>Festuca arundinacea</i>	-	-	-	-	-	10%	-
<i>Festuca rubra</i>	-	-	-	-	-	10%	-
<i>Hypochaeris radicata</i>	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Knautia arvensis</i>	-	-	-	-	3%	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Lapsana communis</i>	-	-	-	10%	7%	-	-
<i>Lepidium sativum</i>	15%	10%	10%	6%	-	-	5%
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	-	-	-	9%	-	-
<i>Linum usitatissimum</i>	-	5%	13%	-	-	2%	8%
<i>Lolium perenne</i>	-	-	-	-	-	5%	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	10%	10%	-	9%
<i>Malva sylvestris</i>	-	-	-	3%	-	-	-
var. <i>Mauritiana</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Matricaria recutita</i>	-	-	-	-	2%	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	-	15%	-	10%	10%	-	12%
<i>Myosotis arvensis</i>	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Onobrychis viciifolia</i>	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Ornithopus sativus</i>	15%	7%	15%	-	-	-	12%
<i>Phleum pratense</i>	-	-	-	-	-	5%	-
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	-	-	-	2.5%
<i>Raphanus raphanistrum</i>	-	-	-	-	-	5%	-
<i>Resedea lutea</i>	-	-	-	-	3%	-	-
<i>Salvia spec</i>	-	-	3%	10%	-	1%	-
<i>Trifolium campestre</i>	-	-	-	-	2%	-	-
<i>Trifolium dubium</i>	-	-	-	-	3%	-	-
<i>Trifolium hybridum</i>	10%	10%	5%	-	-	-	3.5%
<i>Trifolium incarnatum</i>	8%	5%	5%	6%	-	2%	24.8%
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	-	8%	-	5%	6%
<i>Trifolium repens</i>	-	-	-	-	-	7%	4%
<i>Trifolium subterraneum</i>	-	-	-	-	-	8%	2%
<i>Trigonella caerulea</i>	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	-	-	-	3%	-	-	-
<i>Vicia sativa</i>	-	-	-	-	-	2%	-
<i>Viola arvensis</i>	-	-	-	-	5%	-	-
Anzahl Arten	8	13	13	16	19	20	16

Anhang 2: Bestandsführung und Termine, Feldversuche Mais 2022-2025

Versuch Jahr	Mais + Untersaat, gleichzeitige Aussaat				Mais + Untersaat, frühe Aussaat			
	2022		2023		2024		2025	
Standort	FO	TH	FO	TH	FO	TH	FO	TH
Vorfrucht	W-Gerste	Soja	W-Gerste	Zuckerrübe	Kartoffeln	W-Weizen	W-Gerste	S-Gerste
Aussaatdatum Mais	06.05.2022	10.05.2022	02.05.2023	04.05.2023	02.05.2024	02.05.2024	23.04.2025	10.04.2025
Maissorte	P9911 Pioneer		KWS Figaro		P8666 Pioneer	DKC 3414	P8666 Pioneer	DKC 3414
Saatstärke Mais (Kö/m²)	10	13	10	13	10	10	10	10
Aussaatdatum US	06.05.2022	11.05.2022	02.05.2023	04.05.2023	04.03.2024	22.03.2024	19./20.03.2025	19./20.03.2025
Saatstärke US (in Kg/ha)	10	10	10	10	10	10	10	10
N Düngung (in Kg N/ha)	135	92	90	100	90	106	130	100
N Dünger	Alzon	KAS	Alzon	KAS	Alzon	KAS	Alzon	KAS
Datum N Düngung	06.05.2022	09.05.2022	02.05.2023	03.05.2023	02.05.2025	03.05.2025	23.04.2025	11.04.2025
Herbizid (l/ha)	Arigo™ (0.25) + Spectrum Plus Pack (2.5) + Pack (0.25)	Elumis (1.25) + Spectrum (1)	Arigo™ (0.25) + Spectrum Plus (2.5)	Elumis Peak (1.25)	Arigo™ (0.25) + Spectrum Plus (2.5)	Elumis Peak (1.25)	Arigo™ (0.25) + Spectrum Plus (2.5)	Elumis Peak (1.25)
Datum Herbizid	20.05.2022	31.05.2022	01.06.2023	22.05.2023	14.05.2024	16.05.2024	16.05.2025	12.05.2025
Breite Spritzband (Reihenbandspritzung)	25 cm		25 cm		25 cm		25 cm (Untersaat breit) + 50 cm (Untersaat schmal)	
Datum Bewässerung (jeweils 30 mm)	17.06.; 05.07., 14.07., 22.07., 29.07., 05.08.	keine	07.06., 20.06., 14.07.	keine	26.07. und 13.08.	keine	23.06. und 01.07.	keine
Datum der Ernte	15.08.2022	07.09.2022	06.09.2023	05.09.2023	29.08.2024	18.09.2024	25.08.2025	03.09.2025

Anhang 3: Erfassungstermine Pflanzen und Blütenbesucher im Feldversuch Mais 2022-2025

Jahr	Runde	Forchheim		Tachenhausen	
		Pflanzen	Blütenbesucher	Pflanzen	Blütenbesucher
2022	A	05.07.2022	-	23. -27. 06.2022	11.07.2022
	B	03.08.2022	-	30.07.2022	02.08.2022 ¹
	C	-	-	04.09.2022	
2023	A	27.06.2023	04.07.2023	13.06.2023	06.07.2023
	B	19.07.2023	-	12.07.2023	20.07.2023
	C	11.08.2023	11.08.2023	01.08.2023	04.08.2023
	D	-	-	21.08.2023	25.08.2023
2024	A	29.04.2024	-	07.05.2024	-
	B	10.06.2024	10.06.2024	06.06.2024	06.06.2024
	C	04./05.07.2024	27.06.2024	25.06.2024	25.06.2024
	D	25.07.2024	18.07.2024	17.07.2024	17.07.2024
	E	12.08.2024	13.08.2024	06.08.2024	06.08.2024
	F	-	-	29.08.2024	29.08.2024
2025	A	07.05.2025	-	06./07.05.2025	-
	B	03.06.2025	11.06.2025	02.06.2025	11.06.2025
	C	23.06.2025	30.06.2025	24.06.2025	24./25.06.2025
	D	23.07.2025	29.07.2025	14.07.2025	15.07.2025
	E	12.08.2025	-	12./13.08.2025	12.08.2025

¹ Reduktion der Erfassungszeit auf 5 min

Anhang 4: Methodik zur Bestimmung der Pflanzen-Deckung, des Blühaspekts und der Blüten-deckung

Pflanzendeckung					
2022-2023 nach Braun-Blanquet (1964)			2024-2025 nach Londo (1976)		
Skala	Deckung (%)	Mittel (%)	Skala	Deckung (%)	Mittel (%)
r	< 1	0,5	*1	> 1	1
+	1	1	*2	1-3	2
1	2-4	3	*4	3-5	4
2	5 - 25	15	1	5-15	10
3	25 - 50	38	2	15-25	20
4	50 - 75	63	3	25-35	30
5	75 - 100	88	4	35-45	40
			5	45-55	50
			6	55-65	60
			7	65-75	70
			8	75-85	80
			9	85-95	90
			10	95-100	97,5

Blühaspekt: 2022-2025 nach Redwitz et al. (2019)		
Notation	Beschreibung des Blühaspektes	Transformierter Blühaspekt
1.	Nur Blütenknospen (frühes Blühen)	0,1
2.	Einige Individuen einer Pflanzenart blühen	0,5
3.	Vollblüte der Arten (fast alle Individuen einer Art blühen)	1
4.	Nur noch wenige Individuen einer Art blühen	0,5
5.	Ende der Blüte (kein Individuum einer Art blüht mehr)	0,1

Blütendeckung = Anzahl Blüten x Blütendurchmesser		
---	--	--

Anhang 5: mittlere Anzahl blütenbesuchender Individuen (Summe Wildbienen + Schwebfliegen + Sonstige) je Erfassungsrunde im Feldversuch Mais mit Märzaussaat an beiden Standorten (TH, FO) in 2024 und 2025. Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind über vier Wiederholungen berechnet. Werte mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahres und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$). Erfassungstermine sind Anhang 3 zu entnehmen.

Variante	Erfassungsrunde				
	B	C	D	E	F
2024, Forchheim					
K	0.0 (+/- 1.5) a	4.5 (+/- 1.7) b	0.0 (+/- 1.5) b	0.0 (+/- 0.6) a	
V2-br	5.5 (+/- 1.5) a	11.8 (+/- 1.7) a	7.0 (+/- 1.5) a	1.0 (+/- 0.6) a	
E13.2-br	4.8 (+/- 1.5) a	7.8 (+/- 1.7) ab	3.5 (+/- 1.5) ab	2.0 (+/- 0.6) a	
2024, Tachenhausen					
K	0.0 (+/- 2.0) b	1.8 (+/- 4.6) b	0.3 (+/- 3.0) c	0.0 (+/- 3.7) b	0.0 (+/- 1.2) b
V2-br	20.3 (+/- 2.0) a	40.5 (+/- 4.6) a	73.0 (+/- 3.0) b	52.0 (+/- 3.7) a	7.8 (+/- 1.2) a
E13.2-br	16.3 (+/- 2.0) a	37.5 (+/- 4.6) a	24.3 (+/- 3.0) a	9.5 (+/- 3.7) b	5.3 (+/- 1.2) a
2025, Forchheim					
K	0.0 (+/- 2.1) b	0.0 (+/- 2.1) b	0.0 (+/- 0.6) a		
V2-br	11.0 (+/- 2.1) a	9.8 (+/- 2.1) a	2.0 (+/- 0.6) a		
V2-sc	8.3 (+/- 2.1) a	7.3 (+/- 2.1) a	1.0 (+/- 0.6) a		
E13.2-br	9.8 (+/- 2.1) a	9.3 (+/- 2.1) a	1.8 (+/- 0.6) a		
E13.2-sc	7.8 (+/- 2.1) a	6.0 (+/- 2.1) ab	0.8 (+/- 0.6) a		
2024, Tachenhausen					
K	0.5 (+/- 3.4) b	0.3 (+/- 3.1) c	2.5 (+/- 2.0) c	0.5 (+/- 0.5) a	
V2-br	20.3 (+/- 3.4) a	18.8 (+/- 3.1) a	14.3 (+/- 2.0) a	1.0 (+/- 0.5) a	
V2-sc	17.3 (+/- 3.4) a	9.5 (+/- 3.1) b	15.8 (+/- 2.0) a	1.3 (+/- 0.5) a	
E13.2-br	17.8 (+/- 3.4) a	7.8 (+/- 3.1) bc	8.5 (+/- 2.0) b	0.8 (+/- 0.5) a	
E13.2-sc	19.0 (+/- 3.4) a	10.5 (+/- 3.1) ab	6.3 (+/- 2.0) bc	1.0 (+/- 0.5) a	

Anhang 6 Besuchte Pflanzenarten (Abkürzungen, botanischer und deutscher Pflanzenname) im Feldversuch Mais mit Märzaussaat in den Jahren 2024–2025 an allen Standorten (On-Farm-Versuche und Parzellenversuche).

Abk.	botanischer Pflanzenname	deutscher Name
Ant tin	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille
Bor off	<i>Borago officinalis</i>	Borretsch
Cal off	<i>Calendula officinalis</i>	Ringelblume
Cam sat	<i>Camelina sativa</i>	Leindotter
Cen cya	<i>Centaurea cyanus</i>	Kornblume
Che alb	<i>Chenopodium album</i>	Weißer Gänsefuß
Cor sat	<i>Coriandrum sativum</i>	Koriander
Cre cap	<i>Crepis capillaris</i>	Kleinköpfiger Pippau
Ech cru	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hühnerhirse
Lep sat	<i>Lepidium sativum</i>	Gartenkresse
Lin usi	<i>Linum usitatissimum</i>	Gemeiner Lein
Mat cha	<i>Matricaria chamomilla</i>	Echte Kamille
Orn sat	<i>Ornithopus sativus</i>	Serradella
Pap rho	<i>Papaver rhoeas</i>	Klatschmohn
Per lap	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Ampfer-Knöterich
Pla lan	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich
Sal his	<i>Salvia hispanica</i>	Chia
Tri hyb	<i>Trifolium hybridum</i>	Schwedenklee
Tri inc	<i>Trifolium incarnatum</i>	Inkarnatklee
Ver sp.	<i>Veronica sp.</i>	Ehrenpreis

Anhang 7: Mittlere Trockenmasseerträge in dt/ha ($\pm$ Standardfehler) und Differenz gegenüber der Kontrolle im Feldversuch Mais mit Märzaussaat.

Mittelwerte ($\pm$ Standardfehler) sind vier Wiederholungen gemittelt. Werte mit gleichem Buchstaben innerhalb eines Jahrs und Standorts unterscheiden sich nicht signifikant (LSD, $p < 0,05$).

Jahr	Standort	Variante	mittlerer TM-Ertrag		Differenz zu K
2024	FO	K	173.0 (+/- 4.6)	a	
		V2-br	89.9 (+/- 4.6)	b	-48%
		E13.2-br	91.2 (+/- 5.6)	b	-47%
	TH	K	194.0 (+/- 6.6)	a	
		V2-br	127.1 (+/- 6.6)	b	-34%
		E13.2-br	131.2 (+/- 6.6)	b	-32%
2025	FO	K	164.5 (+/- 6.0)	a	
		V2-br	90.2 (+/- 6.0)	d	-45%
		V2-sc	109.3 (+/- 6.0)	bc	-34%
		E13.2-br	95.0 (+/- 6.0)	cd	-42%
		E13.2-sc	118.1 (+/- 6.0)	b	-28%
	TH	K	205.9 (+/- 6.9)	a	
		V2-br	161.9 (+/- 6.9)	b	-21%
		V2-sc	170.2 (+/- 6.9)	b	-17%
		E13.2-br	158.9 (+/- 6.9)	b	-23%
		E13.2-sc	176.6 (+/- 6.9)	b	-14%

Anhang 8: Versuchsdurchführung 2022 an den vier On-Farm-Standorten.

Standort	Aussaat Mais	Aussaat US ²	US ² ge- walzt	Datum RBS ¹	Herbizid (Aufwand- menge)	Schlaggröße (ha)	Fläche US ² (ha)	Datum Biomassesschnitt
Wolfschlugen	02.05.2022	02.04.2022	nein	24.05.2022	Maister Power 1,5 l * ha ⁻¹	2,80	0,45	24.08.2022
Köngen	04.05.2022	04.05.2022	-	27.05.2022	Elumis (1,25 l * ha ⁻¹) + Spectrum (1 l * ha ⁻¹)	3,40	0,55	17.08.2022
Stifterhof (Östringen)	09.05.2022	11.05.2022	(Ja)	25.05.2022	Maister Power 1,5 l * ha ⁻¹	1,00	0,45	17.08.2022
Tachenhausen	10.05.2022	11.05.2022	Ja ³	30.05.2022	Elumis (1,25 l * ha ⁻¹) + Gardo Gold (2,5 l * ha ⁻¹)	0,82	0,41	17.08.2022

¹ Reihenbandspritze, ² Untersaat, ³Blühstreifen

Anhang 9: Versuchsdurchführung 2023 an den acht On-Farm-Versuchsstandorten

Standort	Aussaat Mais	US ²			BS ⁴ vorhanden	Datum RBS ¹ , Her- bizid,	Schlag-größe (ha)	Fläche US ² (ha)	Datum Biomassesschnitt
		Aussaat	gewalzt	aufgelaufen					
Wol	07.05.	10.05	nein	ja	ja	01.06.2023; Mais- ter Power (1,5 l * ha ⁻¹)	21	0,25	04.09.
Ste	21.05.	22.05.	?	ja	ja	14.06.2023: Elumis (1,25 l * ha ⁻¹) + Spectrum (1 l * ha ⁻¹)	28	0,32	04.09.
Rei	04.05.	04.05.	(Ja)	ja	ja	19.05.2023; Mais- ter Power (1,5 l * ha ⁻¹)	15	0,31	06.09.
Neu	20.05.	23.05.	Ja ³	ja	ja	22.06.2023 Elumis (1,25 l * ha ⁻¹) + Gardo Gold (2,5 l * ha ⁻¹)	39	0,31	06.09.
Sig	21.05.	22.05.	?	ja	ja	X	36	0,30	11.09.
Hoh	04.05.	04.05.	?	ja	nein	01.06.2023 Elu- mis/Peak/Gardo Gold 1.25/20 g/1.25 l /ha	27	0,30	11.09.
Fro	26.05.	02.06.	?	ja	nein	21.06.2023	110	0,30	11.09.
Tac	24.05.	24.05.	?	nein	ja	22.05.2023 Elumis/Peak	41	0,27	-

Wol = Wolfslugen, Ste = Steinenkirch, Rei = Reilingen, Neu = Neuhausen, Sig = Sigmaringen, Hoh = Hohentengen, Fro = Fronreute, Tac = Tachenhausen

¹ Reihenbandspritze, ² Untersaat, ³ mit Glattwalze, ⁴ Blühstreifen

Anhang 10 Erfassungstermine (Insekten, Pflanzen) im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2022

Erfassung	Wildbienen ¹	Lauf-/Kurzflügelkäfer ²	Pflanzenbonitur ¹
A	24./30.06.22	14./17.06.22	17./21.06.22
B	12./13.07.22	05./06.07.22	06./12.07.22
C	28./29.07.22	01./04.08.22	01./04./11.08.22

¹ Erfassungen an diesen Tagen

² Beginn der 7-tägigen Erfassungsrunde

Anhang 11: Erfassungstermine Lauf- und Kurzflügelkäfer im On-Farm-Versuch im Versuchsjahr 2023. Die Daten stellen den Beginn der 7-tägigen Erfassungsrunde dar.

Erfassung	A	B	C	D
Lauf-/Kurzflügelkäfer				
Tac	-	21.06.2023	17.07.2023	07.08.2023
Wol	05.06.2023	28.06.2023	17.07.2023	07.08.2023
Ste	06.06.2023	30.06.2023	24.07.2023	11.08.2023
Rei	26.05.2023	27.06.2023	28.07.2023	15.08.2023
Hoh	13.06.2023	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Sig	13.06.2023	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Fro	-	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Neu	07.06.2023	04.07.2023	28.07.2023	15.08.2023

Wol = Wolfslugen, Ste = Steinenkirch, Rei = Reilingen, Neu = Neuhausen, Sig = Sigmaringen, Hoh = Hohentengen, Fro = Fronreute, Tac = Tachenhausen.

Anhang 12: Erfassungstermine Wildbienen im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2023

Erfassung Wildbienen	A	B	C	D
Tac	25.05.2023	29.06.2023	17.07.2023	10.08.2023
Wol	30.05.2023	28.06.2023	17.07.2023	10.08.2023
Ste	06.06.2023	06.07.2023	11.08.2023	04.09.2023
Rei	26.05.2023	27.06.2023	04.08.2023	22.08.2023
Hoh	01.06.2023	10.07.2023	31.07.2023	16.08.2023
Sig	01.06.2023	03.07.2023	31.07.2023	16.08.2023
Fro	-	03.07.2023	03.08.2023	23.08.2023
Neu	07.06.2023	03.07.2023	05.08.2023	11.09.2023

Wol = Wolfschlugen, Ste = Steinenkirch, Rei = Reilingen, Neu = Neuhausen, Sig = Sigmaringen, Hoh = Hohentengen, Fro = Fronreute, Tac = Tachenhausen

Anhang 13: Erfassungstermine Pflanzen im On-Farm Versuch im Versuchsjahr 2023

Erfassung Pflanzen	A	B	C	D
Tac	25.05.2023	29.06.2023	17.07.2023	07.08.2023
Wol	05.06.2023	28.06.2023	24.07.2023	14.08.2023
Ste	06.06.2023	06.07.2023	31.07.2023	18.08.2023
Rei	26.05.2023	27.06.2023	28.07.2023	15.08.2023
Hoh	13.06.2023	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Sig	01.06.2023	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Fro	-	03.07.2023	27.07.2023	16.08.2023
Neu	07.06.2023	04.07.2023	28.07.2023	15.08.2023

Wol = Wolfschlugen, Ste = Steinenkirch, Rei = Reilingen, Neu = Neuhausen, Sig = Sigmaringen, Hoh = Hohentengen, Fro = Fronreute, Tac = Tachenhausen

Anhang 14: Datenerhebungen im On-Farm Versuch reduzierter Pflanzenschutz 2024 + 2025.

Betriebe				Pflanzen- und Insektenerfassungen				Ernte-Erfassungen	
2024	Bewirtschaftungsform	Aussaat (US)	Aussaat (Mais)	A	B	C	D	Biomasse	Kolben
Den	Konventionell	11.04.24	27.04.24	13.06.24	07.07.24	19.07.24	29.08.24	29.08.24	14.10.24
Det	Konventionell	10.05.24	11.05.24	05.07.24	16.07.24	30.07.24	22.08.24	27.08.24	10.10.24
Ger	Bio	11.05.24	11.05.24	08.07.24	18.07.24	31.07.24	28.08.24	28.08.24	-
Juh	Konventionell	13.05.24	14.05.24	01./04.07.24	16.07.24	29.07.24	29.08.24	04.09.24	14.10.24
Wer	Bio	02.05.24	02.05.24	02.07.24	11.07.24	25.07.24	23.08.24	23.08.24	-
2025				A	B	C	D	Biomasse	Kolben
Det	Konventionell	29.04.25	30.04.25	17.06.25	04.07.25	23.07.25	12.08.25	27.08.25	24.09.25
Koe	Konventionell	19.05.25	17.05.25	18.07.25	08.08.25	15.08.25	26.08.25	26.08.25	-
Kor	Bio	02.05.25	15.05.25	25.06.25	10.07.25	29.07.25	18.08.25	28.08.25	09.10.25
Lie	Konventionell	29.04.25	20.04.25	17.06.25	04.07.25	23.07.25	12.08.25	27.08.25	24.09.25
Neu	Konventionell	12.05.25	10.05.25	02.07.25	18.07.25	29.07.25	18.08.25	27.08.25	-
Tac	Konventionell	11.04.25	11.04.25	11.06.25	18.06.25	01.07.25	07.07.25	02.09.25	01.10.25
Wer	Bio	01.05.25	01.05.25	12.06.25	24.06.25	10.07.25	08.08.25	29.08.25	-

Anhang 15: Erfasste Rote Liste Arten im On-Farm Versuch 2024 und 2025, V = Vorwarnliste, G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes.

Spezies- gruppe	Wissenschaftlicher Name	RL Status	Anzahl	Standort	Variante	Jahr
WB	<i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer, 1798)	3	1	Juh	MU	2024
SF	<i>Callicera aurata</i> (Rossi, 1790)	1	1	Ger	MH	2024
WB	<i>Andrena agilissima</i> (Scopoli 1770)	3	1	Lie	MH	2025
WB	<i>Andrena alfkenella</i> (Perkins 1914)	V	1	Kor	MU	2025
WB	<i>Colletes similis</i> (Schenck 1853)	V	1	Koe	MU	2025
WB	<i>Lasioglossum costulatum</i> (Scopoli 1763)	3	1	Wer	MU	2025
WB	<i>Lasioglossum interruptum</i> (Panzer 1798)	3	4	Wer/Tac	MU	2025
WB	<i>Lasioglossum nitidiusculum</i> (Kirby 1802)	V	1	Wer	MM	2025
WB	<i>Lasioglossum pygmaeum</i> (Schenck 1853)	G	1	Neu	MU	2025
SF	<i>Platycheirus fulviventris</i> (Macquart 1829)	V	1	Det	MH	2025
SF	<i>Platycheirus occultus</i> (Goeldlin, Maibach & Speight 1990)	V	3	Lie/Koe	MM/MH/ MU	2025

Anhang 16: Abkürzungen der wissenschaftlichen Schwebfliegen- und Wildbienen-Namen

Abkürzung	Art
Cal aur	<i>Callicera aurata</i>
Che sor	<i>Cheilosia soror</i>
Chr fes	<i>Chrysotoxum festivum</i>
Epi bal	<i>Episyrphus balteatus</i>
Eri arb	<i>Eristalis arbustorum</i>
Eri per	<i>Eristalis pertinax</i>
Eri sim	<i>Eristalis similis</i>
Eri ten	<i>Eristalis tenax</i>
Eum str	<i>Eumerus strigatus</i>
Eup cor	<i>Eupeodes corollae</i>
Eup lun	<i>Eupeodes luniger</i>
Hel tri	<i>Helophilus trivittatus</i>
Lap	<i>Lapposyrphus lapponicus</i>
Mel	<i>Melanostoma mellinum</i>
Mel sca	<i>Melanostoma scalare</i>
Mel aur	<i>Meliscaeva auricollis</i>
Mya flo	<i>Myathropa florea</i>
Neo pod	<i>Neoascia podagrica</i>
Neo pub	<i>Neocnemodon pubescens</i>
Par hae	<i>Paragus haemorrhous</i>
Par tib	<i>Paragus tibialis</i>
Par lin	<i>Parasyrphus lineola</i>
Par mac	<i>Parasyrphus macularis</i>
Pip vid	<i>Pipizella viduata</i>

Pip vir	<i>Pipizella virens</i>
Pla cly	<i>Platycheirus clypeatus</i>
Pla eur	<i>Platycheirus europaeus</i>
Pla ful	<i>Platycheirus fulviventris</i>
Pla occ	<i>Platycheirus occultus</i>
Pla pel	<i>Platycheirus peltatus</i>
Pla scu	<i>Platycheirus scutatus</i>
Sca pyr	<i>Scaeva pyrastris</i>
Sph cho	<i>Sphaerophoria chongjini</i>
Sph rue	<i>Sphaerophoria rueppelli</i>
Sph scr	<i>Sphaerophoria scripta</i>
Sph tae	<i>Sphaerophoria taeniata</i>
Syr pip	<i>Syrpitta pipiens</i>
Syr rib	<i>Syrphus ribesii</i>
Syr vit	<i>Syrphus vitripennis</i>
Xyl seg	<i>Xylota segnis</i>
And afz	<i>Andrena afzeliella</i>
And agi	<i>Andrena agilissima</i>
And alf	<i>Andrena alfkenella</i>
And bic	<i>Andrena bicolor</i>
And dor	<i>Andrena dorsata</i>
And fla	<i>Andrena flavipes</i>
And ful	<i>Andrena fulvicornis</i>
And min	<i>Andrena minutula</i>
And min	<i>Andrena minutuloides</i>
And nit	<i>Andrena nitiduscula</i>
And niv	<i>Andrena niveata</i>
And ova	<i>Andrena ovatula</i>
And pil	<i>Andrena pilipes</i>
Api mel	<i>Apis mellifera</i>
Bom hor	<i>Bombus hortorum</i>
Bom hum	<i>Bombus humilis</i>
Bom lap	<i>Bombus lapidarius</i>
Bom pas	<i>Bombus pascuorum</i>
Bom syl	<i>Bombus sylvarum</i>
Bom ter	<i>Bombus terrestris agg.</i>
Cer cuc	<i>Ceratina cucurbitina</i>
Col sim	<i>Colletes similis</i>
Hal mac	<i>Halictus maculatus</i>
Hal rub	<i>Halictus rubicundus</i>
Hal sca	<i>Halictus scabiosae</i>
Hal sim	<i>Halictus simplex</i>
Hal sub	<i>Halictus subauratus</i>
Hal tum	<i>Halictus tumulorum</i>
Her tru	<i>Heriades truncorum</i>
Hyl bre	<i>Hylaeus brevicornis</i>
Hyl com	<i>Hylaeus communis</i>
Hyl dif	<i>Hylaeus difformis</i>
Hyl hya	<i>Hylaeus hyalinatus</i>
Hyl mac	<i>Hylaeus maculatus</i>
Hyl pun	<i>Hylaeus punctatus</i>
Hyl sin	<i>Hylaeus sinuatus</i>
Hyl sty	<i>Hylaeus styriacus</i>
Las cal	<i>Lasioglossum calceatum</i>
Las cos	<i>Lasioglossum costulatum</i>
Las ful	<i>Lasioglossum fulvicorne</i>
Las gla	<i>Lasioglossum glabriusculum</i>

Las int	<i>Lasioglossum interruptum</i>
Las lat	<i>Lasioglossum laticeps</i>
Las leu	<i>Lasioglossum leucozonium</i>
Las mal	<i>Lasioglossum malachurum</i>
Las min	<i>Lasioglossum minutissimum</i>
Las mor	<i>Lasioglossum morio</i>
Las nit	<i>Lasioglossum nitidiusculum</i>
Las pau	<i>Lasioglossum pauxillum</i>
Las pol	<i>Lasioglossum politum</i>
Las pun	<i>Lasioglossum punctatissimum</i>
Las pyg	<i>Lasioglossum pygmaeum</i>
Las vil	<i>Lasioglossum villosulum</i>
Las vil	<i>Lasioglossum villosulum</i>
Las xan	<i>Lasioglossum xanthopus</i>
Las zon	<i>Lasioglossum zonulum</i>
Sph cra	<i>Sphecodes crassus</i>
Sph cri	<i>Sphecodes cristatus</i>
Xyl vio	<i>Xylocopa violacea</i>
