

Abschlussbericht EIP-AGRI Projekt Wandernde Wiese



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ



**www.mepl.
landwirtschaft-bw.de**



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des ländlichen Raums - ELER
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete



Oliver Schmid

Agrarforschung Wandernde Wiese®

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzdarstellung.....	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Projektziel.....	1
1.3 Projektmitglieder.....	2
1.4 Projektbeschreibung	3
2 Eingehende Darstellung	4
2.1 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn	4
2.2 Verwendung der Zuwendung.....	5
2.3 Ergebnisse der Zusammenarbeit innerhalb der Projektmitglieder	6
2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes	7
2.4.1 Ausrichtung der Streifen in den Versuchsäckern	8
2.4.2 Versuchsacker 1 mit Wiesenstreifen	9
2.4.3 Versuchsacker 2 mit Luzernegrasstreifen	11
2.4.4 Versuchsacker 3 mit Klee grasstreifen	11
2.4.5 Bestimmung der Pflanzenarten und des Biomasseertrags durch Sebastian Löffler	12
2.4.6 Insektenzählungen durch Beate Leidig.....	15
2.4.7 Transfermulchübertragung	22
2.4.8 Auswirkungen auf den Boden und die Landschaft.....	24
2.4.9 Pflanzenbau auf Quaderballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit	28
2.5 Verwertung und Nutzung der Ergebnisse	32
2.6 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	33
2.7 Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	34
3 Aussicht	35
4 Quellenverzeichnis	36
5 Anhang.....	37

1 Kurzdarstellung

1.1 Ausgangssituation

Die moderne Landwirtschaft ist durch einen starken Anstieg der Produktionsmengen pro Fläche gekennzeichnet. Dieser Trend, angetrieben durch eine wachsende Weltbevölkerung und globalisierte Märkte, steht jedoch in einem zunehmenden Widerspruch zum Schutz der biologischen Vielfalt. Die Konzentration der Landwirtschaft auf immer größere Betriebe und die damit verbundene Bewirtschaftung großflächiger Ackerlandschaften wird als weiterer Beschleuniger des Artenrückgangs angesehen. Denn leistungsstarke Maschinen ermöglichen eine schnelle Abernte und entziehen somit die Lebensräume vieler Arten in kurzer Zeit. Eine vollständige Umwandlung dieser Flächen in Brachland und der damit verbundene Verzicht auf die Lebensmittelproduktion würden jedoch zu einer Verlagerung der Anbauflächen führen. Die fehlenden Nahrungsmittel müssten dann auf anderen, möglicherweise ökologisch wertvolleren Flächen produziert werden.

1.2 Projektziel

Das EIP-AGRI Projekt Wandernde Wiese verfolgt einen innovativen Ansatz, indem es die Prioritäten in der Landwirtschaft neu aufstellt. Zunächst wird der Natur- und Klimaschutz großflächig gefördert, um daraus anschließend Bodenfruchtbarkeit aufzubauen und schließlich Lebensmittel herzustellen. Diese Herangehensweise bietet somit einen möglichst nachhaltigen Weg, da die ökologischen Aspekte bereits von Beginn an berücksichtigt wurden, siehe Abbildung 1.

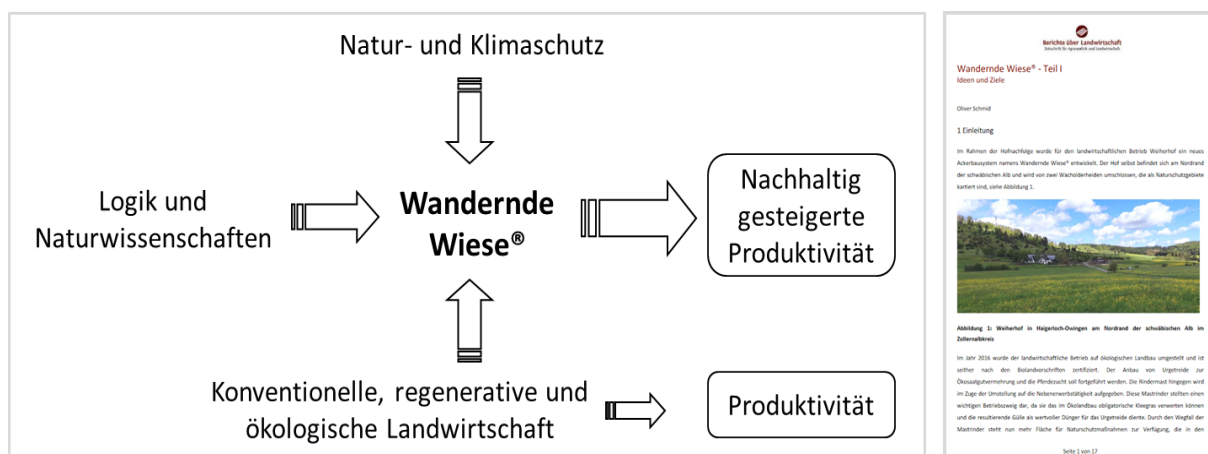


Abbildung 1: Schema aus Artikel Wandernde Wiese® Teil I – Ideen und Ziele [1]

Die Ziele werden durch einen alternierenden Streifenanbau erreicht, bei dem sich Acker- und Feldfutterstreifen abwechseln. Auf drei Versuchsäckern wurden dazu Feldfutterstreifen auf unterschiedliche Weise angelegt und miteinander verglichen. Um sowohl heimische Pflanzenarten zu fördern als auch einen möglichst naturnahen Wiesenbestand zu etablieren, wurden sowohl handelsübliches Saatgut als auch Mahdgut von artenreichen FFH-Mähwiesen (Flora-Fauna-Habitat) verwendet und miteinander verglichen. Der Aufwuchs dieser Feldfutterstreifen kann als Heu oder Silage genutzt werden. Alternativ kann er auch als Transfermulch ohne jegliche Transportwege auf die angrenzenden Ackerflächen ausgebracht werden, um dort den Humusgehalt zu erhöhen. Innerhalb von vier Jahren werden die Feldfutterstreifen umgebrochen und jeweils an der benachbarten Position neu angelegt. So durchwandern die Feldfutterstreifen die Ackerflächen und bieten Tieren und Pflanzen über die Jahre hinweg wertvolle Lebensräume und Nahrungsquellen.

1.3 Projektmitglieder

Für das EIP-Agri-Projekt Wandernde Wiese wurde eine operative Gruppe (OPG) aus mehreren Landwirt*innen zusammengestellt. Die praktische Arbeit wurde wiederum von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet, der die landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen Baden-Württembergs vertritt. Die Koordination und Kommunikation zwischen den jeweiligen Projektmitglieder wurden über die gesamte Laufzeit vom Lead-Partner koordiniert.

Lead-Partner als hauptverantwortlicher Projektpartner und Ansprechpartner

- Agrarforschung Wandernde Wiese, Oliver Schmid, Weiherhof 1, 72401 Haigerloch-Owingen

Landwirtschaftliche bzw. gartenbauliche Unternehmen der Urproduktion

- Wilfried Schmid, Weiherhof 1, 72401 Haigerloch-Owingen
- Lohnunternehmen Härter, Johannes Härter, Immenhäuser Str. 11, 72127 Mähringen
- Südwestdeutsche Biosaaten GmbH & Co. KG, Gutsleiter Christoph Stober, Seehof 1, 72401 Haigerloch

Beratungs- und Dienstleistungseinrichtungen

- Land-Lebensimpulse, Beate Leidig, Im Vogelsang 9/1, 74523 Schwäbisch Hall

Bachelor Arbeit

- Sebastian Löffler, Bachelor Studiengang Agrarwissenschaften, Universität Hohenheim, Fakultät Agrarwissenschaften, Zentrum Ökologischer Landbau

Wissenschaftlicher Beirat bestehend aus:

- Universität Hohenheim (UHOH), Schloss Hohenheim 1, 70599 Stuttgart, Ausführende Einrichtungen: Zentrum Ökologischer Landbau Universität Hohenheim (ZÖLUH), Fachgebietsleitung und verantwortliche Wissenschaftlerin Frau Dr. Sabine Zikeli und Fachgebiet Landschaftsökologie und Vegetationskunde, Fachgebietsleitung Prof. Dr. Schurr, verantwortlicher Wissenschaftler Prof. Dr. Dieterich
- Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen, Ausführende Einrichtung Institut für Angewandte Agrarforschung (IAAF Fachgebietsleitung und verantwortliche Wissenschaftlerin Frau Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) - Außenstelle Reinstetten-Forchheim, Neßlerstraße 25, 76227 Karlsruhe, Ausführende Einrichtung Abteilung 1 Pflanzenbau und produktionsbezogener Umweltschutz, Referat 12 Agrarökologie, Referatsleitung Herr Dr. Jörn Breuer und verantwortliche Wissenschaftlerin Frau Dr. Julia Walter
- Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf, Ausführende Einrichtung Fachbereich 3 Grünlandwirtschaft und Futterbau, verantwortlicher Wissenschaftler Herr Jörg Messner

1.4 Projektbeschreibung

Das Ackerbausystem Wandernde Wiese wurde auf dem Weiherhof in Haigerloch-Owingen entwickelt, das zunächst die Ökologie fördert und anschließend ökonomische Vorteile generiert. Ziel ist es, dieses Verfahren so zu optimieren, dass es auf andere Betriebe übertragbar ist und als Grundlage für eine neue Fördermaßnahme dienen kann. So sollen Landwirte bei der Umsetzung von nachhaltigen Anbaumethoden unterstützt werden. Um die Wirksamkeit zu überprüfen, werden zu Beginn und am Ende des Projekts Bodenproben analysiert, die Pflanzenvielfalt auf den Feldfutterstreifen erfasst und die Insektenzahl im Vergleich zu Dauergrünlandflächen bestimmt.

Das EIP-Projekt Wandernde Wiese wurde vom 19.10.2022 bis zum 31.12.2024 auf dem Weiherhof in Haigerloch-Owingen durchgeführt. Das ursprünglich mit 137.196,32 € angesetzte Budget musste aufgrund eines Buchungsfehlers auf 136.845,69 € angepasst werden. Trotz der herausfordernden Bedingungen als Grenzertragsstandort konnten alle Projektziele innerhalb der geplanten zwei Jahre erreicht werden. Dabei wurden einzelne Arbeitsschritte im Projektverlauf aus Gründen der Effizienz oder aufgrund veränderter Rahmenbedingungen angepasst. Insbesondere das Wetter im ersten Projektjahr beeinträchtigte die Entwicklung der neu angelegten Wiesenstreifen, sodass nur sechs von acht geplanten Insektenzählungen durchgeführt werden konnten. Weiterhin wurde die Vorgehensweise in Arbeitspaket (AP) 4 überarbeitet. Das Ziel, den abgemähten Aufwuchs von Feldfutterflächen mikrobiell zu beimpfen und so für die nachfolgende Kultur als Dünger vorzubereiten, wurde optimiert und in das Konzept des Pflanzenbaus auf Quaderballen umgewandelt, siehe Abbildung 2.

Arbeitspakete (AP) Wandernde Wiese	Jahr und Monat																											
	2022				2023												2024											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AP1 Streifen anlegen mit GPS RTK Traktor																												
Streifenförmige Bodenbearbeitung (WS)	✓	✓										✓	✓	✓										×	×	×		
Aussaat Wiesenstreifen 12,5 cm Reihenabstand (WS)								✓	✓																			
Aussaat Wiesenstreifen 25 cm Reihenabstand (WS)								✓	✓																			
AP2 Mahdguttransfer von artenreichen Dauergrünland																												
Mahdguttransfer auf Wiesenstreifen im Acker (WS)								✓	✓	✓	✓										✓	✓	✓	✓				
AP3 Transfermulch																												
Feldhäcksler solo (JH)									✓	✓		✓	✓									✓	✓		✓	✓		
Feldhäcksler + Seitenmiststreuer (JH + OS)									✓	✓		✓	✓									✓	✓		✓	✓		
Schneidwerk + Strohlgebläse (Ausleihmaschine) (OS + WS)			✓						×	×		×	×									×	×		×	×		
AP4 Pflanzenbau auf Quaderballen																												
Demonstration auf Heu- und Silageballen								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
AP5 Messdaten generieren																												
Insektenzählung (BL)									×	×		✓	✓									✓	✓		✓	✓		
Bewertung artenreiche Pflanzen in Wiesenstreifen (BL)									×	×		✓	✓									✓	✓		✓	✓		
Bodenbeprobung (OS)		✓																									✓	
Transfermulchbeprobung (OS)											×			×								✓	✓	✓		×		
Bewertung der Flächen für Saatgutvermehrung (CS + OS)								✓				✓									✓			✓				
AP6 Geplante Ergebnisverbreitung																												
OPG Wandernde Wiese Meeting (Alle)	✓		✓					✓			✓		✓	✓							✓			✓			✓	✓
Kleiner Feldtag													✓	✓														
Bericht															✓													✓

Abbildung 2: Zeitplan und Arbeitspakete im EIP Projekt Wandernde Wiese

2 Eingehende Darstellung

2.1 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Zahl der berufstätigen Landwirte stark zurückgegangen. Um die Wirtschaftlichkeit zu sichern, haben die verbleibenden Betriebe dann die freigewordenen Flächen bevorzugt zu größeren Einheiten zusammengelegt und waren dadurch in der Lage leistungsstarke Maschinen effizienter einzusetzen. Allerdings führt diese Entwicklung auch dazu, dass z.B. immer größere Ackerbaugelände mit ein und derselben Kultur bestellt werden. Die Folge ist eine Intensivierung der Landwirtschaft, die in kurzer Zeit große Flächen aberntet und die Lebensgrundlagen für viele Lebewesen wie z.B. Insekten Vögeln und Niederwild auf den Feldern stark einschränkt. Der Kartenvergleich in Abbildung 3 zeigt wie sehr sich die Landschaft zwischen den beiden Dörfern Stetten und Owingen in den letzten 183 Jahren verändert hat. So waren im Jahr 1950 noch 258 landwirtschaftliche Betriebe in den Dörfern Stetten [2] und Owingen [3] vorzufinden. Heute gibt es in diesem Kartenausschnitt noch zwei landwirtschaftliche Betriebe, die im Vollerwerb tätig sind. Durch die besonders starke Ausdehnung der Wohn- und Industriegebiete in den letzten Jahrzehnten stehen heute auch immer weniger landwirtschaftliche Nutzflächen zur Verfügung, was die Konkurrenz zwischen Lebensmittelproduktion und natürlichem Lebensraum weiter verschärft.

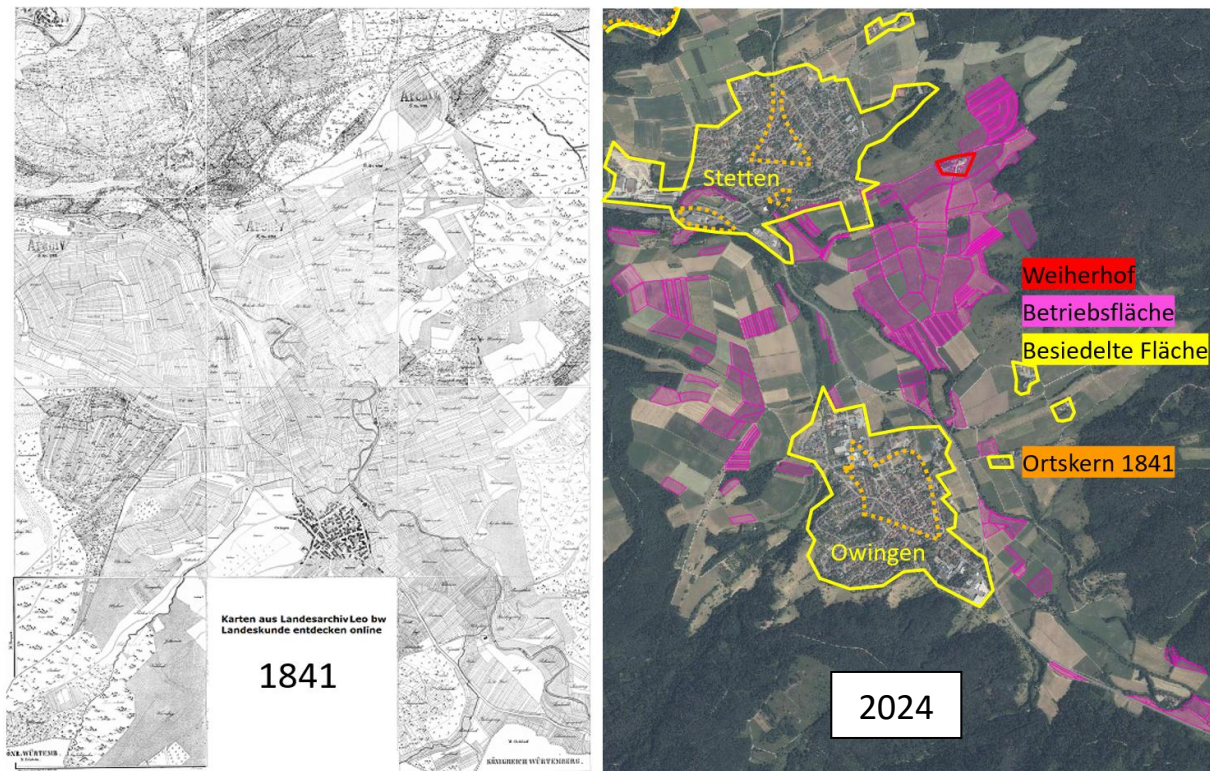


Abbildung 3: Entwicklung der Dörfer Stetten und Owingen im Kartenvergleich: 1841 [4] bis 2024

Aufgrund mangelnder Wirtschaftlichkeit wurde die Milchproduktion auf dem Weiherhof bereits im Jahr 2016 eingestellt. Um den Betrieb wirtschaftlich tragfähig zu halten, entschied man sich den bestehenden Kuhstall für die Rindermast umzubauen und auf ökologischen Landbau umzustellen. Da auch dieser Betriebszweig seit 2022 wieder aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt wurde, musste eine neue, langfristige Nutzung für die landwirtschaftlichen Flächen gefunden werden. Es stand jedoch auch nach langem Suchen kein geeignetes Konzept zur Verfügung und somit wurde mit dem Ackerbausystem Wandernde Wiese® ein eigenes Betriebskonzept entwickelt, das nun mit dem gleichnamigen EIP-Agri Projekt auf seine Wirksamkeit hin überprüft wird.

2.2 Verwendung der Zuwendung

Die Personalkosten stellten den größten Kostenfaktor für EIP Projekt Wandernde Wiese dar und ermöglichten die Finanzierung einer 65%-Stelle über zwei Jahre. Diese Gesamtarbeitszeit wurde hierbei auf verschiedene Personen verteilt, um die vielfältigen Arbeitspakete optimal zu bearbeiten und von deren unterschiedlichen Fachkenntnissen zu profitieren.

Aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit vergleichbarer Mietmaschinen war die Anschaffung eines Seitenmiststreuers für die Durchführung des Projekts unverzichtbar. Der Seitenmiststreuer stellt eine langfristige Investition dar, die sowohl im aktuellen Projekt als auch in nachfolgenden Entwicklungen zum Einsatz kommt. Die Anschaffungskosten des Seitenmiststreuers wurden durch die Lohneinnahmen von Oliver Schmid und Wilfried Schmid refinanziert.

Die im Projekt eingeplante Versuchsfläche von insgesamt 14 ha wurde während der Projektzeit auch auf mehr als 28 ha verdoppelt. Ziel ist die Flächen weiter auszuweiten und das Ackerbausystem Wandernde Wiese im Betriebskreislauf des Weiherhofs zu integrieren. So wurde beispielsweise ein zwei Hektar großer Acker im zweiten Versuchsjahr mit den Erkenntnissen aus dem EIP Projekt in extensives Grünland umgewandelt um die angrenzenden Naturschutzflächen miteinander zu verbinden.

Die restlichen Mittel wurden für Analysen, Lohnaufträgen, Saatgut und weitere Materialien eingesetzt. Alle Kosten, die auch sonst im regulären landwirtschaftlichen Betrieb angefallen wären, wurden in der Kalkulation nicht eingeplant und für den wissenschaftlichen Beirat wurden auch keine finanziellen Mittel benötigt. Somit konnte die beantragte Gesamtfördersumme von 136.531,58 € im Vergleich zu anderen EIP Projekten verhältnismäßig klein gehalten werden.

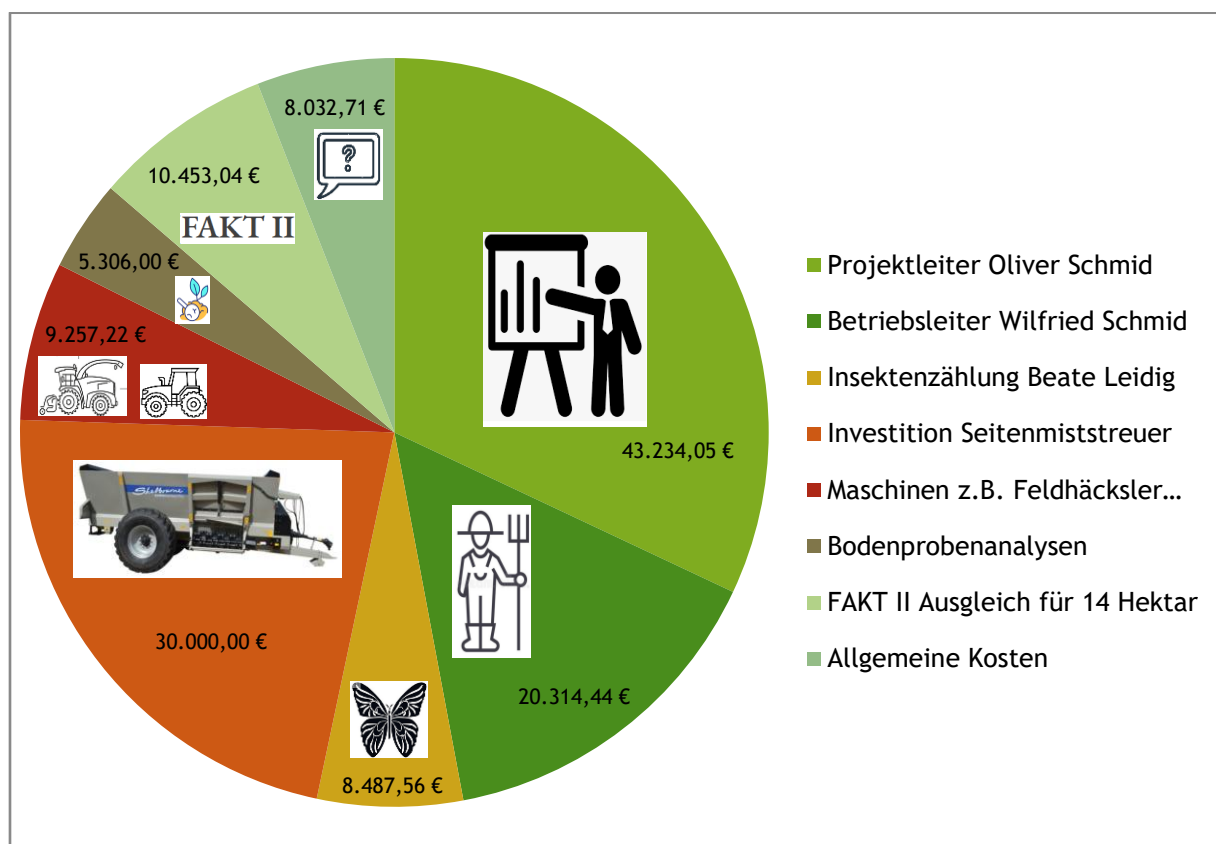


Abbildung: Aufteilung des Fördervolumens EIP Agri Wandernde Wiese

2.3 Ergebnisse der Zusammenarbeit innerhalb der Projektmitglieder

Zur Durchführung des Projekts wurde eine operative Gruppe (OPG) zusammengestellt, die sich ausschließlich aus Personen mit landwirtschaftlichem Hintergrund zusammensetzte. Diese gewährleistete eine praxisnahe Ausrichtung und profitierte von bereits bestehenden Kontakten zwischen den Mitgliedern. Der wissenschaftliche Beirat stand hingegen zur kritischen Begleitung der Projektaktivitäten bereit und gab auch Impulse aus der Forschung. Die Zusammenarbeit zwischen der OPG und dem wissenschaftlichen Beirat wurde vom Projektleiter Oliver Schmid koordiniert, wobei die fachliche Umsetzung dabei stets in den Händen der jeweiligen Experten lag. Diese Aufstellung ermöglichte auch einen schnellen Austausch zwischen dem Projektleiter und den jeweiligen Personen. Nachteilig ist, dass wenn der Projektleiter ausfallen sollte viel Wissen auf einmal verloren gehen würde. Im Laufe des Projekts intensivierte sich die Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung. So konnte z.B. Sebastian Löffler von der Universität Hohenheim gewonnen werden, der seine Abschlussarbeit zum Thema „Wandernde Wiese: Einfluss des Mahdzeitpunktes auf das C/N-Verhältnis und den Biomasseertrag“ verfasste. Dies ermöglichte eine Teilübernahme von Arbeitspaketen und eine engere Betreuung durch den Projektleiter. Der finale Abschlussbericht bündelt das komplette Wissen und wird mit dem Projektende dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) in Stuttgart übergeben.

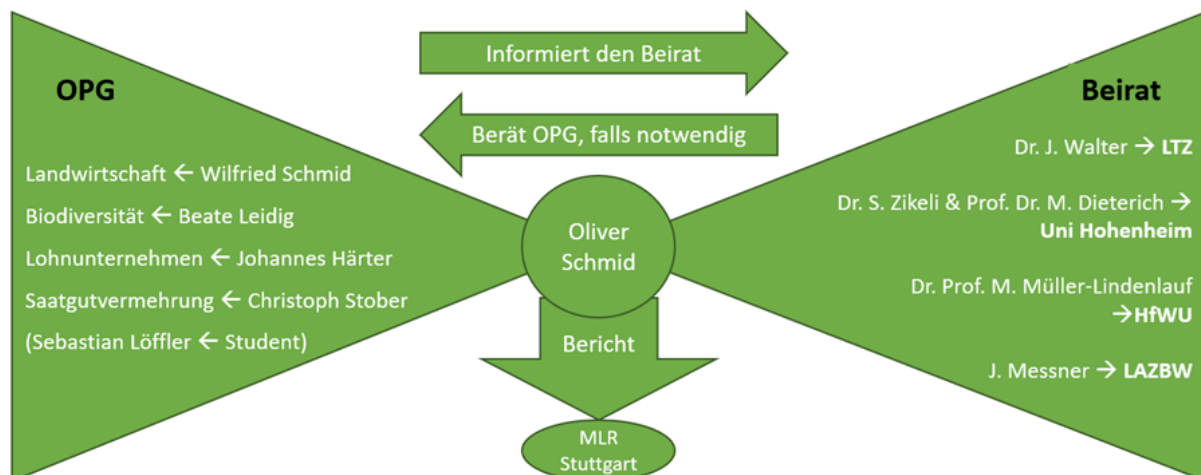


Abbildung 4: Zusammenarbeit zwischen operationeller Gruppe (OPG) und wissenschaftlichem Beirat

Im Laufe des Projekts wurden insgesamt drei große Treffen organisiert um allen Beteiligten die Aktivitäten und Ergebnisse zu präsentieren. Das erste und letzte Treffen erfolgte über Onlinekonferenzen, da eine gemeinsame Terminfindung äußerst schwierig war. Um hier Abhilfe zu schaffen wurden die Zwischenergebnisse auch in regelmäßigen Abständen per E-Mail verteilt und größere Dateien auf ein Transferlaufwerk kopiert. Somit hatten alle Beteiligten stets die Möglichkeit die Ergebnisse mit den aufgezeichneten Onlinemeetings nachzuholen. Das Treffen vor Ort ermöglichte den Beteiligten nochmals einen tieferen Eindruck über die Vorgehensweise des Projekts und bot eine ideale Möglichkeit sich über die nächsten Schritte zu informieren bzw. sich auszutauschen.

Die operationelle Gruppe soll auch nach dem Projekt weiter in Kontakt bleiben, sodass auf das jeweilige Expertenwissen stets zurückgegriffen werden kann. Es wird auch angestrebt die einzelnen Teilprojekte nach der Projektzeit weiterzuentwickeln.

2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes

Zu Beginn des Projekts wurden auf dem Weiherhof drei Versuchsäcker ausgewählt, die einen repräsentativen Bereich des Zollernalbkreises abbilden. Diese Flächen reichen von sehr ertragsarmen Salbei-Glatthaferwiesen bis hin zu ertragsstärkeren Böden mit 40 Bodenpunkten und spiegeln die Vielfalt der Region wider. Zusätzlich wurden zu Beginn und am Ende des zweijährigen Projektzeitraums Bodenproben von den Versuchsäckern entnommen, um Veränderungen im Humusgehalt und den Konzentrationen der Makronährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium zu quantifizieren.

Der ertragsschwächste Standort Versuchsacker 1 ist durch schweren Tonboden mit hoher Tendenz zur Staunässe gekennzeichnet, der bei ausbleibendem Regen auch schnell austrocknet und dadurch tiefe Risse im Boden bildet. Der Versuchsacker 2 ist durch die Hanglage und das abfließende Wasser vom Berg besonders stark von Wassererosion betroffen. Versuchsacker 3 hingegen weist durch den höheren Schluffanteil durchschnittlich 0,5 t/ha höhere Erträge als die anderen Versuchsäcker auf und die Bodenstruktur ist auch feinkrümeler. Bei allen Versuchsäckern unterteilen die 18 m breiten Feldfutterstreifen die Ackerflächen in 36 m breite Ackerstreifen. Im Gegensatz zu anderen Streifenanbausystemen werden auf allen Ackerstreifen eines jeweiligen Versuchsackers dieselbe Hauptkultur wie z.B. Einkorn, Emmer oder Hafer angebaut. Somit befinden sich auf jedem Versuchsacker zwei Kulturen, wobei der Feldfutterstreifen vorrangig zur Erhöhung der Artenvielfalt, den Humusaufbau und die Bodenregeneration beitragen.



Abbildung 5: Übersicht Versuchsflächen Auszug aus Flächeninformation und Online-Antrag (FIONA) 2023

2.4.1 Ausrichtung der Streifen in den Versuchsäckern

Die Streifen im Acker wurden mithilfe eines satellitengesteuerten Traktors angelegt, der über ein „Real Time Kinetic“ (RTK) Lenksystem verfügt. Dadurch ist der Traktor in der Lage die vorgegebene Spur auf ein bis zwei Zentimeter genau zu halten und parallel weiterzuführen. Die jeweilige Spur wurde wiederum z.B. aus einer Urlinie errechnet, die aus der Feldgrenze stammen kann, siehe Abbildung 6. Alternativ kann die Urlinie auch frei in Ackerfläche gewählt werden, sodass sie durch ein mittiges Hindernis im Acker führt und sich dieses dann mittig zwischen zwei Streifen befindet, siehe grüne Linien. Sollte die Ackerfläche hingegen eine große Kurve aufweisen sind auch Kurven zur Spurführung denkbar, siehe Versuchsacker 1. Das Anlegen gerader Linien im Spursystem sind jedoch vorzuziehen. Idealerweise verlaufen die Streifen quer zur Hangneigung, sodass bei einem Starkregen das abfließende Wasser besser von den alternierenden Streifen gehalten werden kann. Für den gemeinsamen Antrag wurde jeder Streifen einzeln als Ackerschlag aufgenommen. Die Geometrien können dabei leicht von dem tatsächlichen Satellitenbild des gemeinsamen Antrags abweichen, da die Neigung der Ackerflächen eine Rolle spielt, wie die Streifen schließlich im zweidimensionalen Satellitenbild dargestellt werden.



Abbildung 6: Spurführung mithilfe von Urlinien bzw. Urkurven in Versuchsäckern 1, 2 und 3

Damit die unterschiedlichen Arbeitsgeräte am Traktor optimal eingesetzt werden können wurde für jede Arbeitsbreite eigene Fahrspuren aus der Urlinie generiert und separat abgespeichert. Die Arbeitsgeräte des Weiherhofs haben eine Arbeitsbreite von 3 m, 6 m und 9 m und passen somit ideal in die Streifenbreite von 18 m bzw. 36 m. Die einzelnen Spurlinien sind durchnummeriert und werden von Traktor individuell erkannt, sodass es auch unter schwierigen Sichtverhältnissen möglich ist die richtige Spurlinie anhand der Spurliniennummer auszuwählen. Damit es zwischen den Spuren eine gewisse Überlappung gibt sind die Arbeitsgeräte so konfiguriert, dass sie wenige Zentimeter breiter sind als die Vorgabe im Traktor. Beim Säen der Ackerkulturen hingegen ist die Sämaschine des Weiherhofs auf 5,75 m Außenbreite konfiguriert, sodass zwischen den 6 m breiten Spuren wiederum 25 cm Abstand eingehalten wird, welche für die Maßnahme E 13.1 „Lichtäcker“ im gemeinsamen Antrag [4] extra gefördert wird. Diese einfache Methode erlaubt ein zügiges einprogrammieren der Ackerflächen. Für den Einsatz von Arbeitsgeräten, deren Arbeitsbreite nicht optimal in die Streifenbreite passen, ist eine andere Herangehensweise für die Spurführung notwendig. Dazu muss jeder Streifen als eigenständige Geometrie im System hinterlegt werden, damit der Traktor mit dem jeweiligen Arbeitsgerät direkt an der Grenze dieser Kontourgeometrie bewegen kann. Die tatsächlich bearbeitete Fläche wird dann im System hinterlegt sodass der Traktor parallel zu der bereits bearbeiteten Fläche weiterfahren kann. Grundsätzlich gilt, dass je nach Fuhrpark des Betriebs auch eine betriebsindividuelle Streifenbreite gewählt werden kann.

2.4.2 Versuchsacker 1 mit Wiesenstreifen

Die Feldfutterstreifen auf Versuchsacker 1 unterschieden sich dahingehend, dass nach der Aussaat von Wiesensaatgut zusätzlich noch eine Mahdgutübertragung aus artenreichem Dauergrünland stattgefunden hat. Diese Feldfutterstreifen werden fortan als Wiesenstreifen bezeichnet, da sie eine möglichst hohe und regional angepasste Pflanzenvielfalt aufweisen sollen. Die Suche nach geeignetem Saatgut ohne Weißklee in ökologischer Qualität erwies sich jedoch aufgrund des begrenzten Angebots als schwierig. So war z.B. Regiosaatgut in Ökoqualität nicht verfügbar. Das verwendete Saatgut stammt von den beiden Firmen Freudenberger „Wieseneinsaat Trockenstandorte“ und semopur „6.3 Kräutermischung“. Die Aussaat des Wiesensaatgutes konnte wegen dem nassen und kalten Frühjahr erst am 21. Mai 2023 durchgeführt werden. Hervorzuheben hier ist, dass bei jedem Wiesenstreifen eine Hälfte auf doppelten Reihenabstand (25cm) und halber Saatstärke ausgesät wurde, damit sich zwischen den ausgesäten Reihen auch andere Pflanzenarten etablieren können. Weiterhin trat nach der Aussaat eine langandauernde Blitzdürre ein die dafür sorgte, dass die Samenkörner nur langsam keimten und sich viele Wild- und Unkräuter ausbreiteten, siehe Abbildung 7.

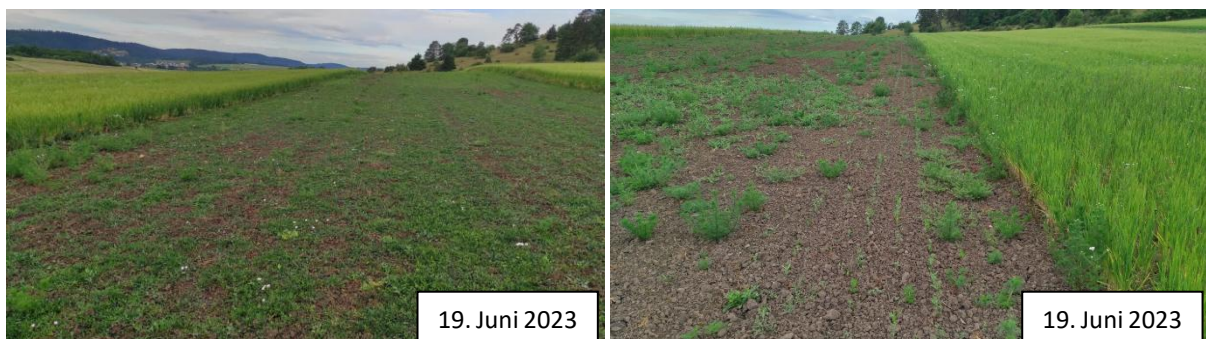


Abbildung 7: Wild- bzw. Ackerunkräuter und aufgelaufenes Saatgut in Wiesenstreifen auf Versuchsacker 1

Um dieses generelle Risiko einer Frühljahrsaussaat auszugleichen und weitere regionale Pflanzenarten im Wiesenstreifen zu etablieren wurde am 19. Juni artenreiches Dauergrünland als Spenderfläche für einen Mahdguttransfer verwendet. Diese Methode wird bereits im Archewiesenprojekt BW zur Erhaltung von artenreichem Dauergrünland angewendet und für den Mahdguttransfer übernommen [6]. Die Spenderflächen wurden zuvor von Herrn Jochen Kübler von dem Umweltbüro „365° freiraum + umwelt“ bonitiert und die generelle Artenvielfalt lässt sich mit der Stufe C einordnen. Für den eigentlichen Mahdguttransfer wurde am 19. Juni der Aufwuchs der Spenderflächen früh morgens ohne mechanische Aufbereitung gemäht und gleich im Anschluss zu Schwaden zusammengereicht. So wurde im dichten Bestand das Risiko von ausfallenden Pflanzensamen auf ein Minimum reduziert. Der Feldhäcksler konnte anschließend die abgemähte Pflanzenmasse in einem Arbeitsgang aufnehmen, häckseln und nacheinander in die beiden Traktorgespanne mit Miststreuer überladen. Die kleingehäckselte Biomasse wurde dann auf die Wiesenstreifen im Versuchsacker 1 übertragen und fein verteilt. Das Verhältnis der Spender- zu Empfängerfläche betrug dabei ungefähr 1:1.



Abbildung 8: Mahdgutübertragung von artenreichem Dauergrünland in Versuchsacker 1

Die Wiesenstreifen zeigten nach den ersten Niederschlägen im Sommer trotz der Frühjahrsdürre eine gute Entwicklung. Um einen optimalen Bestand zu erreichen, waren jedoch zwei Säuberungsschnitte im ersten Jahr erforderlich. Wegen der noch geringen Wurzeltiefe der Pflanzen im ersten Jahr kam ein leichter Traktor mit einem bodenschonenden Doppelmessermähwerk zum Einsatz. Dieser erste Schnitt verbesserte die Sichtbarkeit der einzelnen Reihen anschließend deutlich. Die Pflanzen aus der Mahdgutübertrag waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht sichtbar.

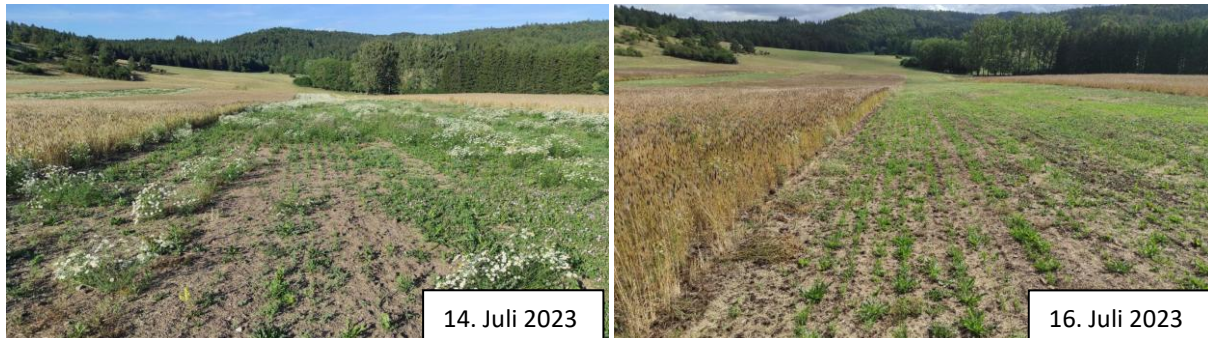


Abbildung 9: Wiesenstreifen vor und nach erstem Säuberungsschnitt mit Doppelmesserbalkenmähwerk

Das Erscheinungsbild der Wiesenstreifen hat sich bis zum zweiten Säuberungsschnitt stark verändert. Es waren nun mehr Gräser, Leguminosen und Kräuter aus dem Mahdgutübertragung vorhanden. Durch den dichteren Bewuchs wurde der Untergrund tragfähig und somit konnte der Aufwuchs im Herbst mit einer 9 Meter breiten Scheibenmähwerkskombination gemäht werden, siehe Abbildung 10. Neben Kümmel und Fenchel aus dem Saatgut waren dennoch viele Pionierpflanzen wie z.B. Kamille und Ehrenpreis vorzufinden. Bei beiden Säuberungsschnitten wurde der abgemähte Aufwuchs auf den Streifen liegen gelassen, damit die organische Masse möglichst viel zum Humusaufbau im Ackerbau beiträgt. Im zweiten Versuchsjahr entwickelte sich auf beiden Varianten ein sehr guter Bestand, der jeweils einer artenreichen Wiese sehr nahekam. Zwischen der einfachen und doppelten Reihenabstand ließen sich weder bei der Aufwuchsmenge noch bei der Artenvielfalt signifikante Unterschiede feststellen.



Abbildung 10: Wiesenstreifen nach dem zweiten Säuberungsschnitt und im nächsten Sommer

Die Wiesenstreifen wurden im zweiten Versuchsjahr nur einmal abgemäht und der Aufwuchs wurde liegen gelassen. Die beträchtliche Menge an organischer Masse führte dazu, dass Wildschweine begannen, entlang der Mulchdecke die Grasnarbe aufzuwühlen. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die erhöhte Menge an organischem Material zu einer verstärkten Bodenaktivität beiträgt und dadurch auch größere Lebewesen anzieht, die dieses zusätzliche Nahrungsangebot wiederum nutzen.

2.4.3 Versuchsacker 2 mit Luzernegrasstreifen

Der Versuchsacker 2 wurde zwei Jahre vor Projektbeginn ganzflächig mit Luzernegras angesät und dann zum Projektbeginn im Herbst 2021 in Streifenform umgebrochen. Die Luzerne befand sich somit bei Projektbeginn im dritten Jahr und war dementsprechend tief verwurzelt. Weil für den Umbruch nur flache Bodenbearbeitungen durchgeführt wurden hat sich die Luzerne in den folgenden Jahren stets wieder im Ackerstreifen durchgesetzt. Eine tiefe Bodenbearbeitung mit dem Grubber hat hingegen den Nachteil, dass Erdklumpen vom Ackerstreifen auf den angrenzenden Luzernegrasstreifen befördert werden. Diese Erdklumpen werden dann bei der nächsten Mahd von dem Mähwerk erfasst, was wiederum den Verschleiß dieser Maschine stark erhöht. Im zweiten Versuchsjahr wurde die mechanische Bodenbearbeitung optimiert, indem der Schneidgrubber „Acticut“ eingesetzt und seitens der Firma 4Disc für den Streifenanbau angepasst wurde. Die Schneidscheiben des Grubbers ermöglichen eine flache, flächendeckende Bearbeitung des Bodens und durch die neu angebrachte Seitenbegrenzungen wurde der abgetragene Boden innerhalb der Ackerstreifen gehalten.

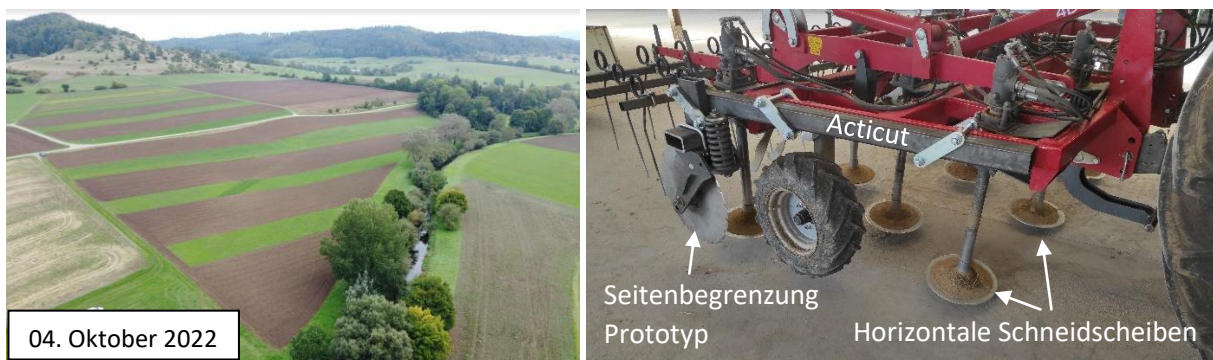


Abbildung 11: Luzernegrasstreifen in Versuchsacker 2 nach Teilumbruch in Streifenform

2.4.4 Versuchsacker 3 mit Klee grasstreifen

Bei Versuchsacker 3 wurde das Klee gras bereits vor Projektbeginn im Herbst 2020 in Streifenform angesät. Die 18 Meter breiten Klee grasstreifen wurden durch sechs nebeneinanderliegende Spuren mit einer 3 Meter breiten Sämaschine angelegt. Bis zum nächsten Klee grasstreifen wurden dann 12 Spuren freigelassen, sodass der 36 m breite Ackerstreifen später mit Getreide bestellt werden konnte, siehe Traktormonitor in Abbildung 12.



Abbildung 12: Aussaat der Klee grasstreifen in Versuchsacker 3 in Streifenform

Die Versuchsäcker 2 und 3 spiegeln somit eine kostengünstige Möglichkeit wie Feldfutterstreifen nur durch Saatgut in Ackerflächen etabliert werden können. Jedoch ist die Anzahl der ausgebrachten Pflanzenarten auf das jeweilige Saatgut beschränkt.

2.4.5 Bestimmung der Pflanzenarten und des Biomasseertrags durch Sebastian Löffler

Im Rahmen seiner Bachelorarbeit hat Sebastian Löffler die Wiesenstreifen auf Versuchsacker 1 eingehend untersucht. Dabei wurden an zwei separaten Tagen alle vorkommenden Pflanzenarten erfasst und mit denjenigen der Spenderflächen, von denen das Mahdgut stammte, verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass sich insgesamt 59 verschiedene Pflanzenarten auf den Wiesenstreifen etabliert haben. Ein Großteil dieser Arten konnte nicht auf das eingesäte Saatgut zurückgeführt werden, sondern stammte aus dem Mahdgut der Spenderflächen. Besonders bemerkenswert ist das Vorkommen von insgesamt 10 Kennarten für FFH-Mähwiesen wie beispielsweise Acker-Witwenblume, Wiesensalbei, Wiesenpippau, Wiesenbocksbart und Margerite. Eine detaillierte Auflistung aller identifizierten Pflanzenarten ist im Anhang zu finden.

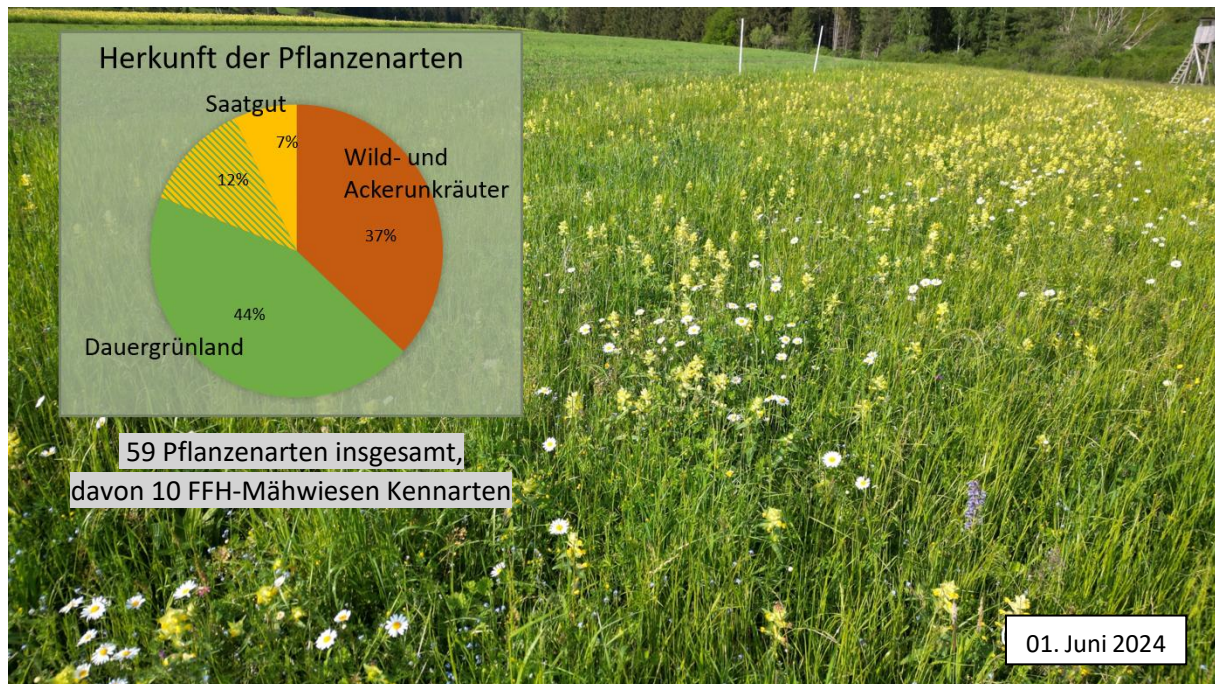


Abbildung 13: Herkunft der Pflanzenarten in Wiesenstreifen nach einem Jahr

Um die Zunahme der Pflanzenmasse zu quantifizieren, wurden die Feldfutterstreifen auf den drei Versuchsäckern an drei verschiedenen Terminen ab Anfang Mai beprobt. Auf jedem Acker wurden drei repräsentative Teilflächen ausgewählt. Diese Teilflächen waren nach der Ertragspotentialkarte, die auf Satellitendaten des Copernicus-Programms basiert, möglichst homogen. Die Farben in der Karte geben dabei den zu erwartenden Ertrag an.

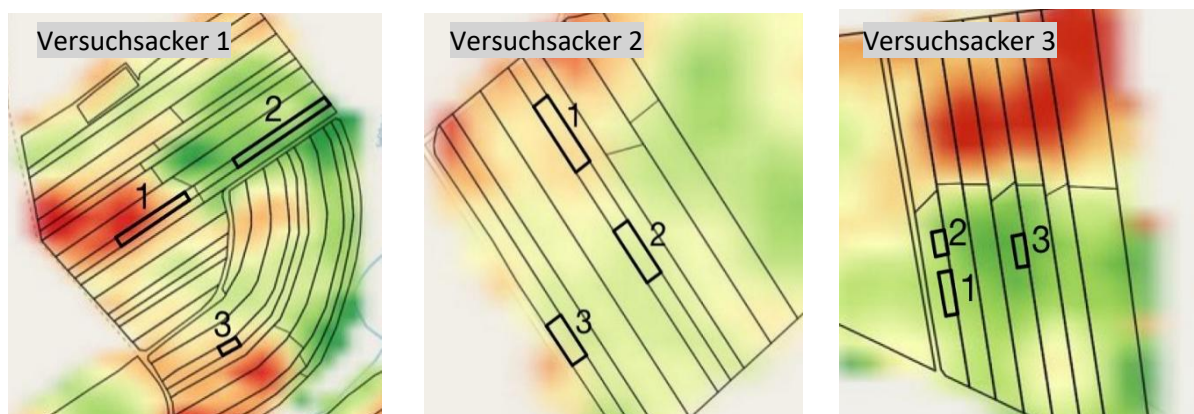


Abbildung 14: Ertragspotentialkarten der Versuchsäcker, grün = hoch, rot = gering

In den unterschiedlichen Blöcken wurden dann jeweils drei Wiederholmessungen mit einer jeweiligen Fläche von 0,5 Quadratmetern untersucht, siehe schwarze Markierung in Abbildung 15.



Abbildung 15: Versuchsblöcke in den Versuchsäckern

Die 81 Probeflächen wurden in ihrem Anteil an Kräutern bewertet und der unbewachsen Flächenanteil bestimmt. Anschließend wurde das Schnittgut jeder Probefläche in perforierten Plastiktüten gesammelt, getrocknet und gewogen. Der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt des getrockneten Materials wurde ebenfalls bestimmt, siehe Abbildung 16.



Abbildung 16: Durchführung der Beprobung

Der Kräuteranteil in den Wiesenstreifen auf Versuchsacker 1 betrug 18 %, während er in den Luzernegras- und Klee grasstreifen der anderen Versuchsäcker bei lediglich 0-1 % lag. Der Anteil unbewachsener Flächen war in den Wiesen- und Klee grasstreifen vergleichbar und bewegte sich zwischen einem Flächenanteil von 2-9 %. Bei den vierjährigen Luzernegrasstreifen lag dieser Anteil mit 13% bereits höher. Die Abbildung 17 zeigt die Zunahme der Trockenmasse pro Fläche über den Untersuchungszeitraum. Bis zum 24. Mai wiesen die Wiesenstreifen vergleichbare Erträge wie die Luzernegrasbestände auf. Danach setzte bei den Luzernegrasstreifen ein kontinuierlicher Ertragsanstieg ein fort und lag am 7. Juni nur knapp unterhalb der Trockenmasse von dem Klee grasbestands auf dem ertragsstärkeren Versuchsacker 3. Die chemische Analyse auf der rechten Seite in Abbildung 17 ergab, dass das C/N-Verhältnis der Wiesenstreifen dem des Klee gras entsprach. Im Gegensatz dazu wies die Luzerne-Gras-Mischung einen stets höheren Proteingehalt und somit ein niedrigeres C/N-Verhältnis auf.

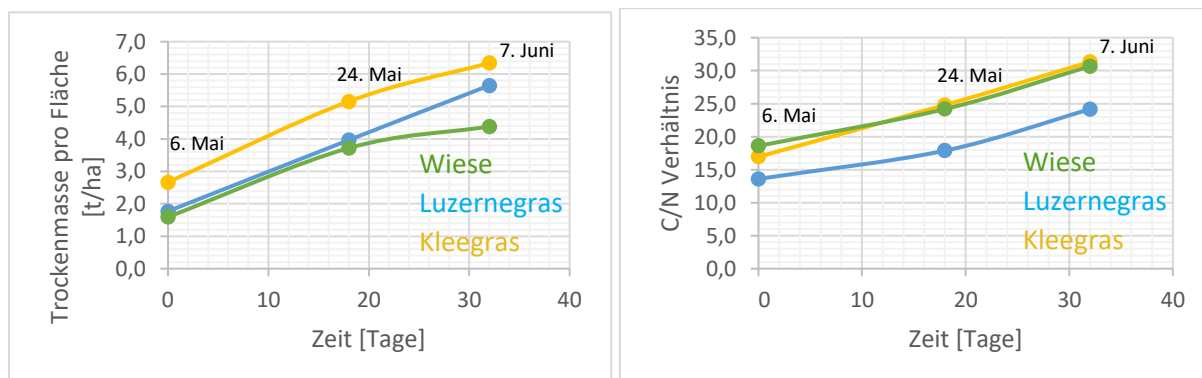


Abbildung 17: Zunahme der gemittelten Trockenmasse pro Fläche und C/N Verhältnis über Zeit

Parallel zur Untersuchung der Pflanzenartenbestimmung und deren Erträge wurden die Feldfutterstreifen auch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Insektenfauna analysiert.

2.4.6 Insektenzählungen durch Beate Leidig

Von den geplanten acht Insektenzählungen wurden in den beiden Versuchsjahren nur sechs durchgeführt. Denn aufgrund des langen, kalten Frühjahrs 2023 setzte die Entwicklung der Vegetation und die Insektenaktivität erst sehr spät ein. Daher konnten in dem ersten Frühjahr auch keine aussagekräftigen Daten erhoben werden. Im späteren Verlauf des Projekts wurden dann an sonnigen und windstillen Tagen die Insektenzählungen durchgeführt, indem die zuvor abgemessenen Transekte langsam durchschritten wurden. Dabei wurde nicht gezielt im Bestand gesucht, sondern möglichst alle Insekten erfasst, die mit bloßem Auge zu sehen waren. Die entdeckten Insekten wurden hierbei in die Gruppen Bienen, Heuschrecken, Tagfalter, Nachtfalter, Fliegen Spinnen Käfer Hautflügler, Wanzen Zikaden und Sonstige unterteilt. Bei der Gruppe „Sonstige“ handelt es sich um Exemplare, die sich beim Durchschreiten zu schnell verstecken konnten, ehe eine genaue Bestimmung erfolgte. Die einzelnen Gruppen der Insekten wurden wiederum in mehrere Unterkategorien wie z.B. Wildbienen, Hummeln und Honigbienen unterteilt. Die Anzahl der Insekten kleiner als 5 mm wurden zwar notiert, gehen aber nicht in die Gesamtsumme ein. Um vergleichbare Ergebnisse zwischen den untersuchten Flächen zu erhalten, wurden alle Insektenzählungen in fünf Meter breiten Transekten durchgeführt. Diese Transekte wurden mithilfe von Kunststoffpfosten quer über die Streifen des jeweiligen Versuchsackers abgesteckt, wobei die Länge des jeweiligen Transektes bereits durch die jeweilige Streifenbreite bekannt war. Auf jeder Referenzfläche im Dauergrünland wurde hingegen ein einzelnes 5 m x 50 m großes Transekt festgelegt. Aus der Vielzahl an Daten wurde schließlich eine vereinfachte Darstellung generiert, indem die Anzahl aller Insekten in den jeweiligen Streifen auf 100 m² normiert wurde. Aus den Mittelwerten aller Streifen eines Versuchsackers wurde anschließend ein Gesamtmittelwert berechnet. Die Abbildung 18 veranschaulicht einen direkten Vergleich der Insektenzahlen in den drei untersuchten Feldfutterstreifen über die Versuchsjahre hinweg. Im ersten Jahr wiesen die Luzernegras- und Klee grasstreifen signifikant höhere Insektenzahlen auf als die Wiesenstreifen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Leguminosen in voller Blüte standen und somit ein attraktives Nahrungsangebot für Insekten boten, während die Pflanzenbestände in den Wiesenstreifen noch nicht vollständig etabliert waren. Im zweiten Versuchsjahr zeigte sich ein Rückgang der Insektenpopulationen in den Luzernegras- und Klee grasstreifen. Ursache hierfür ist das nachlassende Blühangebot, das insbesondere ab dem dritten bzw. vierten Jahr stark abnahm.

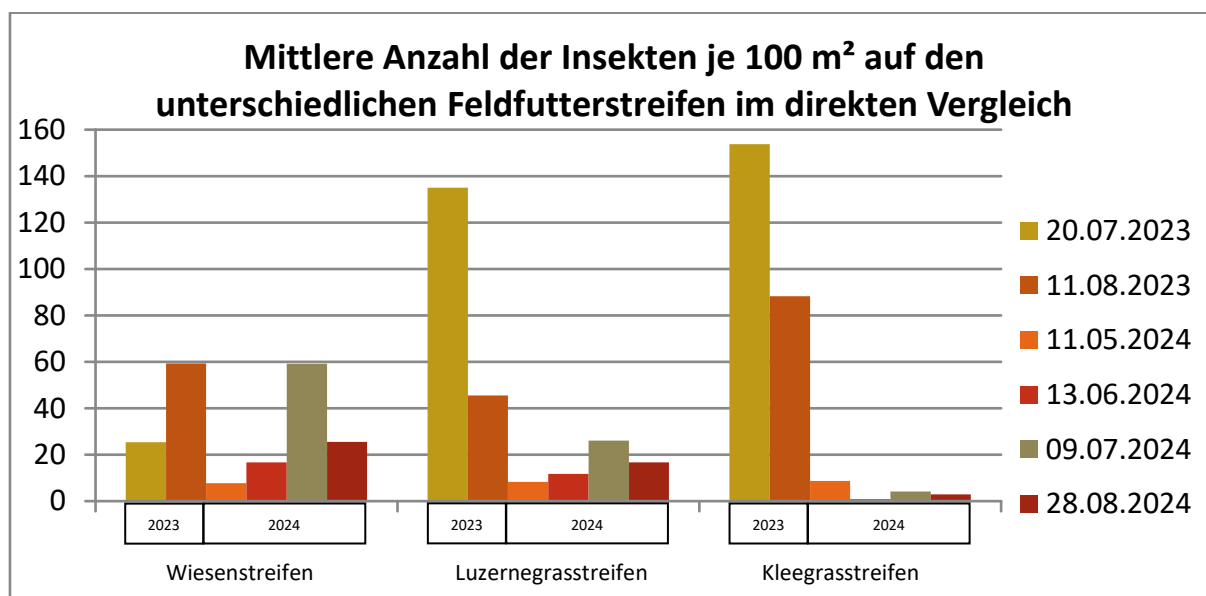


Abbildung 18: Mittlere Anzahl der Insekten je 100 m² auf den Feldfutterstreifen im direkten Vergleich

Die zeitliche Entwicklung der einzelnen Feldfutterstreifen wird in den folgenden Bilderreihen anschaulich dargestellt und durch eine detaillierte Aufstellung der Insektenzahlen ergänzt.

Auf dem Versuchsacker 1 zeigten die Wiesenstreifen eine drastische Entwicklung über die Versuchsperiode. Zu Beginn glich die spärliche Besiedelung mit Pionierpflanzen noch eher einer Brache, sodass hier auch kaum Insekten zu finden waren. Die Versuchsfläche konnte sich jedoch durch die Sommerniederschläge und den zweimaligen Säuberungsschnitten innerhalb eines Jahres in eine artenreiche Wiesenstruktur weiterentwickeln. Die Vielzahl an unterschiedlichen Pflanzen hat wiederum auch zur Folge, dass wie bei der Referenzfläche auch ein konstantes Nahrungsangebot über die restliche Versuchszeit bereitstand.





Abbildung 19: Vergleich zwischen Wiesenstreifen und Referenzfläche bei allen Insektenzählungen

Die Bildreihe zeigt deutlich, dass die Anzahl der Insekten eng mit dem Nahrungsangebot und der Lebensraumqualität der Flächen verknüpft ist. Während die Wiesenstreifen im ersten Jahr noch eine geringere Insektenvielfalt aufwiesen als die Dauergrünlandfläche 1, konnte im zweiten Jahr aufgrund des reichhaltigen Blütenangebots bereits eine höhere Insektenanzahl festgestellt werden. Die besonders hohe Insektenaktivität im Jahr 2023 ist primär auf eine starke Vermehrung von Heuschrecken zurückzuführen, die im Jahr 2024 ausblieb.

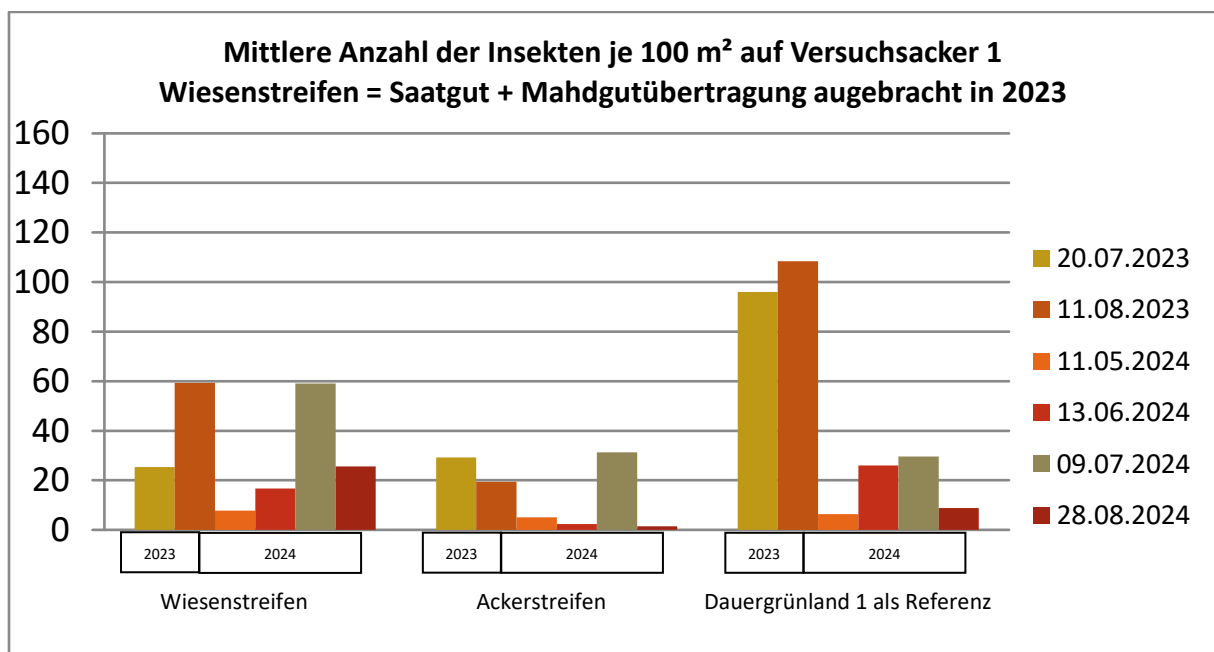


Abbildung 20: Mittlere Anzahl der Insekten je 100 m² auf Versuchsacker 1

Das Luzernegras in Versuchsacker 2 konnte sich bereits vor Projektbeginn etablieren, sodass im ersten Versuchsjahr bereits ein tiefverwurzelter Bestand im Acker vorhanden war. Dieser konnte dann in der Vollblüte eine sehr hohe Anzahl an Insekten beherbergen. Bemerkenswert ist aber, dass im zweiten Versuchsjahr keine nennenswerten Luzerneblüten mehr in den Luzernegrasstreifen ausgebildet wurden. Die nahegelegene Referenzfläche 2 weist als kartierte FFH-Mähwiese eine Vielzahl an Pflanzen auf, wobei bewusst Altgrasstreifen stehen gelassen wurden.



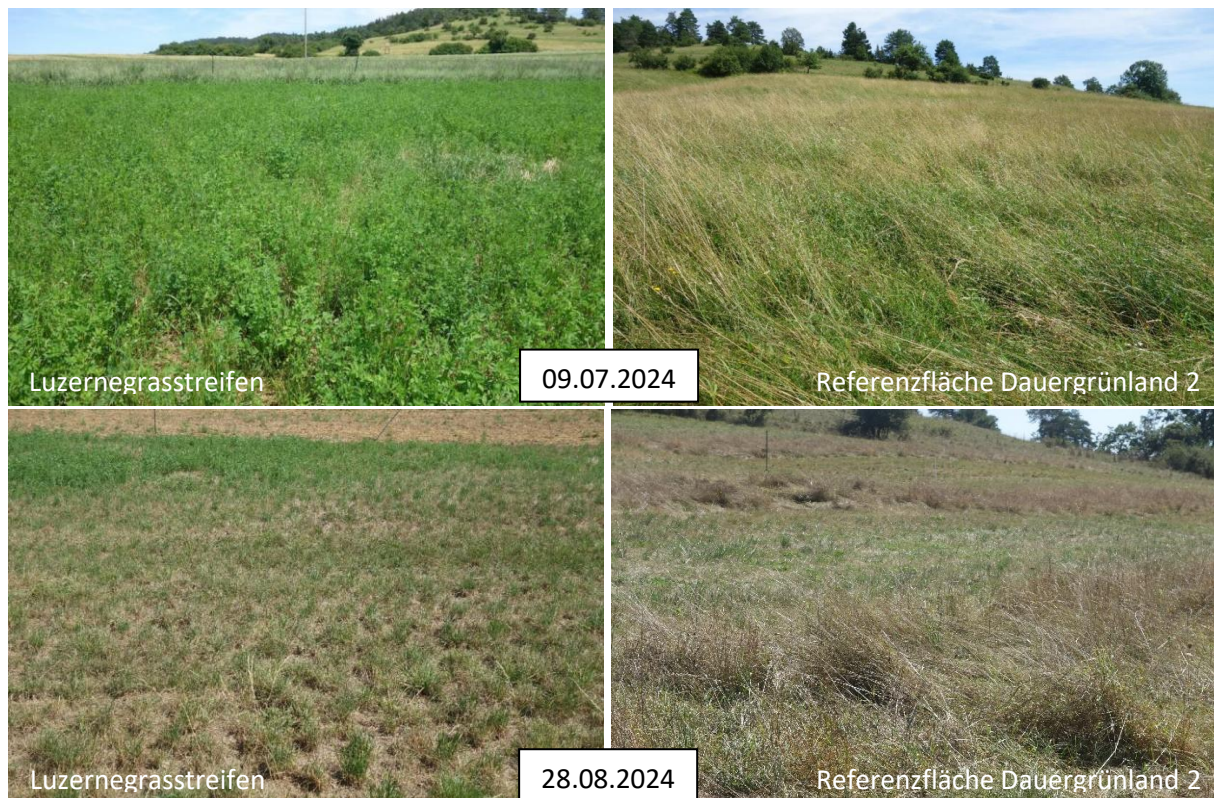


Abbildung 21: Vergleich zwischen Luzernegrasstreifen und Referenzfläche bei allen Insektenzählungen

Die zweite Bildreihe zeigt wieder deutlich, dass die Anzahl der Insekten eng mit dem Nahrungsangebot und der Lebensraumqualität der Flächen verknüpft ist. In diesem Fall ist die Luzerne die hauptverantwortliche Nahrungsquelle. Sobald diese aber nicht mehr zur Verfügung steht fällt auch das Angebot weg. Die hohe Insektenzahl auf den Ackerstreifen im Juli 2024 wird auf das Hafer-Linsengemenge und den blühenden Luzernedurchwuchs zurückgeführt. Durch flache Bodenbearbeitung mit Scheibenegge und Grubber konnte die Luzerne erst bis zum Projektende vollständig entfernt werden.

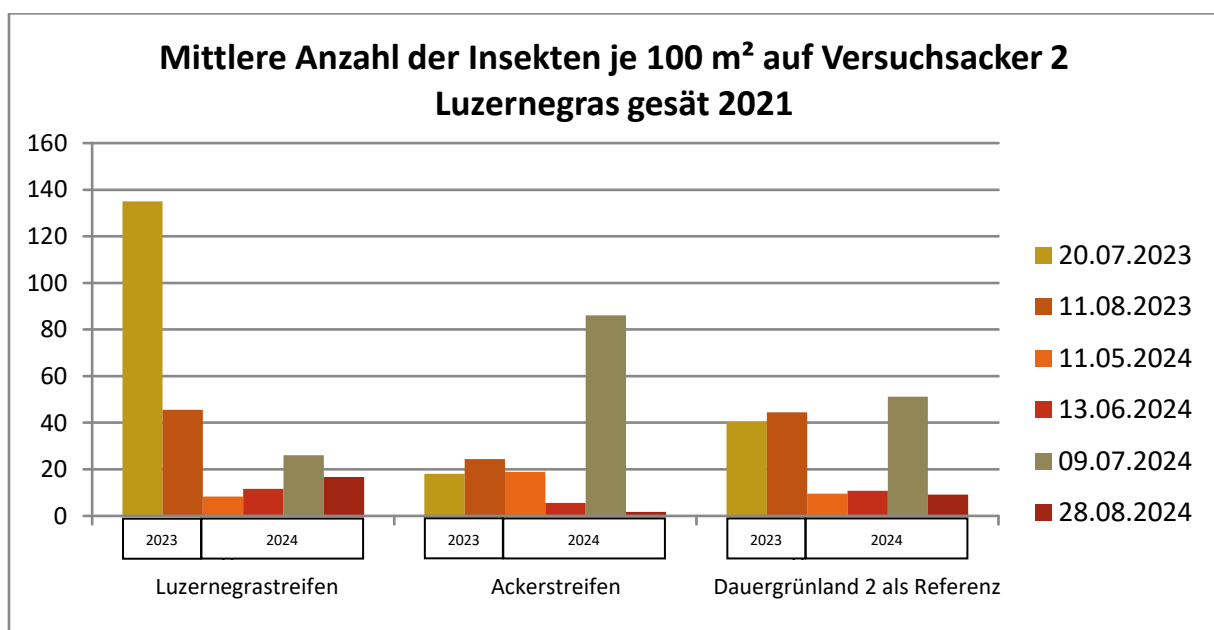
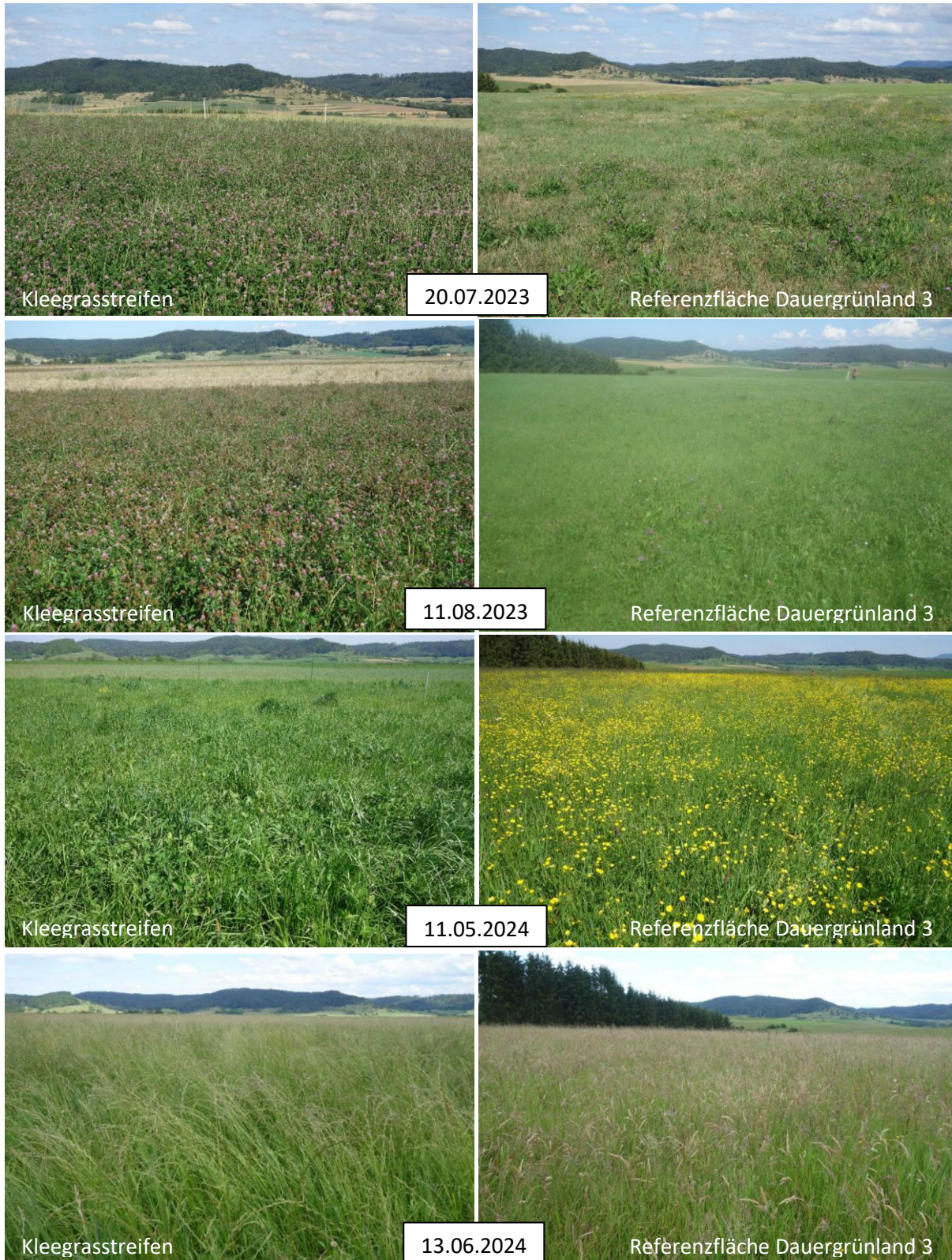


Abbildung 22: Mittlere Anzahl der Insekten je 100 m² auf Versuchsacker 2

Bei Versuchsacker 3 ist für die Klee grasstreifen wieder ein sehr hohes Insektenvorkommen in den blühenden Bestand zu beobachten. Jedoch zeigt sich auch hier, dass im zweiten Jahr kaum Kleeblüten vorhanden waren und die Gräser dominierten. Im Vergleich dazu zeigt die Referenzfläche ein sich stark änderndes Erscheinungsbild über die Projektlaufzeit.



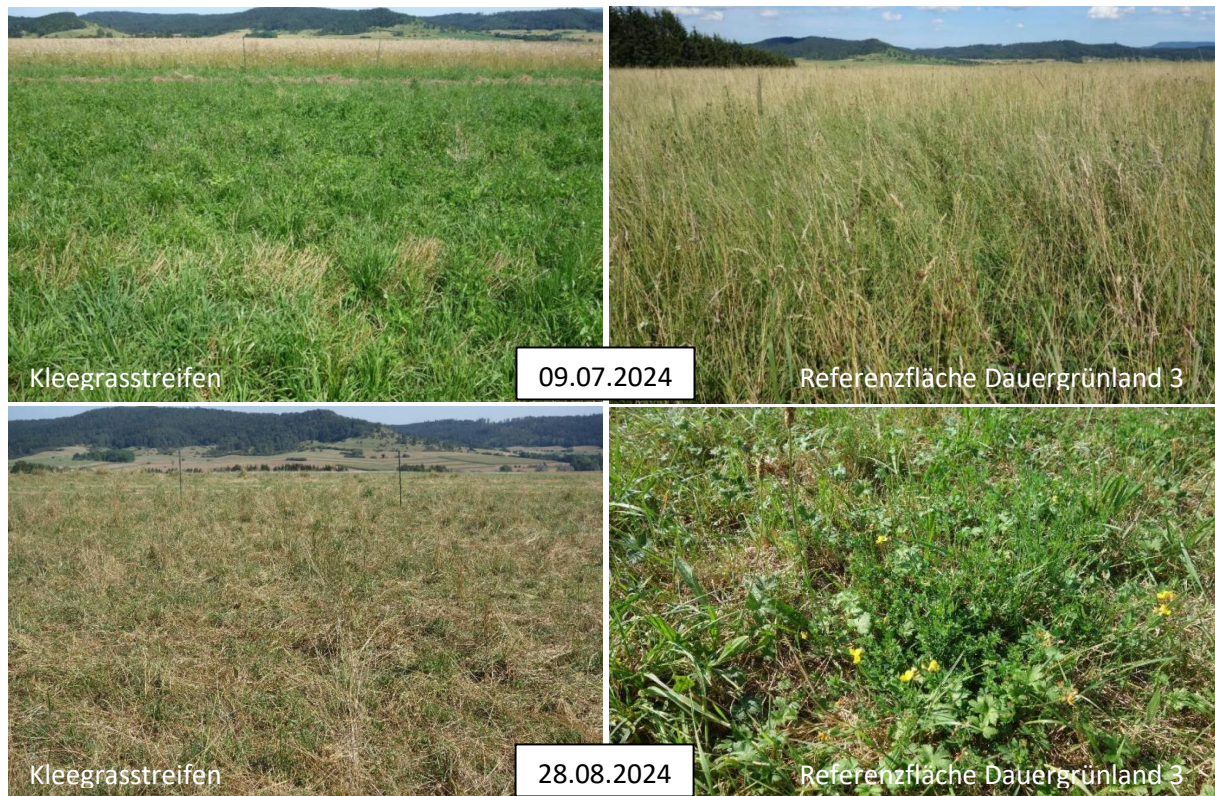


Abbildung 23: Vergleich zwischen Klee grasstreifen und Referenzfläche bei allen Insektenzählungen

Die letzte Bildreihe zeigt am deutlichsten, dass die Anzahl der Insekten eng mit dem Nahrungsangebot und der Lebensraumqualität der Flächen verknüpft ist. Sobald die Kleeblüten als Nahrungsquelle ausbleiben sind auch kaum Insekten mehr vorzufinden, siehe Abbildung 24. Die hohe Anzahl an Insekten im Ackerstreifen 2023 ist auf die blühende Untersaat zurückzuführen, die durch den Transfermulch entstanden ist. Eine genaue Beschreibung dieser Methode folgt im nächsten Kapitel.

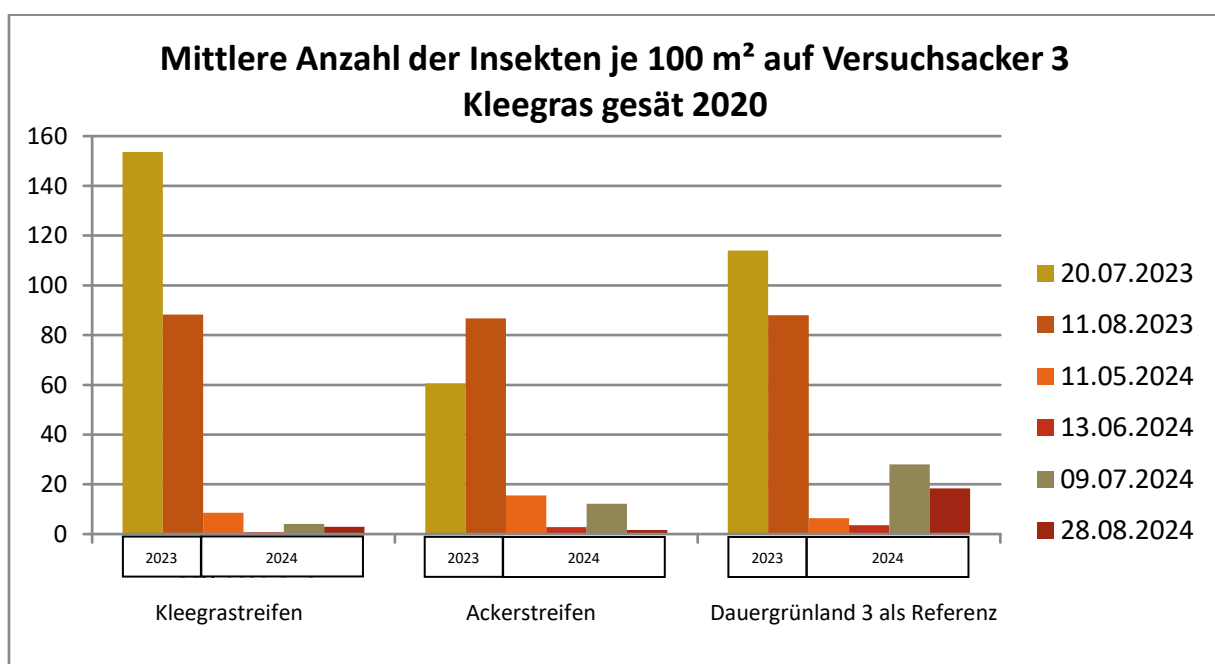


Abbildung 24: Mittlere Anzahl der Insekten je 100 m² auf Versuchsacker 3

2.4.7 Transfermulchübertragung

Der Aufwuchs der Wiesenstreifen kann wie bisher auch als Heu oder Silage abtransportiert werden. Durch den Streifenanbau ergibt sich jedoch eine weitere Verwendungsmöglichkeit als Transfermulch. Ziel ist die Biomasse ohne Transportkosten direkt auf die angrenzenden Ackerstreifen zu übertragen ohne dass der Ackerstreifen mit schweren Landmaschinen befahren wird. Der ausgebrachte Gründünger soll dann für höhere Erträge bei der Ackerkultur und generellen Humusaufbau beitragen. Dabei ist zu beachten, dass die Wurfweite des Transfermulchs möglichst hoch und die Verteilung möglichst gleichmäßig umgesetzt werden. Für die Ausbringung des Transfermulchs standen drei verschiedene Varianten zur Verfügung, die in Bezug auf Flächenleistung, Wurfweite und Verteilung getestet wurden, siehe Abbildung 25. Hervorzuheben ist, dass alle drei Varianten bei Windstille durchgeführt werden sollten, da die einzelnen kleingeschnittenen Pflanzenbestandteile kaum Masse aufweisen und durch die hohe Oberfläche sehr leicht von Wind abgelenkt werden. Der Feldhäcksler wurde bewusst überdimensioniert ausgewählt, sodass dessen Leistungsfähigkeit nicht den begrenzenden Faktor darstellte.



Abbildung 25: Vergleich zwischen den Ausbringmethoden für Transfermulchübertragung

Als einfachste Variante wurde ein selbstfahrender Feldhäcksler mit angepasstem Auswurfrohr eingesetzt. Zur Breitverteilung des Häckselguts wurden zwei unterschiedliche Modelle für den Auswurfkrümmer von Johannes Härter gebaut. Modell 1 lenkt den austretenden Biomassestrahl durch schräg angestellte Platten fächerartig nach unten ab, wodurch eine gleichmäßige Verteilung nach links und rechts erreicht wird. Modell 2 hingegen streut die Masse in verschiedenen Winkeln zur Seite ab woraus dann unterschiedlichen Entfernungen entstehen. Beide Modelle haben den Nachteil, dass die Austrittsgeschwindigkeit der gehäckselten Biomasse reduziert wird, was wiederum die Fahrgeschwindigkeit des Feldhäckslers einschränkt. Eine zu hohe Geschwindigkeit würde das Risiko eines Verstopfens des Breitverteilers erhöhen. Trotz dieser Einschränkung war die Verteilung des Häckselguts auf einer Breite von 6 m zufriedenstellend. Die hohe Fallhöhe des Auswurfsturms sorgte für eine gleichmäßige Verteilung des Transfermulchs auf der Fläche, bevor dieser den Boden erreichte. Dadurch konnte das Material sogar schonend in wachsende Getreidebestände ausgebracht werden. Bei Ackerkulturen mit geringer Standfestigkeit ist jedoch Vorsicht geboten, da das zusätzliche Gewicht des Mulchs zum Umknicken führen kann. Ein hoher Wassergehalt im Mulchmaterial vergrößert dieses Risiko erheblich, besonders wenn viel organische Masse punktuell ausgebracht wird.

Ein aktiv angetriebener Beschleuniger würde helfen die austretende Biomasse weiter zu verteilen. Dazu wurde ein Traktor mit angehängtem Wurfgebläse genutzt, das wiederum auch als Zwischenspeicher für die Biomasse dient. Dies ist besonders von Vorteil sofern kein angrenzender Ackerstreifen sich neben dem Feldfutterstreifen befindet. Durch den großen Propeller konnte vom Wurfgebläse ein starker Luftstrom erzeugt werden, der die gehäckselte Biomasse bis auf 18 m weit beförderte. Da der Massedurchsatz mit 2 km/h jedoch sehr gering ist wurde diese Methode nach zweimaligem Einsatz nicht weiterverfolgt.

Als beste Variante hat sich der Seitenmiststreuer erwiesen. Dieser kann die gehäckselte Biomasse durch eine aktiv angetriebene Fräswalze am schnellsten ausbringen und zeigt auch eine sehr gute Verteilung. Die 1,4 Meter lange Fräswalze rotiert dabei mit 700 U/min und befördert das gehäckselte in unterschiedlichen Wurfwinkeln zur Seite. Die große Förderschnecke im Inneren sorgt dabei für einen konstanten Materialfluss zum Rotor. Das Füllvolumen ist mit 15 m³ auch am höchsten. Die Wurfweite sinkt von maximal 15 Metern auf bis zu 12 Meter bei höheren Geschwindigkeiten.

Tabelle 1: Varianten zur Ausbringung des Transfermulchs mit Feldhäcksler

	Transfermulchabbringung mit Feldhäcksler und ...		
Variante	Breitverteiler	Wurfgebläse	Seitenmiststreuer
Füllvolumen	kein	7 m ³	15 m ³
Arbeitsgeschwindigkeit	5 km/h	2 km/h	6 - 9 km/h
Wurfweite	6 m	18 m	15 - 12 m
Flächenleistung bei 9m Schwadbreite	4,5 ha/h	1,8 ha/h	5,4 - 8,1 ha/h

Durch höhere Arbeitsgeschwindigkeiten lässt sich die Flächenleistung direkt erhöhen, was letztendlich zu niedrigeren Kosten pro Hektar führt. Weiterhin ist die Transfermulchübertragung im Streifenanbau unabhängig von den Transportkosten und kommt stets mit einem einzelnen Seitenmiststreuer aus. Im Gegensatz dazu sind beim Cut&Carry-System mindestens zwei Standardmiststreuer erforderlich, die die gehäckselte Pflanzenmasse abwechselnd vom Geber- zu Nehmerfeld befördern und dort verteilen. Mit zunehmender Entfernung zwischen Geber- und Nehmerfeld werden im Cut&Carry-System weitere Standardmiststreuer benötigt, um die Häckselkette aufrecht zu erhalten, was die Kosten der Ausbringung wiederum erhöht. Die volle Beladung von Standardmiststreuern führt weiterhin zu einem erhöhten Bodendruck, was zu einer stärkeren Bodenverdichtung und damit zu verminderten Erträgen in den Folgejahren führt. Beim Streifenanbau sorgt die gleichzeitige Befüllung und Ausbringung der gehäckselten Pflanzenmasse dafür, dass der Seitenmiststreuer meist nur teilweise gefüllt ist und dadurch der Bodendruck auf den Untergrund deutlich verringert wird. Weiterhin wird der Seitenmiststreuer auch nur über den bereits tief verwurzelten Untergrund bewegt und die angrenzenden Ackerpflanzen werden nicht überfahren. Diese Vorteile gelten auch für die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern, die aufgrund nicht tragfähiger Böden oft zeitlich eingeschränkt ist.

Aufgrund der begrenzten Wurfweite des Seitemiststreuers konnten die 36 Meter breiten Ackerstreifen nicht vollständig mit Transfermulch von den angrenzenden Wiesenstreifen versorgt werden. Die dadurch entstandenen ungedüngten Mittelstreifen dienten als unbehandelte Kontrollflächen, um die Auswirkungen der Düngung auf die Bodenbeschaffenheit über die zweijährige Projektlaufzeit besser zu vergleichen.

2.4.8 Auswirkungen auf den Boden und die Landschaft

Der aufgebrauchte Transfermulch verbesserte als schützende Schicht die Bedingungen für die nachfolgende Kultur, indem er die Bodenfeuchtigkeit reguliert, das Bodenleben fördert und somit zu einer höheren Bodenfruchtbarkeit beiträgt. Gleichzeitig lieferte der Transfermulch wertvolle Nährstoffe, die zum stärkeren Wachstum der Folgekultur beitragen. Ist kein Feldhäcksler verfügbar, kann die abgemähte Pflanzenmasse aus den Feldfutterstreifen auch mit einem Ladewagen auf die Ackerstreifen übertragen werden. Durch die anschließende flache Bodenbearbeitung mit einer Scheibenegge wurde die organische Substanz gleichmäßig in den Boden eingearbeitet. Dies führte zu einer verbesserten Bodenstruktur und begünstigt die Bildung von stabilen Krümeln, die Wasser und Nährstoffe wiederum besser speichern können. Die eingeleitete Flächenrotte fördert zudem das Bodenleben und beschleunigt die Zersetzung der Pflanzenreste. So kann eine leguminosenfreie Zwischenfrucht durch das zusätzliche Nährstoffangebot aus dem Transfermulch zu einem dichten Bestand heranwachsen oder wie bei der Nullparzelle ohne Transfermulch lückenhaft bleiben.



Abbildung 26: Wirkung unterschiedlicher Transfermulchmengen auf nachfolgende Zwischenfrucht

Damit eine Aussage über die Veränderung des Bodenzustands getroffen werden kann, wurde zu Beginn und am Ende des Projekts jeweils eine Bodenprobe von dem Dienstleister „Bodenproben von Höfen“ gezogen. Für jede Bodenprobe wurden mindestens 15 Einstiche auf eine Tiefe von ca. 20 cm gezogen, wobei die Positionskoordinaten und die Fahrroute auf den Streifen wurde im Kartenmaterial festgehalten wurden. Anschließend wurden alle Bodenproben vom Bodenlabor Lehle auf Humus, pH-Wert und die Nährstoffe Phosphor, Kalium bzw. Magnesium analysiert. Für die Humusanalyse wurde zuvor der Carbonatgehalt im Boden durch Säurezugabe eliminiert. Anschließend wurde eine abgewogene Bodenprobe im Sauerstoffstrom bei 1350°C verbrannt und das freigewordene CO₂ mit einem Infrarotspektrometer analysiert. Der gemessene Wert entspricht dann dem TOC-Wert (Total Organic Carbon) und kann mit dem Faktor 1,72 in Humusprozent umgerechnet werden.

Die Wiesenstreifen auf Versuchsacker 1 zeigen einen Humusaufbau von 0-1,2 % in zwei Jahren, wobei die angrenzenden Ackerstreifen ihren mittleren Humusgehalt nicht änderten. Die Ackerkulturen wurden hierbei mit Pferde- und Schafmist mit einer Gesamtmenge von 10 t/ha im Jahr gedüngt. Innerhalb dieser zwei Jahren wurden auf den Wiesenstreifen keine organische Masse abgetragen wohin beim Ackerstreifen der Getreideertrag mit durchschnittlich 3 t/ha zu berücksichtigen ist. Bei den Versuchsäckern 2 und 3 wurde jeweils organische Masse in Form von Transfermulch von den Luzernegras- bzw. Klee grasstreifen auf die angrenzenden Ackerstreifen übertragen. Diese Maßnahme sorgte dafür, dass der Humusgehalt im Luzernegras- bzw. Klee grasstreifen reduziert wird und dem Ackerstreifen gutgeschrieben wird. Der hohe Humusaufbau auf Versuchsacker 3 variiert von 0,4 bis 1,0 % da hier auch die verbleibende Strohmenge vom Ackerbau zu unterschiedlichen Anteilen abtransportiert wurde.

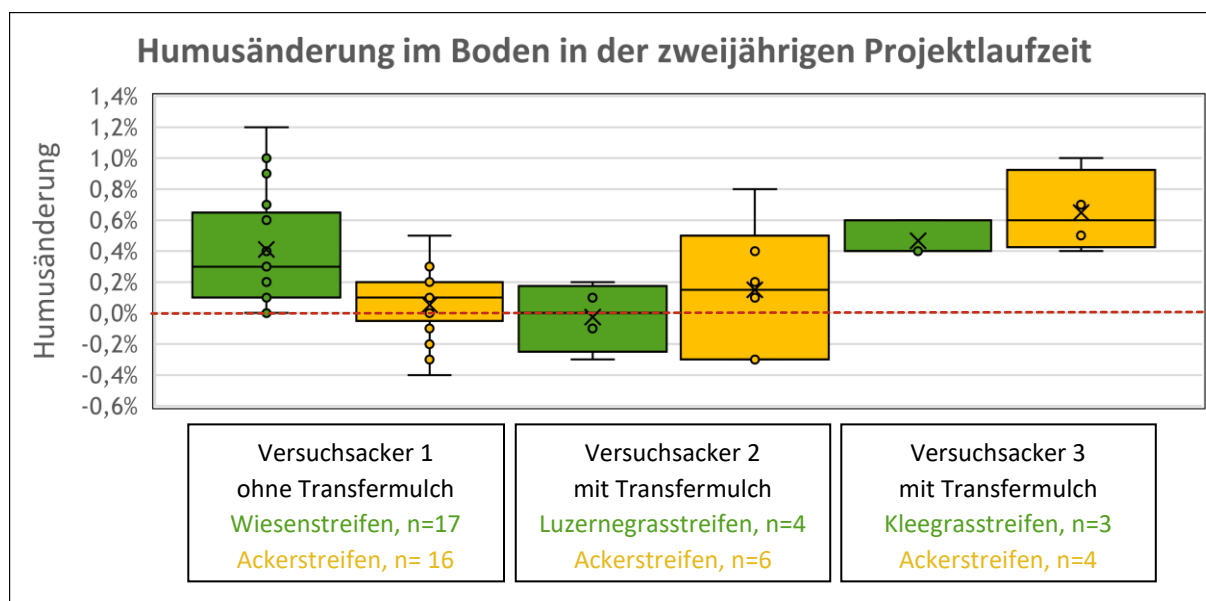


Abbildung 27: Humusänderung im Boden in der zweijährigen Projektlaufzeit

Die Zufuhr großer Mengen organischer Substanz, wie sie durch die Ausbringung von Transfermulch erfolgt, fördert den Humusaufbau im Boden. Allerdings unterliegt dieser Prozess starken Schwankungen, die durch unterschiedliche Witterungsbedingungen und Bodenbeschaffenheit von Jahr zu Jahr beeinflusst werden. Neben Kohlenstoff, der für die Humusbildung essentiell ist, werden durch den Transfermulch auch andere wichtige Pflanzennährstoffe wie Phosphor, Kalium und Magnesium in den Boden eingebracht. Die übertragenen Nährstoffmengen sind dann wiederum von der Transfermulchmenge abhängig, die in nassen Jahren üblicherweise höher ausfallen wird.

Durch die bewusst späte Übertragung des Transfermulchs konnten die Pflanzen in den Feldfutterstreifen bis zur Blüte heranwachsen und damit einen wertvollen Lebensraum für Insekten und andere Tiere schaffen. Doch die zu späte Ausbringung führt auch dazu, dass die Nährstoffe aus dem Transfermulch erst nach dem Ährenschieben vorliegen und dadurch nicht effizient in die wachsende Ackerkultur übertragen werden können. Ein mechanisches Einarbeiten der Pflanzenmasse aus dem Transfermulch ist auch nicht möglich, da das Wachstum der Ackerkulturen bereits zu weit fortgeschritten war. Es lässt sich somit nicht genau abschätzen, wie viele Nährstoffe bis zur nächsten Kultur im Boden verbleiben oder verloren gehen.

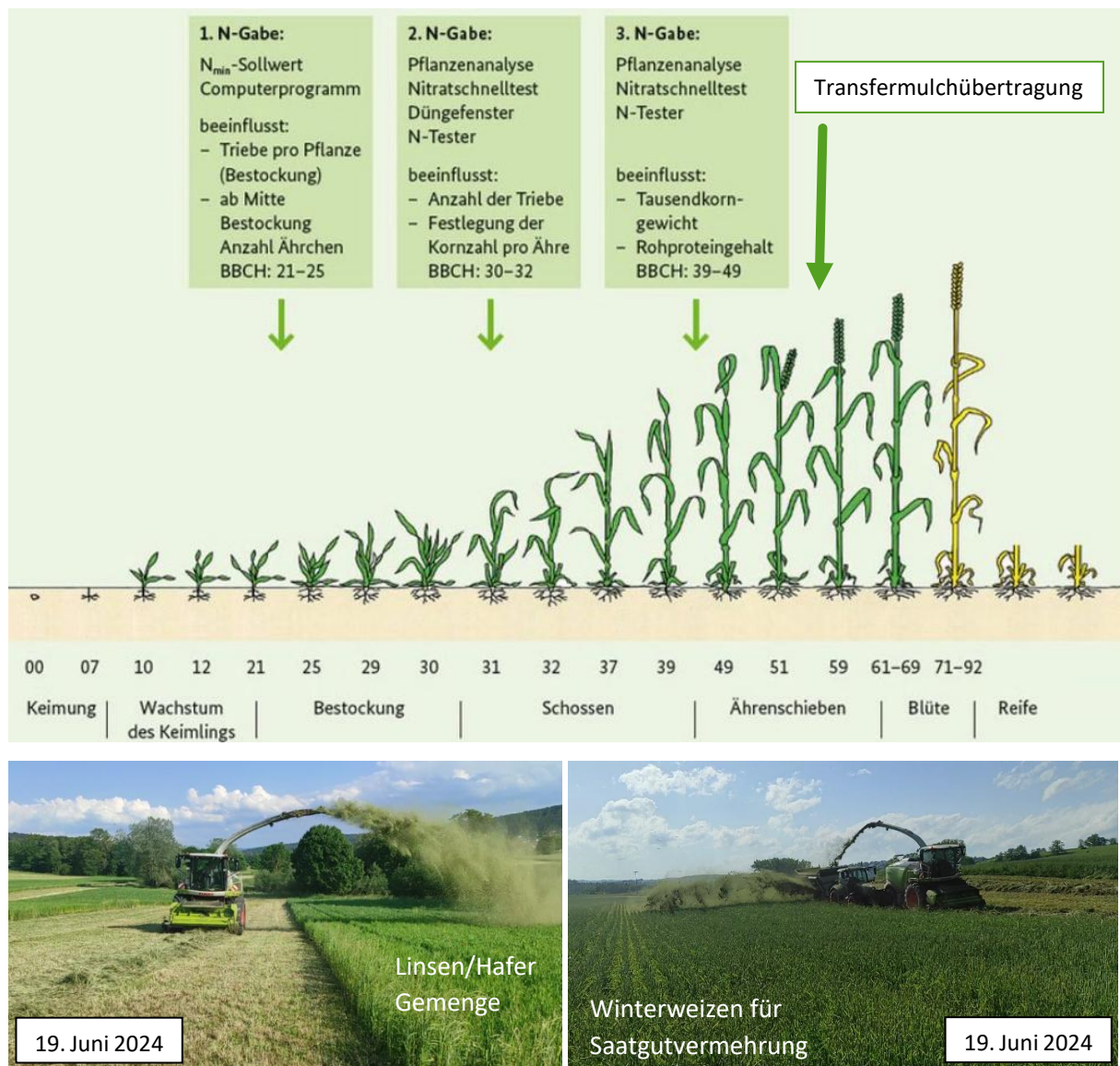


Abbildung 28: Transfermulchübertragung im Vergleich zur effizienten N-Gabe [7]

Ein frühzeitiger Termin für den Transfermulch würde zwar die Düngereffizienz für die Ackerkulturen steigern, jedoch gleichzeitig die Lebensgrundlage vieler Arten gefährden, bevor sich in den Feldfutterstreifen ein ausreichendes Nahrungsangebot entwickeln kann. Ideal wäre ein Mahdtermin für die Feldfutterstreifen zu wählen, der gewährleistet, dass ein entsprechendes Nahrungsangebot vorhanden ist, wenn die Ackerstreifen mechanisch bearbeitet oder abgeerntet werden. Alternativ ist es auch möglich die Feldfutterstreifen zu unterschiedlichen Zeitpunkten abzumähen.

Durch die Mulchauflage und die organische Düngung sollen langfristig stabile Bodenkrümel aufgebaut werden, die eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Erosion aufweisen. Allerdings sind auch diese Böden nicht vollständig vor Auswaschung geschützt. Insbesondere bei langanhaltenden Starkregenereignissen, Hanglagen und intensiver Bodenbearbeitung ist die Erosionsgefahr zusätzlich erhöht. Die wiederkehrenden Feldfutterstreifen können hier als effektive Schutzmaßnahme dienen, indem die Bodenbestandteile im abfließenden Wasser aufgefangen und somit die Bodenabtragung reduziert werden. Abbildung XX veranschaulicht diesen Effekt anhand des Beispiels von Versuchsacker 2, wo Starkregen auf abtauenden Schnee zu erheblichen Wassermengen führte. Die abgeschwemmte Erde wurde an den Luzernegrasstreifen aufgefangen, da der junge Wintergetreidebestand noch nicht in der Lage war eine Barriere für das abfließende Wasser zu bilden.



Abbildung 29

Die Feldfutterstreifen nehmen etwa ein Drittel der Versuchsflächen ein, um das Wasser länger in der Landschaft zu halten und so die oberflächliche Abspülung zu verringern. Besonders bei Hochwasserereignissen kann diese Rückhaltefunktion dazu beitragen, dass die Flusspegel langsamer ansteigen und Schäden in Siedlungen geringer ausfallen, wie sie beispielsweise in der Nachbargemeinde Bisingen am 2. Mai 20224 eingetreten sind. Gleichzeitig sollen die Feldfutterstreifen auch bei extremer Trockenheit als mögliche Brandschutzstreifen dienen, indem sie die Ausbreitung von Flächenbränden reduzieren, siehe Großbrand auf Ackerflächen in Müheln am 15. Juli 2023.

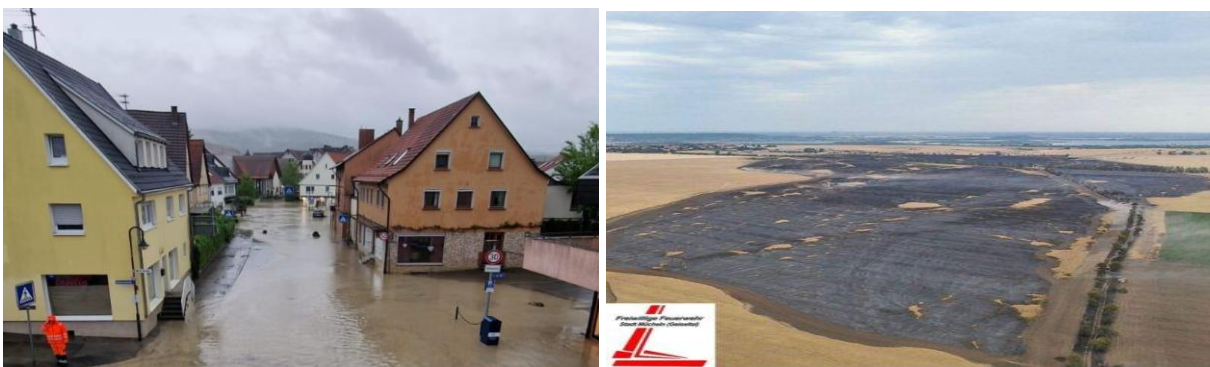


Abbildung 30: Hochwasser in Nachbargemeinde Bisingen [8] und Flächenbrand in Müheln [9]

Die Übertragung von Transfermulch wird aufgrund ihrer Einstufung als organische Düngung durch die Düngeverordnung eingeschränkt. Insbesondere die Verbote für Herbstdüngungen bei vielen Winterkulturen stehen im Widerspruch zu den positiven Auswirkungen der Mulchauflage auf den Boden und das Pflanzenwachstum. Um diese rechtlichen Vorgaben zu überwinden wurde eine alternative Methode entwickelt, die den späten Schnitt von Feldfutterstreifen mit dem Aufbau stabilerer Bodenaggregate verbinden soll.

2.4.9 Pflanzenbau auf Quaderballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit

Anstatt sofort ausgebracht zu werden, kann die abgeschnittene Pflanzenmasse von den Feldfutterstreifen auch zu Quaderballen gepresst und zu einem späteren Zeitpunkt als Dünger auf den Ackerflächen ausgebracht werden. Das Pressen und die Zwischenlagerung führen jedoch zu einer Erhöhung der Produktionskosten. Um diese Mehrkosten auszugleichen werden die Quaderballen in Hochbeete umgewandelt und für die Herstellung hochwertiger Lebensmittel genutzt, siehe Abbildung 31. Durch die Anordnung der Quaderballen in Reihen und die Verwendung von Ackerboden bzw. Kompost als oberstes Substrat kann das Prinzip des biointensiven Gemüseanbaus (engl. market gardening) umgesetzt werden. Ziel ist eine hohe Ertragsdichte auf kleiner Fläche und eine mehrfache Nutzung der Beete pro Jahr zu realisieren. Dabei wachsen die Jungpflanzen im Ackerboden bzw. Kompost heran und bilden über Zeit Wurzeln bis in den Quaderballen hinein. Die komplette Bewässerung der Quaderballenreihen soll durch ein verlegtes Tropfschlauchsystem vereinfacht werden. Dabei führen sowohl Gießwasser als auch Niederschläge zu einer kontinuierlichen Auswaschung leichtlöslicher Substanzen aus dem Quaderballen. Um zu verhindern, dass sich die im Sickerwasser enthaltenen Nährstoffe im Boden unterhalb der Quaderballen anreichern, werden die Quaderballen auf wasserundurchlässigen Untergründen platziert. Dadurch kann das Sickerwasser aufgefangen und in einen separaten Behälter abgeleitet werden. Diese gesammelten Nährstoffe können anschließend in den Bewässerungskreislauf für nährstoffarme Quaderballen, wie beispielsweise Heu aus Naturschutzflächen, zurückgeführt werden, um dort als Nährstoffquelle für das Wachstum neuer Pflanzen zu dienen.

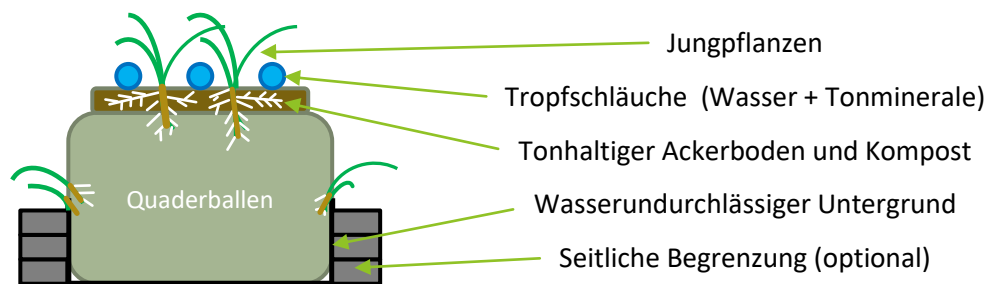


Abbildung 31: Skizze und Beispiele für den Pflanzenbau auf Quaderballen

Der Pflanzenbau auf Quaderballen ist sowohl mit trockenem Heu als auch mit frisch gepresster Pflanzenmasse möglich. Die Herstellung von Silageballen ist in der Regel kostengünstiger, da keine aufwendige Trocknungsphase notwendig ist. In diesem Fall kann sogar auf die Wickelfolie verzichtet werden, welche die Silageballen luftdicht umschließt und den Fermentationsprozess ermöglicht. Allerdings führt das häufige Wenden bei der Trocknung des Heus auch dazu, dass mehr Pflanzensamen auf den Wiesen verbleiben und somit auch langfristig das Samenpotential zur Erhaltung der Pflanzenvielfalt beibehalten wird. Um diesen Vorteil auch bei der Silageproduktion zu nutzen, kann die erste Mahd weit in den Sommer hinausgezögert werden. Dadurch haben die Pflanzen mehr Zeit, Samen auszubilden, die dann von selbst abfallen bevor die Pflanzen gemäht werden. Diese sogenannte Heulage kann einen wertvollen Beitrag leisten, indem sie die Vorteile von Heu und Silage vereint.

Ein gemeinsames Merkmal für die bewässerten Quaderballen aus Heu, frischer Silage oder frischer Heulage ist die starke Ausbreitung von grauen Tintlingen nach wenigen Wochen. Dabei durchlaufen die Pilze einen typischen Lebenszyklus: Am Morgen erscheinen die Fruchtkörper, die sich nach wenigen Stunden bereits wieder auflösen und dabei die charakteristische schwarze Tinte, hauptsächlich aus Pilzsporen bestehend, freisetzen.



Abbildung 32: Fruchtkörper von Tintlingen im Quaderballen

Durch die Vermeidung mechanischer Störungen bleibt das Pilzmycel im Quaderballen intakt. Gleichzeitig sorgt die hohe Kerntemperatur von über 60 °C über mehrere Wochen für eine kontinuierliche Umwandlung des Pflanzenmaterials und verhindert das Aufkommen von schädlichen Organismen. Nach einigen Wochen werden schließlich auch keine neuen Pilzkörper mehr gebildet und nach insgesamt einem Jahr Verweilzeit sind dann im nächsten Frühjahr vermehrt Mistwürmer, Kellerasseln und Tausendfüßler in der obersten Schicht im Quaderballen anzutreffen.



Abbildung 33: Mistwürmer, Kellerasseln und Tausendfüßler im Quaderballen

Die Pflanzenmasse im Inneren des Quaderballens wandelt sich im Laufe der Zeit in eine bräunlich-schwarze Substanz um, die aufgrund ihres Aussehens und des charakteristischen Geruchs mit Huminstoffen bzw. Humus gleichgesetzt wird. Dazu zeigt die Abbildung 34 ein schematisches Modell, das den vermuteten Ablauf der chemischen Prozesse veranschaulicht. Das Ziel besteht darin, die durch Photosynthese gewonnenen Kohlenhydrate nicht wieder zu Kohlendioxid und Wasser abzubauen, sondern durch Eliminierungsreaktionen (Dehydrierung und Dehydratisierung) in stabilere Kohlenstoffverbindungen zu überführen. Dieser Reaktionsweg trägt zur Bildung reaktiver Doppelbindungen in den Molekülstrukturen bei, die wiederum durch Kettenwachstumsreaktionen zu hochmolekularen Endprodukten polymerisieren können. Alternativ können die Übergangszustände der Eliminierungsreaktionen auch unter Substitutionsreaktionen weiter reagieren und dabei Nährstoffe aus anderen Zellbestandteilen wie Proteinen, DNA, Phospholipiden, Kohlenhydraten und Vitaminen binden. Zudem sind auch reduktive Aminierungsreaktionen denkbar, die durch Enzyme, Säure und Tonpartikel katalysiert werden und neue Bindungen zwischen Stickstoff- und Kohlenstoffatomen aufbauen. Dadurch können beispielsweise Ammoniumionen chemisch gebunden werden, die wiederum zur Quervernetzung der organischen Substanz beitragen. Diese chemischen Reaktionswege bilden somit die vermutete Grundlage für die Entstehung von Kompost, dessen lateinische Wortherkunft "compositum" bereits auf das Zusammenfügen verschiedener Substanzen hinweist.

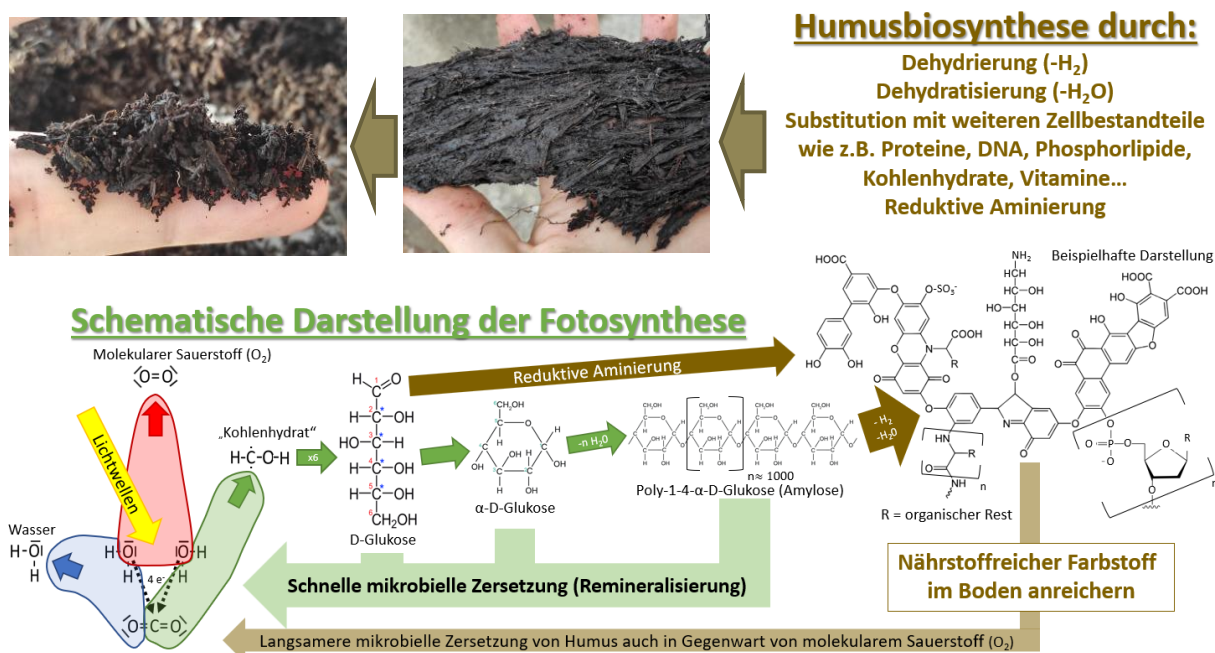


Abbildung 34: Schematische Darstellung der Photosynthese und Humusbiosynthese

Die Endprodukte dieser chemischen Reaktionen sind stabile, nährstoffreiche Verbindungen, die sich ähnlich wie ein Farbstoff im Quaderballen anreichern. Die hochmolekularen Strukturen und der hohe Anteil aromatischer Systeme in diesen Verbindungen reduzieren das Risiko des Auswaschens. Gleichzeitig ermöglicht ihre gewisse Wasserlöslichkeit eine natürliche Verteilung in tiefere Bodenschichten, ohne dass eine mechanische Einarbeitung erforderlich ist. Ziel ist, dass sich diese gelösten Huminstoffe zwischen die Ton-, Schluff- und Sandanteile anlagern und zu einer besseren Stabilität der Bodenaggregate beitragen. Durch die Verringerung der zwischenmolekularen Kräfte zwischen den Mineralbestandteilen sollen sich zudem vielfältige Vorteile ergeben: eine erleichterte Bodenbearbeitung, eine verbesserte Durchwurzelung, ein höherer Anteil von pflanzenverfügbarem Wasser und eine verminderte Rissbildung im Boden, insbesondere bei Trockenheit.

Der erste Heuballenversuch hat gezeigt, dass der daraus gewonnene Kompost eine einfach herzustellende Alternative zu torfhaltigen Anzuchterden darstellt. Zudem kommt der Kompost ganz ohne chemisch-synthetische oder tierische Dünger aus und bietet eine Möglichkeit für den veganen Pflanzenbau, siehe Paprikapflanze in Abbildung 35 auf der linken Seite. Auf der rechten Seite wurden weitere Versuche mit Pellets durchgeführt. Die großen Fässer wurden aufgrund ihrer luftdichten Kunststoffseitenwände ausgewählt, um eine sauerstoffarme Umgebung für die Experimente zu schaffen. Zu Beginn des Versuchs wurden die Fässer zu zwei Drittel mit Strohpellets gefüllt und darüber wurden Schichten mit Mais-, Wiesen- oder Luzernepellets aufgebracht. Anschließend wurde tonreicher Ackerboden in Wasser gelöst und über die Pellets gegossen, um die Tonminerale gleichmäßig im Inneren der Pellets zu verteilen. Zum Abschluss wurden die Pellets mit einer dünnen Schicht Ackerboden abgedeckt und jeweils mit einem Paprikasetzling bepflanzt.



Abbildung 35: Pflanzenbau (Paprika) auf unterschiedlichen Substraten als Demonstrationsobjekt

Obwohl alle Pflanzen in den verschiedenen Substraten gut wuchsen, zeigten sich deutliche Unterschiede im staunassen Sickerwasser. Das Sickerwasser aus dem Kompost war nahezu geruchsneutral und enthielt vorrangig braunschwarze Huminstoffe. Im Gegensatz dazu wies das Sickerwasser aus den Fässern einen charakteristischen Silagegeruch auf. Während im Kompost die organische Substanz bereits im Vorjahr in stabilere Verbindungen umgewandelt wurde, dominierten in den Fässern anaerobe Bedingungen, die das Wachstum von Milchsäurebakterien in der frischen Biomasse begünstigten und für die typischen Silagegerüche verantwortlich waren. Über die Zeit verfärbten sich die Bereiche im Inneren der drei Fässer dunkel, sodass angenommen wird, dass sich auch hier Huminstoffe bilden. Eine abschließende Bewertung kann erst im nächsten Frühjahr nach Projektende getroffen werden, sodass hier weitere Untersuchungen notwendig sind.

Der Pflanzenbau auf Quaderballen wurde während der Projektzeit in einem detaillierteren Artikel bei „Berichte über Landwirtschaft“ veröffentlicht, siehe Anhang. Alle weiteren Entwicklungen zu diesem Thema werden unter dem neu geschaffenen Markennamen Heulandzack® gebündelt und ergänzen somit das Ackerbausystem Wandernde Wiese®.

2.5 Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anlage von Wiesenstreifen im Ackerbau eine vielversprechende Möglichkeit ist, Umweltleistungen umzusetzen und daraus die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern. Weiterhin konnten verschiedene sinnvolle Verwertungsmöglichkeiten für den Aufwuchs beschrieben werden, darunter die direkte Übertragung als Gründünger oder die Nutzung als Substrat für Hochbeete.

Damit die gesellschaftlichen Leistungen aus dem Streifenanbau und der extensiven Bewirtschaftung honoriert werden können ist eine einfache Überprüfung seitens einer Kontrollbehörde notwendig. Diese Daten können beispielsweise aus den Satellitenaufnahmen des Copernikusprogramms [10] entnommen werden, siehe Abbildung 35. In diesem Kartenmaterial sind die Streifen trotz der geringen Auflösung noch gut zu erkennen und auch die Mahdtermine lassen sich anhand der Farbänderung abschätzen. Die Auswertung kann über einen Algorithmus berechnet werden und somit ist das Risiko unberechtigter Zahlungsansprüche als niedrig einzustufen.

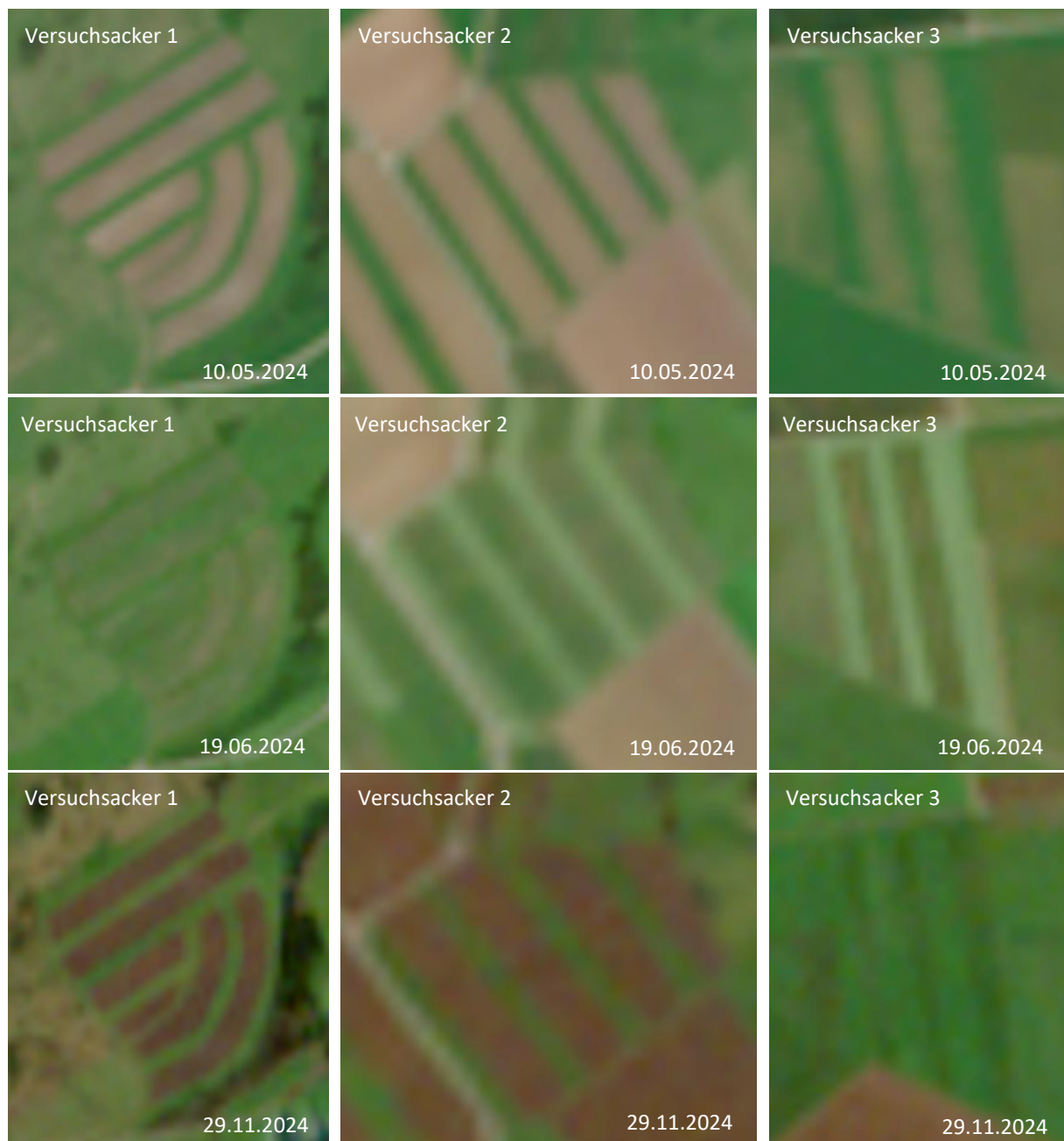


Abbildung 36: Satellitenaufnahmen der Versuchsäcker 1,2 und 3 zu unterschiedlichen Zeitpunkten

Bisher wurden die Wiesenstreifen im Gemeinsamen Antrag als einzelne Schläge geführt, was einen erheblichen bürokratischen Aufwand verursacht. Zur Vereinfachung der Dokumentation sollte dazu ein Förderprogramm speziell für das Ackerbausystem Wandernde Wiese® aufgelegt werden. Dieses Programm würde es ermöglichen, die bestehenden Geometrien größerer Ackerflächen beizubehalten und die Anlage der Wiesenstreifen in die Verantwortung der Antragsteller*innen zu legen. Dabei müsste lediglich der prozentuale Anteil der Wiesenfläche im Vorfeld festgelegt werden und ein höherer Anteil an Wiesenstreifen sollte mit einem entsprechend höheren Fördersatz verbunden sein. Die Ackerstreifen werden dann jährlich mit einer einzigen Kulturart bestellt und als einheitliche Fläche für die Düngbedarfsermittlung gemäß Düngeverordnung betrachtet. Zusätzlich sollte die Anzahl der zulässigen Mahdgänge pro Jahr definiert werden. Eine zeitlich versetzte Bewirtschaftung von Acker- und Wiesenflächen ist hierbei von entscheidender Bedeutung. So führt beispielsweise eine gestaffelte Mahd der Wiesenstreifen dazu bei, dass stets Blühpflanzen vorhanden sind. Weiterhin sollten nicht alle Wiesenstreifen zur selben Zeit umgebrochen und an benachbarter Position neu angelegt werden, da sonst kaum Rückzugsgebiete für die Lebewesen im Acker verbleiben. Bisherige Erfahrungen mit Wiesenstreifen an Vorgewenden haben gezeigt, dass diese sowohl dem Erosionsschutz dienen als auch als Fahrwege zwischen den Wiesenstreifen bei der Mahd genutzt werden können. Es muss jedoch festgelegt werden in welchem Zeitraum die Wiesenstreifen für das Wendemanöver bei der Bodenbearbeitung der Ackerstreifen verwendet werden dürfen, um eine übermäßige Beschädigung durch die Traktorreifen auszuschließen.

2.6 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Aus den Bodenuntersuchungen konnte ein Humusaufbau im Ackerbau gezeigt werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass dieser zum großen Teil aus Nährhumus besteht und von den Bodenlebewesen auch wieder schnell abgebaut werden kann. Dieser Abbau ist von mehreren Faktoren abhängig wie Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Witterung... Eine umfassende Analyse ist in der zweijährigen Projektlaufzeit nicht möglich gewesen. Damit die organische Substanz langfristig im Boden gespeichert werden ist die Umwandlung zu stabileren Dauerhumusverbindungen notwendig. Dazu sollten der Wirkungsgrad, die Emissionen und die Kosten der jeweiligen Maßnahme bestimmt werden. Wegen der kurzen Projektlaufzeit und des verhältnismäßigen niedrigen Budgets wurden die Versuche nur auf dem Weiherhof geplant und durchgeführt. Auf diesen Ackerflächen waren auch keine Exaktversuche möglich, weil die Ackerflächen sehr inhomogen sind. Der Einfluss unterschiedlicher Bodenarten wäre viel zu hoch, sodass auf diesem Standort keine vergleichenden Daten für Exaktversuche gewonnen werden konnten. Darüber hinaus wandern die Wiesenstreifen nach einigen Jahren weiter über den Acker, was wiederum Langzeitversuche für dieses Ackerbausystem weniger anwendbar macht. Somit wurden die Versuche bewusst als Demonstrationsversuche geplant, durchgeführt und als diese bewertet. Aus dem Arbeitspaket, dass die mikrobielle Aktivität des abgemähten Wiesenaufwuchses optimieren soll entstand eine eigenständige Projektidee die für sich genauer untersucht wird. Sie soll zum Gelingen der Methode beitragen, da aus dem Grünland direkt Lebensmittel und Humus gebildet werden soll.

Durch ganzjähriges Pflanzenwachstum dienen die Wiesenstreifen als effiziente CO₂-Fänger, während ihr tief reichendes Wurzelwerk zur Schaffung von Wasserspeichern beiträgt, die für den Umgang mit zunehmenden Starkregenereignissen bzw. Dürreperioden unerlässlich sind. So wird nicht nur der Kohlenstoff aus der Atmosphäre gebunden, sondern auch das Regenwasser in der Landschaft gehalten. Diese Erkenntnisse sollen als Grundlage für eine neue Fördermaßnahme für andere Betriebe im Gemeinsamen Antrag dienen, um Naturschutzmaßnahmen in den Betriebskreislauf zu integrieren.

2.7 Kommunikations- und Disseminationskonzept

Es wurde versucht die Ergebnisse möglichst aktuell und auf verschiedenen Wegen zu veröffentlichen, damit eine breite Interessensgruppen angesprochen werden. Die folgende Auflistung zeigt, dass es möglich ist, bereits zu Projektbeginn über Ziele und Vorhaben zu informieren, auch wenn die endgültigen Ergebnisse erst später vorliegen

- Radiobeitrag im SWR4 Tübingen (3,5 Minuten) 18.10.2022
- Vortrag bei Bioland-Wintertagung Baden-Württemberg in Bad Boll 30.01-01.02.2023
- Biolandfeldtag (Jonathan Kern), Workshop mit Urs Mauk (ReLaVisio) und Demonstration der Versuchsflächen am Weiherhof in Haigerloch-Owingen (Zollernalbkreis) 13.08.2023
- Artikel in Lokalszeitschrift Schwarzwälder Bote und Hohenzollerische Zeitung 18.08.2023
- Besuch von 13 internationalen Studenten im Rahmen des I2 Connect Projekts 13.09.2023 [11]
- Fachartikel bei Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL) und später bei Schwäbischer Bauer 17.03.2023
- Youtubevideo bei den Kanälen FIBLOnline und I2connect 30.01.2024 [12]
- Zeitungsartikel Fachzeitschrift Schweizer Bauer über Youtubevideo 14.02.2024
- Artikel bei "Berichte über Landwirtschaft" vom Bundeslandwirtschaftsministerium (BLE) veröffentlicht: Wandernde Wiese® Teil II – Pflanzenbau auf Heuballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit (22 Seiten) 26.03.2024 [13]
- Vorstellung des EIP Wandernde Wiese Projekt bei der Abschlussveranstaltung ARGE Streifenanbau (Morgentau Biogemüse, Österreich) durch Sebastian Löffler 19.06.2024
- DLG Feldtage am EIP-AGRI Stand und Pop-Up Talk 11.07.2024-13.07.2024 [14]
- Posterpräsentationen am 5. Bioökonomiekongress 2024 in Fellbach 18.09.2024-19.09.2024
- Abschlussarbeit Sebastian Löffler (Universität Hohenheim) Abgabetermin 25.11.2024
- Aufnahme als Unterrichtsbaustein für angehende Landwirt*innen zum Thema Innovationen vom Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 10.12.2024 [15]

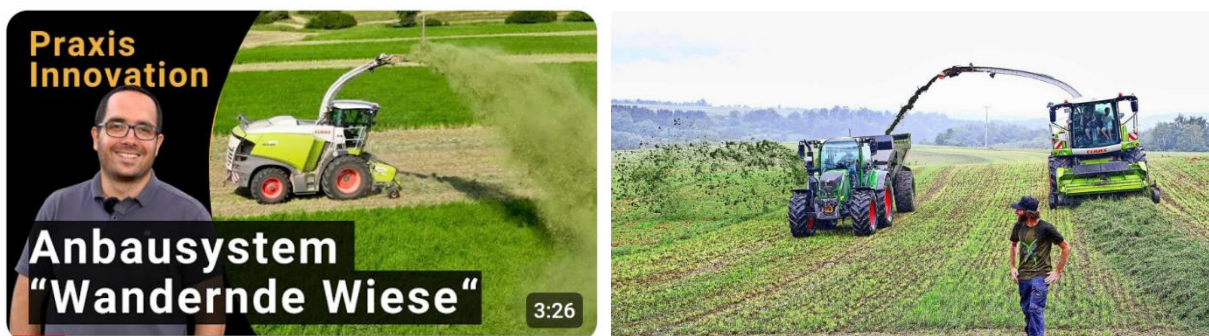


Abbildung 37: Veröffentlichung der Ergebnisse über z.B. Youtubevideo und Feldtag mit Urs Mauk (ReLaVisio)

Das Ackerbausystem wird auch nach Projektende auf den Flächen des Weiherhofs weitergeführt, sodass interessierte Personen immer noch Gelegenheit haben die Umsetzung zu sehen und zu erleben. Die finalen Ergebnisse des Projekts Wandernde Wiese fließen zudem in ein mögliches Anschlussprojekt namens Heulandzack® ein und werden dort mitverbreitet. Da eine weitere Förderung derzeit noch nicht gesichert ist, wird der Pflanzenbau auf Quaderballen im kommenden Jahr auf einen kleineren Maßstab von 10-20 Ballen beschränkt. Die Kompostierung bietet eine effektive Methode, um aus extensiven Dauergrünlandflächen fruchtbare Böden zu entwickeln und so die Grundlage für die Lebensmittelproduktion zu schaffen.

3 Aussicht

Die Umsetzung des Ackerbausystems Wandernde Wiese® gestaltet sich für konventionelle, regenerative und ökologisch wirtschaftende Betriebe als sehr einfach, sofern größere Ackerschläge vorhanden sind. Es besteht auch die Möglichkeit, dass sich mehrere Landwirt*innen zusammenschließen und so den Streifenanbau über die Flurstücksgrenzen hinweg betreiben. Es ist hier aber unbedingt erforderlich, dass die Eigentums- und Pachtverhältnisse auch über einen längeren Zeitraum zur Verfügung stehen.

Das Ackerbausystem Wandernde Wiese® soll für den Weiherhof dahingehend optimiert werden, dass der relative Anteil von Acker- zu Wiesenstreifen von 2:1 auf 1:2 reduziert wird. Dadurch verringern sich die Ackerstreifen auf 18 m Streifenbreite und die Wiesenstreifen haben insgesamt 36 m Streifenbreite. Vorteilhaft ist, dass die Wiesenstreifen in zwei verschiedenen Stadien befinden und beim Umbrechen bzw. Weiterwandern nie der komplette Acker brach liegt.

Die Erkenntnisse aus dem Ackerbausystem Wandernde Wiese® lassen sich zudem auch auf die Bewirtschaftung von großen Dauergrünlandflächen übertragen. So können im Frühjahr beispielsweise abwechselnd 18 Meter breite Streifen gemäht und 18 Meter breite Streifen stehen gelassen werden. Die zweite Hälfte wird dann erst gemäht, nachdem die erste Hälfte wieder nachgewachsen ist, sodass die Lebewesen auf dem Dauergrünland stets ein Rückzugsgebiet in unmittelbarer Nähe finden. Bei einer höheren Anzahl an Schnitten pro Jahr ist eine entsprechend feinere Unterteilung der Fläche in Streifen notwendig.

Für den hohen Anteil an Wiesenstreifen im Acker und die extensive Bewirtschaftung ist es zwingen erforderlich eine sinnvolle Verwertung vorab sicherzustellen. Der Pflanzenbau auf Quaderballen hat sich dafür als vielversprechende Methode gezeigt, die den Aufwuchs von Grünlandflächen in Lebensmittel und Humus umwandelt. Damit der Pflanzenbau auf Quaderballen vereinfacht werden kann, soll dieser zukünftig auf einer großen Asphaltfläche stattfinden, die es erlaubt die Sickersätze aufzufangen. Die Quaderballen sollen dann mit Kompost aus dem Vorjahr komplett ummantelt werden, sodass eine möglichst hohe Ausbeute an Huminstoffen erreicht wird. Es muss aber noch durch zusätzliche Messungen abgeklärt werden, wie viele Emissionen aus den Quaderballen austreten. Denn sollte der Lachgasanteil höher sein als beispielweise einer aeroben Kompostierung, kann das CO₂-Äquivalent schnell ungünstig ausfallen, da das Lachgas mit einem Faktor von 265 höher einzustufen ist als CO₂ selbst. Solange diese Ergebnisse nicht vorliegen ist auch die Generierung von CO₂-Zertifikaten noch nicht umsetzbar.

In zukünftigen Untersuchungen soll auch geklärt werden, ob sich diese Methode auf die Kompostierung kommunaler Bioabfälle und die Behandlung kommunaler Abwässer übertragen lässt. Ziel ist es auch hier, die Nährstoffe möglichst lange im Bewässerungskreislauf zu halten, bis sie vollständig von den Pflanzen aufgenommen oder in Form von stabilen Huminstoffen gebunden werden. Anstelle von Lebensmitteln sollen auf diesen Quaderballen beispielweise insektenfreundliche Pflanzen mit einem hohen Blütenangebot angebaut werden.

Durch die Rückführung der Nährstoffe in organisch gebundener Form auf die landwirtschaftlichen Flächen soll schließlich der Stoffkreislauf möglichst geschlossen werden. Ziel ist es, die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhöhen, um so die Abhängigkeit von künstlichen Düngemitteln zu verringern und die Widerstandsfähigkeit der Böden gegenüber Erosion und Trockenheit zu stärken.

4 Quellenverzeichnis

- [1] Oliver Schmid, (2022), Wandernde Wiese® Teil I – Ideen und Ziele, Berichte über Landwirtschaft, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), DOI: <https://doi.org/10.12767/buel.v100i2.422>
- [2] Josef Pfister, (1994), Heimatbuch Stetten bei Haigerloch – Die Geschichte eines Dorfes im Zollernalbkreis, Seite 212, 1. Auflage, Geiger Verlag, Horb am Neckar, ISBN 3-89264-926-X
- [3] Dr. Birnbacher, (1993), Owingen Geschichte und Geschichten unserer Gemeinde, Seite 218, 1. Auflage, Geiger Verlag, Horb am Neckar, ISBN 3-89264-880-8
- [4] Landesarchiv Baden-Württemberg, Abt. Staatsarchiv Ludwigsburg, Ober- und Mittelbehörden seit um 1945 / 1826-1999, Geschäftsbereich Innenministerium, Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg: Historische Flurkarten der Württembergischen und Hohenzollerischen Landesvermessung (Digitalisate) / 1818-1863 (1951), Quadrant SW (südwestlich von Tübingen)
- [5] Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR), (2024), Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT II)
- [6] K. Weiß, W. Gerlinger, A. Leyk-Anderer, Ch. Müller, F. Staub, K. Voigt I, (2024) "Archewiesen" Ein Projekt zur Erhaltung des artenreichen Grünlands in Baden-Württemberg, Regierungspräsidien Baden-Württemberg, Download unter <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10598>
- [7] Sandrock, (2012), verändert, Zwölf Tipps für effizienteres Düngen Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, <https://www.praxis-agrar.de/pflanze/ackerbau/zwoelf-tipps-fuer-effizienteres-duengen>
- [8] Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Zollernalbkreis, (2024) Landratsamt Zollernalbkreis, <https://www.zollernalbkreis.de/aktuelles/nachrichten/starkregen+sorgt+fuer+ueberschwemmung++bisingen+besonders+stark+betroffen>
- [9] Stadt Mücheln Geiseltal, (2023), Großbrand eines Feldes (240ha), Einsatznummer 23/2023, <https://www.muecheln.de/einsaetze/ansicht/26791/gro%C3%9Fbrand-eines-feldes-240ha.html>
- [10] Sentinel-2, Copernicus Programm der EU, <https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections/sentinel-data/sentinel-2>
- [11] Besuch von 13 Studenten im Rahmen des I2connect Projekts, <https://i2connect-h2020.eu/moving-meadow-an-innovative-cropping-system-for-sustainable-agriculture/> 06.02.2024
- [12] Youtubevideo bei I2connect und FIBLFilm <https://www.youtube.com/watch?v=qf1N8N2tAlo>
- [13] Oliver Schmid, (2024), Wandernde Wiese® Teil II – Pflanzenbau auf Heuballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, Berichte über Landwirtschaft, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), DOI: <https://doi.org/10.12767/buel.v102i1.511>
- [14] DLG Feldtage 2024 am EIP Stand der Deutschen Vernetzungsstelle (DVS), <https://www.dlg-feldtage.de/de/presse/bildmaterial/2024/treffpunkte#&gid=lightbox-group-9896&pid=0>
- [15] Andrea Hornfischer, (2024), Referat 623, Artikelnummer 0745, Auflage 1, Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Unterrichtsbaustein für die berufliche Bildung an Fachschulen, Innovationen: Ideen im Betrieb umsetzen?, <https://www.ble-medienservice.de/unterrichtsbaustein-innovation.html> 10.12.2024

5 Anhang

Die folgenden Berichte wurden aufgrund der hohen Seitanzahlen als separate Dateien auf der Internetseite www.wanderndewiese.de im Downloadbereich abgespeichert:

Oliver Schmid, (2022), Wandernde Wiese® Teil I – Ideen und Ziele

Oliver Schmid, (2024) Wandernde Wiese® Teil II - Pflanzenbau auf Heuballen als Weg zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit

Beate Leidig, (2023), Insektenzählung im Rahmen des EIP-Projektes „Wandernde Wiese“

Beate Leidig, (2024), Insektenzählung im Rahmen des EIP-Projektes „Wandernde Wiese“

Gefundene Arten auf den Wiesenstreifen des Versuchsacker 1 durch Sebastian Löffler im Rahmen seiner Abschlussarbeit „Wandernde Wiese: Einfluss des Mahdzeitpunktes auf das C/N-Verhältnis und den Biomasseertrag“	Auch auf den Dauergrünland Spenderflächen vorhanden	Bestandteil in den eingesetzten Saatgutmischungen
Acker Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)		
Acker Winde (<i>Convolvulus arvensis</i>)	X	
Acker-Fuchsschwanz (<i>Alopecurus myosuroides</i>)		
Acker-Vergissmeinnicht (<i>Myosotis arvensis</i>)	X	
Acker-Witwenblume (<i>Knautia arvensis</i>)	X	
Deutsches Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	X	
Echter Steinklee (<i>Melilotus officinalis</i>)		
Emmer (<i>Triticum dicoccon</i>)		
Feld-Klee (<i>Trifolium campestre</i>)	X	X
Festolium (<i>Festuca spec. x Lolium spec</i>)		X
Fettwiesen-Magerite (<i>Leucanthemum ircutianum</i>)	X	
Filzige Klette (<i>Arctium tomentosum</i>)		
Futtercichorie (<i>Cichorium intybus</i>)		X
Gemeine Quecke (<i>Agropyron repens</i>)		
Gemeine Rispe (<i>Poa trivialis</i>)	X	
Gemeine Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	X	X
Geruchlose Kamille (<i>Tripleurospermum inodorum</i>)		
Gewöhnlicher Hornklee (<i>Lotus corniculatus</i>)	X	X
Gewöhnliches Hirtentäschel (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)		
Gewöhnliches Hornkraut (<i>Cerastium holosteoides</i>)	X	
Gewöhnliches Ruchgras (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)		
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	X	X
Gras-Sternmiere (<i>Stellaria graminea</i>)	X	
Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i>)	X	X
Klatsch-Mohn (<i>Papaver rhoeas</i>)		
Kleiner Storchenschnabel (<i>Geranium pusillum</i>)		
Kleiner Wiesenknopf (<i>Sanguisorba minor</i>)		X
Knäuel Hornkraut (<i>Cerastium glomeratum</i>)		
Knaulgras (<i>Dactylis glomerata</i>)	X	X
Knolliger Hahnenfuß (<i>Ranunculus bulbosus</i>)	X	
Kompass-Lattich (<i>Lactuca serriola</i>)		

Krauser ampfer (<i>Rumex crispus</i>)		
Kriechendes Fingerkraut (<i>Potentilla reptans</i>)	X	
Löwenzahn (<i>Taraxacum</i> s. <i>Ruderalia</i>)	X	
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)	X	X
Purpureote Taubnessel (<i>Lamium purpureum</i>)		
Raue Gänsedistel (<i>Sonchus asper</i>)		
Rauhaarige Wicke (<i>Vicia hirsuta</i>)		
Rohrschwingel (<i>Festuca arundinacea</i>)		X
Rot Klee (<i>Trifolium pratense</i>)	X	
Saat-Esparsette (<i>Onobrychis viciifolia</i>)	X	
Saatwicke (<i>Vicia sativa</i>)		
Sauerampfer (<i>Rumex acetosa</i>)	X	
Schlitzblättriger Storchenschnabel (<i>Geranium Dissectum</i>)	X	
Spitzwegerich (<i>Plantago lanceolata</i>)	X	X
Weiche Tresse (<i>Bromus hordeaceus</i>)		
Weißes Labkraut (<i>Galium album</i>)	X	
Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>)	X	
Weizen (<i>Triticum</i>)		
Wiesen-Bocksbart (<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>Orientalis</i>)	X	
Wiesenfuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>)		
Wiesen-Kerbel (<i>Anthriscus sylvestris</i>)		
Wiesen-Kümmel (<i>Carum carvi</i>)		X
Wiesen-Pippau (<i>Crepis biennis</i>)	X	
Wiesenrispen Gras (<i>Poa pratensis</i>)	X	X
Wiesen-Salbei (<i>Salvia pratensis</i>)	X	
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)		
Zaun-Wicke (<i>Vicia sepium</i>)	X	
Zottiger Klappertopf (<i>Rhinanthus alectorolophus</i>)	X	