

Konservierende Bodenbearbeitung im ökologischen Gemüseanbau

„BioStripPlant“



Zuwendungsempfänger und Projektkoordination:

agrathaer GmbH | Management & Innovation
Eberswalder Straße 84 | 15374 Müncheberg | www.agrathaer.de

Anita Beblek | Geschäftsführung
Fon: + 49 (0) 33432 82 141 | Fax: +49 (0) 33432 82 198 | anita.bebek@agrathaer.de

Laura Storch | Projektkoordination
Fon: + 49 (0) 33432 82 231 | Fax: +49 (0) 33432 82 198 | laura.storch@agrathaer.de

Mitglieder der Operationellen Gruppe

- agrathaer GmbH → Isabell Szallies (2021-2023), Dr. Martin Hecker (2021-2023), Laura Storch (2024)
- Bio-Alpakaland Gemüsebau GbR → Daniel Riesener
- Bio-Gärtnerei Watzkendorf → Max Liebrich
- Bauernhof Weggun GbR → Marjolein van der Hulst
- Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e.V. → Katia Heistermann
- Fördergemeinschaft Ökologischer Landbau Berlin-Brandenburg e.V. → Michael Wimmer

Projektlaufzeit

29.10.2021 – 31.12.2024

Budget

529.653,14 EUR

Datum

24.03.2025

Autoren

Die Operationelle Gruppe

Inhaltsverzeichnis

1. Kurfassung in deutscher Sprache	4
2. Kurfassung in englischer Sprache.....	4
3. Situation zu Projektbeginn	5
3.1. Ausgangssituation in Brandenburg	5
3.2. Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens	7
4 Projektverlauf	9
4.1 AP 1: Koordination und Projektmanagement	11
4.2. Öffentlichkeitsarbeit	11
4.3. AP 3: Planung, Anlage und Durchführung Feldversuche.....	12
4.4. Auswertung und Präsentation der Feldversuche.....	14
4.5. Optimierung des kombinierten Strip-Till und Strip-Plant Verfahrens.....	15
4.6. Demonstrationsveranstaltungen	16
4.7. Präsentation/ Publikation der wissenschaftlichen Ergebnisse.....	16
4.8. Abschließende Auswertung und Anfertigung des Endberichtes.....	17
5. Projektergebnisse.....	17
5.1. Ergebnisse	Error! Bookmark not defined.
5.1.1. Nmin Gehalte im Boden	17
5.1.2. Auswirkung auf Bodenfeuchtigkeit.....	19
5.1.3. Auswirkung auf Bodentemperatur	21
5.1.4. Auswirkung auf die Aufwuchsmenge der Zwischenfrucht und Erträge.....	23
5.1.2. Technische Anpassung der Maschine und Verfahren	25
5.1.3. ungelöste Fragestellung	26
5.1.4. Praxisbroschüre	26
5.2. Diskussion der Ergebnisse	27
5.2.1. Nmin Gehalte im Boden	27
5.2.2. Bodenfeuchtigkeit	27
5.2.3. Bodentemperatur	28
5.2.3. Erträge.....	28
5.3. Schlussfolgerung.....	28
5.4. Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP-Zielen	29
5.5. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis.....	29
5.6. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen	30
5.7. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit und weiterführende Fragestellungen.....	30
6. Zusammenarbeit der operationellen Gruppe.....	31
7. Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	31

8. Literatur	33
9. Anhang	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektzeitplan des „BioStripPlant“ Projektes mit Darstellung des zeitlichen Ablaufes	10
Abbildung 2: Anlage des Exaktversuchs am IGZ 2022	12
Abbildung 3: Anlage des Exaktversuchs am IGZ 2023 (links) und 2024 (rechts)	12
Abbildung 4: Anlage der Praxisversuche aus den Flächen der Betriebe Watzkendorf, Weggun und Alpakalands 2023	13
Abbildung 5: Anlage der Praxisversuche aus den Flächen der Betriebe Weggun, Watzkendorf, und Alpakalands 2023	13
Abbildung 6: Pflanzenverfügbarer Stickstoff (mineralischer N) in kg/ha zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb Saison 2023 und 2024 in den unterschiedlichen Bodentiefen (0-30cm, 30-60cm) und Bewirtschaftungsvarianten auf den drei Betrieben.....	19
Abbildung 7: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2022 an allen vier Standorten.....	20
Abbildung 8: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2023 an allen vier Standorten.....	20
Abbildung 9: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2024 an drei Standorten	21
Abbildung 10: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2022 an allen vier Standorten	22
Abbildung 11: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2023 an allen vier Standorten	22
Abbildung 12: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2024 auf drei Standorten	23
Abbildung 13: Erträge für Porree, Weißkohl und Sellerie 2022	24
Abbildung 14: Erträge für Weißkohl und Sellerie 2023.....	25
Abbildung 15: Erträge für Weißkohl und Sellerie 2024.....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der Meilensteine mit Zuordnung zu den Arbeitspaketen und Umsetzungsstand	8
Tabelle 2: Übersicht des mittleren pflanzenverfügbaren Stickstoffes mit Standardabweichungen (mineralischer N) in kg/ha für die unterschiedlichen Zeitpunkte innerhalb Saison 2022, 2023, 2024 in den unterschiedlichen Bodentiefen (0-30cm, 30-60cm) und Bewirtschaftung.....	18
Tabelle 3: Übersicht der Aufwuchsmenge (Frischmasse = FM, Trockenmasse = TM) der Zwischenfrucht vor dem Mulchen auf den verschiedenen Standorten für die Saison 2022, 2023, 2024.	23

1. Kurzfassung in deutscher Sprache

Das Erosionspotenzial im Gemüsebau ist wegen der mehrfachen saisonalen Bodenbearbeitung, dem großen Reihenabstand sowie dem späten Bestandschluss erhöht. Die Anbaubedingungen werden durch den Klimawandel verschärft. Eine bodenschonende Bearbeitung kombiniert mit klimaresilienten Anbauverfahren wurde im Projekt „*BioStripPlant*“ getestet. Das StripTill-Verfahren wurde auf die Bedarfe des ökologischen Gemüseanbaus angepasst. Zusätzlich wurden drei Bewirtschaftungsvarianten: Roggenmulch, Lebenmulch sowie einer Kontrollvariante ohne Bodenbedeckung zwischen den Pflanzreihen auf ihre Auswirkung auf Nmin, Bodenfeuchtigkeit und -temperatur sowie Erträge untersucht. Neben der Evaluierung der Praktikabilität auf den Versuchsflächen der Praxisbetriebe liefert die Datenauswertung des Exaktversuches eine wissenschaftliche Grundlage. Die Kombination von Streifenbearbeitung und Roggenmulch ist vor allem im Zuge des Klimawandels eine vielversprechende Alternative zu betriebsüblichen Anbausystemen.

2. Kurzfassung in englischer Sprache

The erosion potential in vegetable cultivation is increased due to the multiple seasonal soil cultivation, the large row spacing and the late crop closure. The cultivation conditions are exacerbated by climate change. Soil-conserving cultivation combined with climate-resilient cultivation methods was evaluated in the '*BioStripPlant*' project. The StripTill method was adapted to the requirements of organic vegetable cultivation. In addition, three cultivation variants: Rye mulch, living mulch and a control variant without soil cover between the planting rows, were investigated for their effect on Nmin, soil moisture and temperature as well as yields. In addition to the evaluation of the practicability on the trial areas of the practical farms, the data analysis of the exact trial provides a scientific basis. The combination of strip tillage and rye mulch is a promising alternative to conventional cultivation systems, especially in the context of climate change.

3. Situation zu Projektbeginn

3.1 Ausgangssituation in Brandenburg

In Brandenburg und Berlin steigt die Nachfrage nach nachhaltig produziertem Gemüse aus ökologischem Anbau. Die Berliner Ernährungsstrategie ist Ausdruck des Wandels zu mehr Regionalität, Nachhaltigkeit und Fairness entlang der Wertschöpfungskette, wobei gesunde Kost für alle, unabhängig von den finanziellen Möglichkeiten des Verbrauchers, in den Mittelpunkt rücken soll. Auch dies führt zu einer Erweiterung des regionalen Absatzmarktes.

Der Gemüsebau hat einen hohen Bedarf an Nährstoffen und Wasser bei überwiegend kurzer Kulturdauer und häufigem Kulturwechsel. Kann diesem Bedarf nicht nachgekommen werden, führt der Mangel an Wasser und Nährstoffen zur Beeinträchtigung der Qualität der Gemüseprodukte, der Erträge und damit der Erlöse der Betriebe.

Zudem hat der nachgewiesene Klimawandel in Brandenburg zur Folge, dass sommerliche Trockenperioden deutlich länger ausfallen und sommerliche Niederschläge signifikant abnehmen. Extreme Wetterlagen treten vermehrt in Form von Hitzewellen und Starkregenereignissen auf. Dadurch entsteht ein hoher Druck auf die Kulturen und Anbausysteme.

Diese Entwicklung birgt vielfältige Probleme für den Gemüsebau -- vor allem für kleine, ökologisch wirtschaftende Gemüsebaubetriebe. Immer häufiger kann die Wasserversorgung der Kulturen nicht sichergestellt werden und gleichzeitig steigt der Unkrautdruck wärmeliebender Unkräuter in relevanten Gemüsekulturen und im Kulturverlauf (Hühnerhirse u. a.). Hinzu kommt die Gefahr des Abtrags fruchtbaren Oberbodens durch Starkregenereignisse und Winderosion.

Der Erhalt und die Verbesserung der Fruchtbarkeit der Böden an sehr diversen, aber überwiegend sandigen Standorten in Brandenburg erfordern kostspielige Maßnahmen bei begrenztem Budget und geringen Personalkapazitäten. Zielgerichtete Innovationen im Gemüsebau können die betriebswirtschaftliche Situation der Gemüsebaubetriebe verbessern. Gleichzeitig vermeiden sie nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt und das Klima und tragen zur Schonung der Ressourcen Wasser und Boden bei.

Die Bodenbearbeitung stellt gerade im Gemüsebau mit seinen Kulturfolgen einen häufigen Eingriff im Jahresverlauf dar. Wo im Ackerbau einmal gesät und geerntet wird, geschieht dies im Gemüsebau zwei- bis dreimal jährlich. Darüber hinaus wird im Gemüsebau überwiegend gepflanzt und der Boden muss gelockert sein, um ein Anwachsen der Pflanzen zu ermöglichen. Die Anbauverfahren sind durch große Reihenabstände und den späten Bestandsschluss geprägt. Das bedeutet auch, dass der Boden bzw. die Bodenoberfläche häufigen negativen Witterungseinflüssen ausgesetzt ist als die Flächen in der Landwirtschaft.

Die konservierende Bodenbearbeitung als Instrument zur Reduzierung dieser Einflüsse ist im Gemüsebau noch unterrepräsentiert. Das Strip-Till Verfahren ist eine Methode der konservierenden Bodenbearbeitung. Es handelt sich um ein zweischrittiges Verfahren in welchem zunächst eine streifenförmige Lockerung des Bodens, häufig in Kombination mit einer Unterfußdüngung, vorgenommen wird. Zwischen den Saatreihen bleibt der Boden unbearbeitet und mit Pflanzenmaterial (Mulchschicht) bedeckt. In einem nächsten Schritt erfolgt die Einsaat in die bearbeiteten Streifen (Agrarpraxiskompakt, 2012; Jörgensen, 2019).

Durch die permanente organische Bodenaufgabe und den Erhalt des stabilen Bodengefüges sind die Ackerflächen unter konservierender Bodenbearbeitung weniger anfällig für Erosion und den Verlust fruchtbaren Oberbodens (Haddaway et al., 2016). Weiterhin kann die konservierende Bodenbearbeitung dem Abbau der organischen Bodensubstanz entgegenwirken und sich positiv auf die physikalischen Bodeneigenschaften sowie auf den Wasserhaushalt des Bodens auswirken (Farooq & Siddique, 2014; Palm et al., 2014). Durch den Erhalt und Aufbau der organischen Bodensubstanz wird die Bodenfruchtbarkeit langfristig erhöht und das Bodenleben gefördert (Haddaway et al., 2016). Während die Methoden der konservierenden

Landwirtschaft im konventionellen Ackerbau bereits gut erforscht und weit verbreitet sind (Farooq & Siddique, 2014 u.a.), finden sich zur Anwendung im (ökologischen) Gemüsebau bisher nur wenige Studien.

Das Strip-Till Verfahren passt gut mit der ganzheitlichen, auf Nachhaltigkeit angelegten Betrachtung in der ökologischen Landwirtschaft zusammen. Das Verfahren muss aus der Landwirtschaft kommend jedoch für den ökologischen Gemüseanbau angepasst werden.

Durch die konservierende Bodenbearbeitung wird das Pflügen deutlich reduziert oder entfällt sogar gänzlich als Bearbeitungsschritt (Hofmeijer et al., 2019). Dem Pflügen kommt jedoch, insbesondere in der ökologischen Landwirtschaft, eine tragende Rolle zu, da es den Boden lockert, Unkräuter reguliert und die Mineralisierung der organischen Bodensubstanz beschleunigt (Hofmeijer et al., 2019). Um den Unkrautdruck zu regulieren, werden in der konventionellen Landwirtschaft Herbizide eingesetzt. Mineraldünger versorgen die Pflanzen mit ausreichend pflanzenverfügbarem Stickstoff. Die ökologische Landwirtschaft hingegen ist in der Pflanzenernährung auf die Mineralisierung von Stickstoff aus der organischen Bodensubstanz und organischen Düngern angewiesen. Ein Prozess, der durch die konservierende Bodenbearbeitung insbesondere auf schweren Böden verlangsamt werden kann und so zu einer Reduzierung der Erträge führen kann. Außerdem kann hier die Konkurrenz mit Unkräutern oder einem Lebendmulch um Wasser, Nährstoffe und Licht das Wachstum der Kultur negativ beeinflussen (Heggin et al., 2014).

Die Unkrautregulierung erfolgt in der ökologischen Landwirtschaft rein mechanisch. Der Verzicht auf das Pflügen kann hier also einen erheblichen Mehraufwand an Arbeitskraft und damit insbesondere für kleinere Betriebe eine wirtschaftliche Belastung darstellen. Bereits 2014 wurde unterstrichen, dass für eine Implementierung der Streifenbearbeitung im ökologischen Landbau einerseits der Ertragserhalt und andererseits ein geeignetes Unkrautmanagement entscheidend ist (Heggin et al., 2014).

Auch im intereuropäischen Projekt InterVeg wurde herausgearbeitet, dass der Erfolg von Strip-Plant-Verfahren in Lebendmulche im Gemüsebau durch ein entsprechendes Management gut beeinflusst werden kann (InterVeg, 2014; online). Ein entsprechendes Management muss jedoch immer individuell an die Standortbedingungen angepasst werden.

Die relevanten Parameter Bodenfeuchte, Nährstoffverfügbarkeit und Unkrautdruck sind auf systemischer Ebene miteinander verbunden. Für einen Einsatz des Strip-Till und Strip-Plant-Verfahrens im ökologischen Freilandgemüsebau muss also auf betrieblicher Ebene die Düngung, die Fruchtfolge und die Technik angepasst werden (Galbusera, 2015, Vollmer et al., 2010).

In Deutschland wurden im Wirtschaftsjahr 2015/2016 37 % der gesamten Ackerfläche mit den Techniken der konservierenden Landwirtschaft bearbeitet (Statistische Bundesamt, 2020; online). Dabei handelt es sich überwiegend um konventionell bewirtschaftete Flächen, da die Methoden den ökologischen Anbau vor gesonderte Herausforderungen (Unkrautdruck, Mineralisierungsgeschwindigkeit) stellen (BLE, 2017; online). Für die Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung im Gemüsebau in Deutschland liegen derzeit keine Zahlen vor. Das Thema wird aber vor dem Hintergrund steigender Temperaturen und erhöhten Wasserverbrauchs in den letzten 10 Jahren vermehrt diskutiert. Vereinzelt werden in den Fachzeitschriften Artikel platziert, welche die Direktsaat und -pflanzung im Gemüsebau thematisieren (Eppenberger, 2020; Galbusera, 2015; Übelhör, 2015).

Zu den Pionieren der Anwendung des Strip-Till-Verfahrens im Gemüsebau gehört Mulchtec der live2give GmbH. Mit dem MulchTec-Planter wurde dort ein Gerät entwickelt, mit welchem die Pflanzung von Gemüsekulturen in Streifenbewirtschaftung möglich ist (Strip-Plant).

Im Forschungsprojekt „Entwicklung erosionsmindernder Anbauverfahren im Feldgemüsebau“ (2011 bis 2014) wurde die Eignung von Strip-Till-Verfahren im Gemüsebau an zwei Standorten mit Weißkohl überprüft (Übelhör, 2014). Der Bodenabtrag in Beregnungsversuchen war in der

Strip-Till-Variante um 90 % gegenüber der wendenden Bodenbearbeitung (mit Pflug) reduziert. Die Bodentemperatur war in den gelockerten Streifen höher als in den nicht bearbeiteten Randstreifen, wodurch das Pflanzenwachstum im Frühjahr nicht beeinträchtigt wurde. Die Bodenbedeckung der Randstreifen reduzierte die Verdunstung. Die Wasserspeicherkapazität war im Strip-Till-Verfahren höher. Für den Pflanzenschutz waren zwei Totalherbizidmaßnahmen notwendig. Die Autorin betont, dass im Strip-Till Verfahren beim Weißkohl höhere Ansprüche an den Pflanzenschutz gestellt werden. Für die Zwischenfrüchte sei der Zeitpunkt der Einsaat entscheidend, damit diese als Mulchschicht einen ausreichenden Erosionsschutz bietet.

Zwischen 2011 und 2013 wurde an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern ein Versuch zur Anwendung des Strip-Till-Verfahrens unter konventioneller Bodenbearbeitung im Freilandgemüsebau mit dreijähriger Fruchtfolge (Weißkohl, Winterroggen, Eissalat, Phazelie) durchgeführt (Katroschan, 2013; online). Die Bodenfeuchte war in 20 cm unter Strip-Till im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung höher. Die N-Aufnahme der Kulturen war jedoch in der gepflügten Variante höher.

3.2. Aufgabenstellung und Ziele des Vorhabens

Die Direktsaat und -pflanzung in Untersaaten und Mulchschichten ist eine Maßnahme der konservierenden Bodenbearbeitung. Die Reduzierung der Bodenbearbeitung kann zum Aufbau von Humus und Mehrung des Bodenlebens führen. Eine Bodenbedeckung schützt vor Verdunstung und Erosion und erhöht die Bodenfeuchte und die Bodenfruchtbarkeit. Zusätzlich kann, bei geeignetem Management, die aufgewendete Arbeitszeit durch die Verbesserung der Unkrautregulierung reduziert werden. Insgesamt kann eine Verbesserung der Klimaanpassung und Resilienz der Anbauverfahren/Kulturen erreicht werden. Die Verfahren können zu einer Stabilisierung der Erträge und zum Erhalt der Produktqualität beitragen. Die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe ist zwischen Gemüsekulturen und Untersaat stärker als bei Ackerkulturen. Aus diesem Grund müssen geeignete Kombinationen von Gemüsekultur und Untersaat ermittelt werden. Im Gemüsebau wird neben der Aussaat auch gepflanzt, dafür bedarf es geeigneter Verfahren. Außerdem muss die Düngung dem innovativen Verfahren angepasst bzw. die Mengen/Dosierung eingestellt werden.

Die OG formuliert folgende **Ziele** für BioStripPlant:

1. Das Verfahren aus Strip-Till und Strip-Pflanzung ist für den ökologischen Gemüsebau angepasst und die technischen Komponenten sowie der Prozess erfolgreich evaluiert.
2. Es sind geeignete Kombinationen von Gemüsekultur und Untersaat ermittelt.
3. Ein Nachweis der Vorteilhaftigkeit des Verfahrens für den ökologischen Gemüseanbau ist erbracht.
4. Eine Praxisbroschüre mit Handlungsempfehlungen für Gemüseanbaubetriebe liegt vor und ist zielgruppengerecht aufbereitet.

Tabelle 1 Übersicht der Meilensteine mit Zuordnung zu den Arbeitspaketen und Umsetzungsstand

Nr	Etappenziel (Meilenstein)	AP	Erfüllung des Meilensteins
1	Projektmanagement: Erfolgreiche Etablierung der OG, Stellenbesetzung, materiell /technische Grundlagen etabliert	1	Siehe Kapitel 4.1
2	Öffentlichkeitsarbeit zum Projektstart (kick-off)	2	Siehe Kapitel 4.2
3	1. OG-Meeting	1	Siehe Kapitel 4.1, 4.3
4	Versuchsplan 2022 ist erstellt und abgestimmt	3	Siehe Kapitel 4.3
5	Co-Creation Workshop	5	Siehe Kapitel 4.5
6	BIOFACH Präsentation für Fachpublikum & Multiplikatoren	2	Siehe Kapitel 4.2
7	FV 22 auf allen 4 Standorten abgeschlossen	3	Siehe Kapitel 4.3
8	Auswertung FV22 abgeschlossen	4	Siehe Kapitel 4.4
9	2. OG-Meeting	1 + 5	Siehe Kapitel 4.1
10	Versuchsplan 2023 ist erstellt und abgestimmt	3	Siehe Kapitel 4.3
11	BIOFACH Präsentation für Fachpublikum & Multiplikatoren	2	Siehe Kapitel 4.2
12	FV 23 auf allen 4 Standorten abgeschlossen	6	Siehe Kapitel 4.4
13	Auswertung FV23 abgeschlossen	3	Siehe Kapitel 4.4
14	Demonstrationsveranstaltung BioStripPlant 2023	4	Siehe Kapitel 4.6
15	3. OG-Meeting	1 + 5	Siehe Kapitel 4.1
16	Präsentation WITA 2023	7	Siehe Kapitel 4.2,4.7.
17	Versuchsplan 2024 ist erstellt und abgestimmt	3	Siehe Kapitel 4.3
18	BIOFACH Präsentation für Fachpublikum & Multiplikatoren	2	Siehe Kapitel 4.2
19	Demonstrationsveranstaltung BioStripPlant 2024	6	Siehe Kapitel 4.6
20	FV 24 auf allen 4 Standorten abgeschlossen	3	Siehe Kapitel 4.3
21	Auswertung FV24 abgeschlossen	4	Siehe Kapitel 4.4
22	4. OG-Meeting	1 + 5	Siehe Kapitel 4.1
23	Abschließende Öffentlichkeitsarbeit und Erstellen der Praxisbroschüre mit Handlungsempfehlungen	1 + 2	Siehe Kapitel 4.2
23	Wissenschaftliche Publikation (accepted)	7	Siehe Kapitel 4.7
24	Abschlussveranstaltung	1 + 2	Siehe Kapitel 4.2
25	Abschließende Auswertung und Anfertigung des Endberichtes	8	Siehe Kapitel 4.8
27	Präsentation Jahrestagung DGG 2024	7	Siehe Kapitel 4.7

4 Projektverlauf

Das Projekt begann im Oktober 2021 und endete am 31.12.2024. Der zeitliche Projektverlauf orientierte sich an den geplanten Meilensteinen (siehe Tabelle 1), die sich zu den 8 definierten Arbeitspaketen (AP) zuordnen lassen:

AP 1: Koordination und Projektmanagement

AP 2: Öffentlichkeitsarbeit

AP 3: Planung, Anlage und Durchführung Feldversuche

AP 4: Auswertung und Präsentation der Feldversuche

AP 5: Optimierung des kombinierten Strip-Till und Strip-Plant Verfahrens

AP 6: Demonstrationsveranstaltungen

AP 7: Präsentation/Publikation der wissenschaftlichen Ergebnisse

AP 8: Abschließende Auswertung und Anfertigung des Endberichtes

Abbildung 1 Projektzeitplan des „BioStripPlant“ Projektes mit Darstellung des zeitlichen Ablaufes

	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
	2021	2021	2022	2022	2022	2022	2023	2023	2023	2023	2024	2024	2024	2024	
Koordination der OG und Projektabwicklung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Erstellung und Abstimmung des Versuchsplans		■	■				■	■			■	■			
Co-Creation Workshop		■	■												
Feldversuche abgeschlossen					■	■				■	■			■	■
Auswertung der Feldversuche						■	■			■	■			■	■
Ergebnispräsentation Konferenzen			■				■	■			■	■		■	■
Öffentlichkeitsarbeit, Publikationen		■	■				■		■	■		■	■	■	■
Abschließende Auswertung, Anfertigung Endbericht													■	■	■

4.1 AP 1: Koordination und Projektmanagement

agrathaer hat als Lead-Partner die gesamte Projektkoordination und Projektmanagement durchgeführt. Eine erfolgreiche Etablierung der OG mit sichergestellten Stellenbesetzungen über die Projektlaufzeit konnte bereits zu Beginn des Projektes gewährleistet werden (Meilenstein 1). Für die Evaluierung der Projektarbeiten sowie Absprachen zu Verfahrensanpassungen fanden während der gesamten Projektlaufzeit insgesamt 5 OG-Treffen auf den Betrieben statt (Meilenstein 9, 15, 22). Die monatlichen Telefonkonferenzen (insgesamt 34), dienten zur internen Absprache für Anliegen bzgl. der laufenden Projektarbeiten. Zur fachlichen Unterstützung der inhaltlichen Projektkoordination, fanden ab Juni 2022, in einem 14-tägigen Rhythmus, Telefonkonferenzen zwischen dem IGZ und agrathaer statt. Die Operationelle Gruppe erstellte drei Sachberichte und insgesamt fünf Mittelabrufe.

4.2. Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit in dem Projekt unterteilt sich in die mediale Berichterstattung über eine Webseite und Veröffentlichung in Printmedien sowie die Verbreitung von Informationen auf Demonstrationsveranstaltungen.

Zu Beginn des Projektes wurde von agrathaer eine Projektseite auf der agrathaer Webseite eingerichtet, in der in einem Blog kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit über den aktuellen Stand sowie über Veranstaltungen berichtet worden ist (Meilenstein 2). Insgesamt wurde über die gesamte Projektlaufzeit 34 Blogbeiträge verfasst. Zusätzliche mediale Verbreitung fanden über die neun Beiträge über LinkedIn statt. Während der Projektlaufzeit wurde in den Fachzeitschriften „Gemüse“ und „Bioland Magazin“ Artikel zu den Themen: Mulchschichtetablierung sowie der bodenschonenden Bearbeitung mit dem StripTill-Verfahren berichtet. Des Weiteren wurden die Erkenntnisse zum StripTill-Verfahren in einem wissenschaftlichen Artikel im Tagungsband der 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau veröffentlicht. Das Projekt wurde in insgesamt 14 Vorträgen auf regionalen und überregionalen Veranstaltungen präsentiert. Zwei Präsentationen auf der Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau wurden geplant und durchgeführt (Meilenstein 16). Zusätzlich wurden die Erkenntnisse auf der 56. Gartenbauwissenschaftlichen Jahrestagung 2024 präsentiert werden.

Während der Projektlaufzeit waren drei Präsentationen auf der BIOFACH geplant (Meilenstein 6, 11, 18). Im 1. Projektjahr führten erhebliche Schwierigkeiten bei der Bewirtschaftung des Versuchs seitens der Betriebe zu nicht aussagekräftigen Daten. Allerdings sollte die Vorteilhaftigkeit sowie das Projekt an sich in einem Kongressbeitrag präsentiert werden (Meilenstein 6). Dieser Beitrag wurde jedoch abgelehnt. Im zweiten Projektjahr (Meilenstein 11) wurde das Projekt am Präsentationsstand der FÖL im Rahmen des Bio-Gemeinschaftsstandes Berlin-Brandenburg präsentiert. Die Verfahrensanpassungen führten im Laufe der Projektlaufzeit zu auswertbaren Daten, allerdings wurden diese zu Beginn des dritten Projektjahres (Meilenstein 18) von der OG als zu wenig belastbar eingestuft. Daher wurde im dritten Jahr von einem Messebeitrag abgesehen.

Der zweite Bereich der Öffentlichkeitsarbeit umfasste die Verbreitung von Informationen auf Demonstrationsveranstaltungen, die sowohl für das Fachpublikum ausgerichtet sind (siehe Kapitel 4.6). Es wurden fünf Pressemitteilungen seitens des Projektes veröffentlicht und Pressevertreter mehrmals zu vor Ort-Terminen eingeladen. Am Ende der Projektlaufzeit wurde gemeinsam mit der OG eine Praxisbroschüre verfasst, indem die Erfahrungen und Erkenntnisse aufbereitet und Handlungsempfehlungen formuliert worden sind (Meilenstein 23). Diese Praxisbroschüre wurde u.a. bei der Projektabschlussveranstaltung am IGZ dem interessierten Fachpublikum präsentiert (Meilenstein 24) und steht als online-Version zur Verfügung.

4.3. AP 3: Planung, Anlage und Durchführung Feldversuche

Die Feldversuche bestehen aus einem Exaktversuch auf den Versuchsflächen des IGZ und den Praxisversuchen unter Produktionsbedingungen auf den Betriebsflächen der drei Praxispartner. Die Planung der Feldversuche über die drei Projektjahre hinweg (Meilenstein 4, 5, 17) wurden mit der OG im jeweiligen Winter diskutiert und den entsprechenden Anforderungen angepasst.

Planung und Anlage der Feldversuche

Auf dem Gelände des IGZ wurde ein Feldversuch als Split-plot-(Spaltanlage) in einer vollständig, randomisierten Blockanlage auf einer Gesamtfläche von 0,12 ha durchgeführt. Im ersten Projektjahr (2022) wurden die Kulturen: Sellerie, Weißkohl und Porree in den jeweiligen Bewirtschaftungsvarianten (ohne Bodenbedeckung – Kontrolle, Untersaat mit Erdklee und Roggenmulch) in vier Wiederholungen randomisiert angelegt und durchgeführt (siehe Abbildung 2).

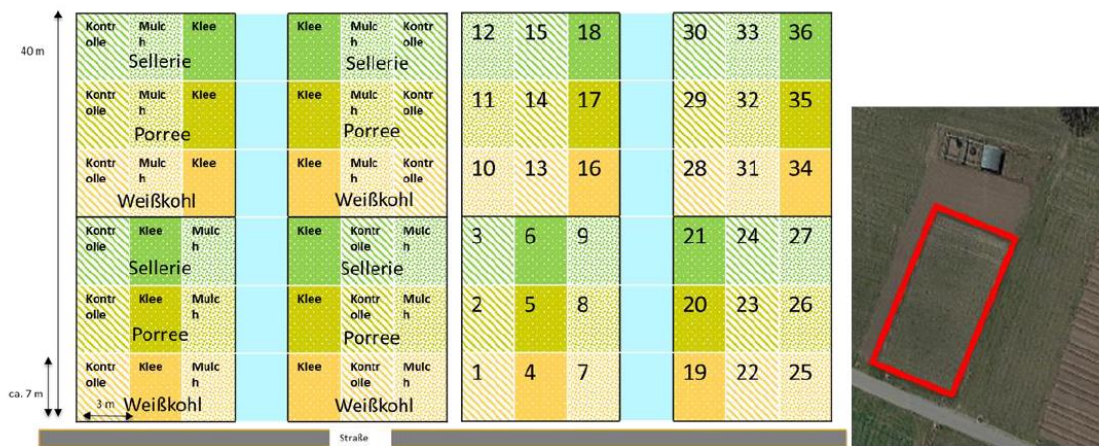


Abbildung 2: Anlage des Exaktversuchs am IGZ 2022

Im zweiten Projektjahr (2023) wurde auf Grund von erheblichen Schwierigkeiten bei der betrieblichen Etablierung des Versuchsaufbaus die Anzahl der Kulturen reduziert. Im Exaktversuch wurden ebenfalls die Anzahl der Kulturen auf Weißkohl und Sellerie reduziert (siehe Abbildung 3). Eine genaue Auflistung der durchgeführten Maßnahmen sind dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle A1).

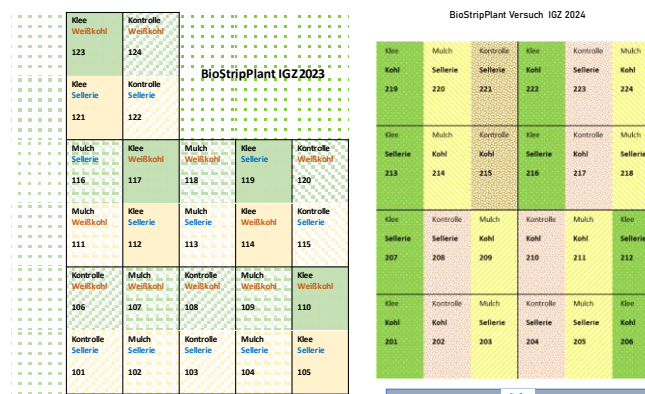


Abbildung 3: Anlage des Exaktversuchs am IGZ 2023 (links) und 2024 (rechts)

Die Versuchsflächen auf den Praxisbetrieben umfasste im ersten Projektjahr eine Fläche von 1000m² für die Betriebe Watzkendorf und Weggun und ca. 3300m² für die Fläche auf dem Betrieb Alpakaland (siehe Abbildung 4). Es wurden insgesamt drei Kulturen (Sellerie, Porree und Weißkohl) in den drei Bewirtschaftungsvarianten angebaut.

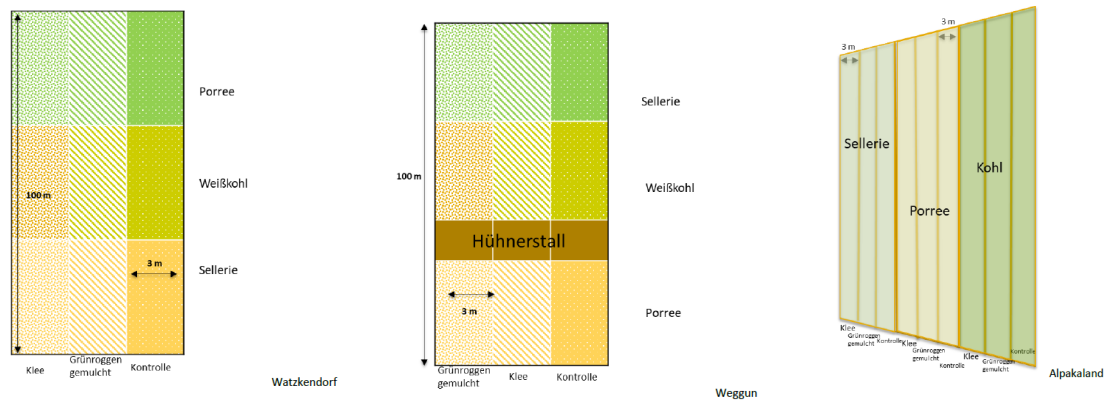


Abbildung 4: Anlage der Praxisversuche aus den Flächen der Betriebe Watzkendorf, Weggun und Alpakalands 2023

Der Anbau der drei Kulturen in neuen, betrieblich nicht etablierten Bewirtschaftungsvarianten erzielte im ersten Jahr keine aussagekräftigen Ergebnisse. Auf Grund einer nicht ausreichend dichten Lebendmulchschiicht sowie einer nicht hinreichend dicken Mulchschiichtdecke konnten beide Varianten nicht ihre unkrautunterdrückende Wirkung entfalten. Daraus resultierte ein hoher Unkrautdruck, der dazu führte, dass die generierten Daten zu keiner fundierten Aussage führte. Daher hat sich die OG dazu entschieden im zweiten Projektjahr die Größe der Versuchsfläche in allen Betrieben um ca. ein Drittel zu reduzieren sowie die Anzahl der angebauten Kulturen auf Sellerie zu beschränken (siehe Abbildung 5).

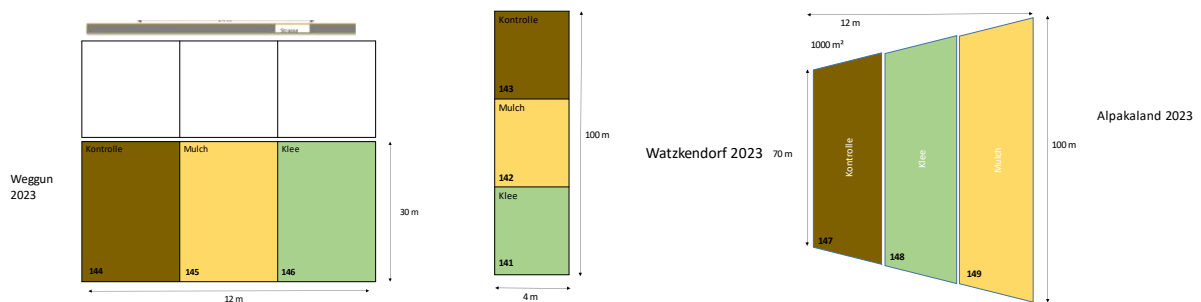


Abbildung 5: Anlage der Praxisversuche aus den Flächen der Betriebe Weggun, Watzkendorf, und Alpakalands 2023

Durchführung der Feldversuche

Die Durchführung der Feldversuche begann im Herbst mit der Entnahme und Analyse der Bodenproben auf die Nmin-Gehalte. Anschließend wurde die Zwischenfrucht auf den Flächen ausgesät. Die genauen Analyse- und Aussaatzeitpunkte auf den Versuchsflächen und Bewirtschaftungsvarianten sind im Anhang aufgeführt (siehe Tabelle A1,A2). Als Zwischenfrucht hat sich im Gemüsebau der Grünroggen als geeignet erwiesen. Der Grünroggen (Sorte: Protector) wurde im Herbst für das darauffolgende Projektjahr mit einer erhöhten Aussaatstärke von 125 kg/ha ausgesät. Die erhöhte Aussaatstärke sollte zu einer erhöhten Biomasse des Grünroggens beitragen, die v.a. für die Etablierung einer ausreichend dicken Mulchschiichtdecke essenziell ist. Da im ersten Jahr die Biomassen des Grünroggens nicht ausreichend war, wurde

im zweiten Versuchsjahr eine Mischung aus Grünroggen (125 kg/ha) und Wintergrünfuttererbse (30 kg/ha) ausgesät. Jedoch führten die Witterungsbedingungen im Winter sowie Vogelfraß kurz nach der Aussaat auf zwei Standorten zu keiner weiteren Erhöhung der Biomassenproduktion. Daher wurde für das dritte Versuchsjahr auf eine Saatgutmischung mit der Wintergrünfuttererbse verzichtet. Um die Biomassenproduktion des Grünroggens überprüfen zu können wurde in jedem Frühjahr 1m² Grünroggen geerntet und auf den Frischmasseertrag und Nährstoffzusammensetzung analysiert. Für die Roggenmulchvariante wurde der Grünroggen zur Vollblüte frühestmöglich gemulcht, da ansonsten die Gefahr besteht, dass der Roggen nach dem Mulchen noch einmal austreibt und eventuell während der Saison gemäht werden muss.

In den Erdklee- und Kontrollvarianten wurde der Grünroggen als Gründüngung im Frühjahr eingearbeitet mit anschließender Aussaat des Erdklee. Dieser wurde im ersten Projektjahr mit einer Aussaatstärke von 30 kg/ha ausgesät, wodurch jedoch eine nicht ausreichend dichte Lebendmulchschicht erzielt wurde. Daher wurde der Aussaatzeitpunkt im zweiten Jahr in den Herbst verlegt. Der frühere Aussaatzeitpunkt führte jedoch zu keiner verbesserten Etablierung des Erdkleebestandes, wodurch eine Nachsaat im Frühjahr des zweiten Projektjahres vonnöten war. Im dritten Versuchsjahr wurde von einer Aussaat im Herbst abgesehen, stattdessen wurde die Aussaatstärke des Erdklee auf 60 kg/ha verdoppelt, was zu einer besseren Etablierung beitrug.

Nach der Etablierung der drei Bewirtschaftungsvarianten, ein bis zwei Wochen vor der Pflanzung wurden auf allen Versuchsflächen die Pflanzreihen mit Hilfe der StripTill-Maschine gezogen. Gleichzeitig wurde auf Basis der analysierten Düngebedarfsermittlung Dünger in Form von Schafswollpellet oder Hornspäne in den Boden als Unterfußdüngung eingebracht. Die in den ersten beiden Projektjahren verwendeten Schafswollpellets führten zu erheblichen Verstopfungen der StripTill-Maschine, welche vor Ort händisch gelöst werden mussten. Um dies zu umgehen, wurden im dritten Versuchsjahr Hornspäne als Düngemittel verwendet. Dies führte zu einer Reduzierung der Verstopfungen, wodurch die Ausbringung des Düngers während des Reihenziehens weniger störanfällig war.

Im dritten Projektjahr wurden zwei verschiedene Pflanzmaschinen, eine vierreihige Accord sowie eine Speedy (Weremczuk Patryk 2) Pflanzmaschine in den drei Bewirtschaftungsvarianten auf getestet. Zusätzlich wurden zwei unterschiedliche Arten von Jungpflanzen während der Projektlaufzeit (Erdpresstöpfe im Jahr 2022 und Speedys in den Jahren 2023,2024) getestet. Bei den Erdpresstöpfen handelt es sich um Jungpflanzen mit mehr Aufzuchtsubstrat und kürzeren Wurzeln, im Vergleich zu den Speedy Jungpflanzen. Es konnte kein Unterschied hinsichtlich der getesteten Maschinen sowie Jungpflanzen in Bezug auf die Handhabung mit dem StripTill-Verfahren evaluiert werden.

Um die Auswirkungen der drei verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten auf die Bodentemperatur und -feuchtigkeit kontinuierlich über die Saisons hinweg untersuchen zu können, wurden jeweils drei TDR-Sonden pro Bewirtschaftungsvariante in den Versuchsfeldern des IGZ und der Betriebe installiert. Zur Bestimmung der Erntemengen wurden in jeder Bewirtschaftungsvariante aus den zwei mittleren Pflanzreihen je 10 Pflanzen entnommen und das Erntegut und die Erntereste getrennt voneinander gewogen. Es von den geernteten Pflanzen, 5 Pflanzen zufällig gewählt und auf ihre Nährstoffzusammensetzung untersucht. Hierfür wurden sie kleingeschnitten und als Mischproben getrocknet, gemahlen und später im Labor deren Gehalte an N und C ermittelt.

4.4. Auswertung und Präsentation der Feldversuche

Die Auswertung der Feldversuchsdaten erfolgte kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit (Meilenstein 7, 13, 21). Für die Analyse der Auswirkungen der Bewirtschaftungsvarianten auf Bodentemperatur und -feuchtigkeit, wurden die gewonnen TDR-Sondendaten nach wissenschaftlichen Standards untersucht und miteinander verglichen. Außerdem wurde der Einfluss auf den Ertrag der Gemüsekulturen untersucht. Zusätzlich bot die Analyse der Nmin Gehalte

des Bodens sowie der N – Gehalte des Erntegutes und Erntereste einen weiteren Anhaltspunkt zur Auswirkung der Bewirtschaftungsvarianten auf die N-Ausnutzung durch die Kulturen. Die Ergebnisse aus den jeweiligen Projektjahren wurden der OG vorgestellt und gemeinsam wurden etwaige Anpassungen diskutiert.

Die ausgewerteten Ergebnisse aus dem ersten Projektjahr wurden der OG auf dem 3. OG Treffen im Frühjahr 2023 präsentiert (Meilenstein 8). Auf Grund, der nicht hinreichende Biomassenproduktion des Grünroggens, konnte eine nicht ausreichend dicken Mulchschichtdecke in der Roggenmulchvariante etabliert werden. Hierfür wurde als mögliche Anpassung eine Saatgutmischung aus Grünroggen und Wintergrünfuttererbse diskutiert, welche im Herbst 2022 ausgebracht wurde. Zusätzlich konnte kein ausreichend dichter Erdkleebestand in der Lebendmulchvariante etabliert werden. Für eine bessere Etablierung wurde bereits im Herbst 2022 der Erdklee für die Saison 2023 ausgesät. Durch die nicht ausreichend dicke Mulchschicht sowie den nicht hinreichend dichten Erdkleebestand konnte in beiden Varianten keine ausreichende unkrautunderdrückende Wirkung erzielt werden. Durch den erhöhten Unkrautdruck und der einhergehenden Verunkrautung dieser zwei Bewirtschaftungsvarianten, konnten keine aussagekräftige Ergebnisse der Bodenparameter und Ernteerträge erzielt werden. Um in der zweiten Saison aussagekräftige Ergebnisse zu generieren, wurden innerhalb der OG eine Reduzierung der angebauten Kulturen von: Sellerie, Weißkohl und Porree auf ausschließlich Sellerie beschlossen. Auf den Exaktversuchen wurde neben dem Sellerie zusätzlich noch Weißkohl in den beiden kommenden Jahren angebaut.

Die reduzierte Flächengröße sowie Anzahl der angebauten Kulturen führten zu einer verbesserten Bewirtschaftung der Versuchsflächen auf den Betrieben. Allerdings erweis sich die Etablierung der Mulchvarianten auch im zweiten Projektjahr auf den Flächen der Praxisbetriebe als nicht ausreichend. Die Auswertung des Feldversuchs (Meilenstein 13) verdeutlichte, dass der vorgezogene Aussaatzeitpunkt des Erdkleees nicht zu einer Steigerung der Etablierung beigetragen hat. Deshalb war eine neue Aussaat im Frühjahr vonnöten. Im dritten Jahr wurde dementsprechend eine Erhöhung der Aussaatstärke für den Erdklee beschlossen.

Die Anpassungen in den Mulchvarianten führten im dritten Jahr v.a. auf einem Praxisbetrieb zu einer erheblichen Verbesserung der Mulchetablierung. Dadurch konnten in diesem Jahr die Auswertung der Daten zu einer verbesserten Datengrundlage für die Auswertung der Bewirtschaftungsvarianten auf die Bodenparameter und Ernteerträge führen.

4.5. Optimierung des kombinierten Strip-Till und Strip-Plant Verfahrens

Für eine kontinuierliche Evaluierung des Gesamtprozesses wurden über die Projektlaufzeit die Ergebnisse der Vorsaison ausgewertet und der OG präsentiert. Auf Grundlage der Ergebnisse wurden Verfahrensanpassungen diskutiert und in der neuen Saison implementiert (siehe Kapitel 4.4.). Als Basis für ein gemeinsames Verständnis des Gesamtprozesses dienten die im Co-Creation-Workshops (Meilenstein 5) definierten Themen, welche über die Projektlaufzeit evaluiert werden sollten und in einer abschließenden Bewertung diskutiert werden (siehe Kapitel 5.1). Während des von agrathaer konzeptionierten und durchgeführten Co-Creation-Workshops wurden folgende Themen von der OG priorisiert:

1. Inwieweit kann durch die Etablierung der Roggenmulchvariante das Wasser zur Bewässerung eingespart werden?
2. Inwieweit kann die Etablierung der Mulchvarianten zu einer Unkrautdruckreduzierung beitragen?
3. Kann durch die Etablierung der Mulchvarianten der Arbeitsaufwand für die Bewirtschaftung reduziert werden?

Neben den Anpassungen der Bewirtschaftung innerhalb der Bewirtschaftungsvarianten (siehe Kapitel 4.3, 4.4) wurden Anpassungen an der Strip-Till Maschine vorgenommen, um den Anforderungen im ökologischen Gemüseanbau gerecht zu werden. Hierfür wurde der Düngemitteltank, welcher vom Werk aus als Fronttank vor dem Schlepper installiert wird, auf die StripTill-Maschine installiert. Dadurch soll der Transportweg des Düngemittels vom Düngertank über

Schläuche bis hin zu den Düngerlanzen verkürzt werden. Dies ist v.a. im ökologischen Gemüsebau relevant, da der Stickstoffgehalt organischer Düngemittel im Vergleich zum mineralischen Düngemittel geringer ist. Auf Grund des geringeren Stickstoffgehalts muss dementsprechend eine größere Menge an Düngemittel vom Düngertank über die Schläuche ausgebracht werden. Der Luftstrom innerhalb der Maschine ist für diese große Transportmenge nicht ausgelegt. Durch die Verkürzung des Transportweges innerhalb der Maschine konnte dem entgegengewirkt werden. Vom Werk aus wird das Düngemittel über 8 Schläuche zu den Düngerlanzen transportiert. Diese wurden zu 4 Düngeschläuchen mit vergrößertem Durchmesser zusammengeführt. Trotz vergrößerten Durchmessers der Düngerschläuche kam es in den ersten zwei Projektjahren durch die Verwendung von Schafwollpellets zu erheblichen Verstopfungen bei dem Streifenzeihen mit gleichzeitiger Düngerablage. Daher beschloss die OG im dritten Jahr auf Hornspäne als Düngemittel umzusteigen. Auf Grund der runden Form der Hornspäne konnten die Verstopfungen vorgebeugt werden und es kam nur noch vereinzelt zu Verstopfungen.

4.6. Demonstrationsveranstaltungen

Das Format der Demonstrationsveranstaltungen sollte primär den Wissenstransfer zwischen den Praktikern und dem interessierten Fachpublikum fördern. Es waren zwei Demonstrationsveranstaltungen geplant, wovon eine durchgeführt worden ist (Meilenstein 14). In dieser Veranstaltung wurden das Verfahren sowie die potenziellen Vorteile der einzelnen Bewirtschaftungsmethoden vor Ort vorgestellt und demonstriert. Diese Demonstrationsveranstaltung wurde in einem Fernsehbeitrag von regioTV medial aufbereitet und in einem 3-minütigen Beitrag veröffentlicht. In der zweiten Demonstrationsveranstaltung (Meilenstein 19) war eine Präsentation der Projektergebnisse aus den ersten zwei Projektjahren angedacht. Die gravierenden Schwierigkeiten im ersten Projektjahr resultierten in Verfahrensanpassungen, welche in den beiden folgenden Projektjahren implementiert worden sind. Auf Grund der fehlenden Daten aus dem ersten Projektjahr und dem Optimierungsbedarf aus dem zweiten Projektjahr kam es zu der Entscheidung der OG Mitglieder, den Termin der zweiten Demonstrationsveranstaltung vom 2. in das 3. Quartal des letzten Projektjahres zu verlegen (Meilenstein 19). Die Hoffnung bestand darin, dass die Verfahrensanpassungen zu repräsentativen Ergebnissen führen, welche dem Fachpublikum präsentiert werden, kann. Durch die fehlende Teilnahme an der BIOFACH (Meilenstein 18) sollte eine kombinierte Veranstaltung im Rahmen der BÖL-Seminarreihe zur Orientierung- und Einführung in den Ökolandbau sowie dem Praxis-Dialog-Formates „Landwirtschaft im Dialog“ (koordiniert vom Landesbauernverband Brandenburg (LBV) und dem Institut für Lebensmittel- und Umweltforschung e.V. (ILU)) organisiert und durchgeführt werden. Ziel der Kombination verschiedener Veranstaltungsformate war es, eine größere Reichweite zu generieren. Die Ausgestaltung dieser kombinierten Veranstaltung wurde zunächst von Seiten des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft abgelehnt. Eine erneute Ausarbeitung in Kooperation mit dem LBV und ILU fand keine Zustimmung innerhalb der OG. Von einer erneuten terminlichen Verschiebung der Veranstaltung wurde auf Grund der hohen betrieblichen Arbeitslast während den Herbstmonaten und der damit geringen Anzahl an erwarteten Teilnehmenden abgesehen.

4.7. Präsentation/ Publikation der wissenschaftlichen Ergebnisse

Die wissenschaftlichen Ergebnisse konnten v.a. auf drei überregionale Veranstaltungen wie die 56. Gartenbauwissenschaftliche Jahrestagung 2024 (Meilenstein 27) oder der 16. und 17. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau präsentiert werden. Zusätzlich wurden die Ergebnisse des Exaktversuchs aus den ersten beiden Projektjahren in einem wissenschaftlichen Artikel (DOI: 10.5288/dgg-pr-12-07-kh-2024) veröffentlicht (Meilenstein 23). Die Auswertung der Daten über die letzten zwei Projektjahre hinweg wurden in einem Artikel im Journal Plant and Soil im Dezember 2024 eingereicht.

4.8. Abschließende Auswertung und Anfertigung des Endberichtes

Innerhalb der Projektlaufzeit kam es zu Anpassungen in Bezug auf die Vorgehensweise innerhalb der verschiedenen Bewirtschaftungsvarianten sowie maschinelle Anpassung der StripTill-Maschine. Diese Anpassungen führten zu einer verbesserten Etablierung der Mulchvarianten und schlussendlich zu einer besseren Datengrundlage zur abschließenden Auswertung. Nichts desto trotz fehlen auf Grund der Schwierigkeiten während den ersten beiden Projektjahren eine Bewertung über mehrere Saisons. Die Erstellung des Endberichtes erfolgte nach Abschluss der Projektlaufzeit im Februar 2025 (Meilenstein 25).

5. Projektergebnisse

5.1. Nmin Gehalte im Boden

Ein Untersuchungsaspekt des Projektes war die Auswirkung der Bewirtschaftungsvarianten auf die Nmin-Gehalte des Bodens. Um den Ausgangsgehalt in den beiden Bodentiefen (0-30cm, 30-80cm) zu ermitteln, wurden Bodenproben zu Beginn einer jeweiligen Saison analysiert (Tabelle 2). Diese Werte dienten ebenfalls zur Düngerbedarfsermittlung, anhand derer sich die ausgebrachte Düngemittelmenge auf die jeweiligen Standorte berechnen ließ. Zusätzlich wurden über die Saison weitere Proben genommen, um die N-Verfügbarkeit für die Kulturen während ihres Wachstums in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten zu untersuchen. Die Probenahme zum Erntetermin sollte Auskunft über die pflanzliche Aufnahme liefern und ein mögliches Auswaschungspotenzial abschätzen können.

Allgemein waren die Nmin-Werte im Oberboden (0-30cm) höher im Vergleich zum Unterboden (30-60cm). In der Saison 2022 wurden am IGZ im Oberboden in der Mulch- und Kontrollvariante ähnliche Nmin-Werte in beiden Kulturen ermittelt. Einzig in der Kleevariante zeigten sich starke Unterschiede innerhalb der Kulturen. Sowohl der Weißkohl und als auch der Erdklee haben über die Saison hinweg Stickstoff aufgenommen und sorgen somit für eine Reduktion des Nmin-Gehalts. Diese Unterschiede konnten im Unterboden nicht nachgewiesen werden. Zur Ernte hin reduziert sich der Nmin-Gehalt in allen Varianten und Kulturen, mit einer tendenziellen geringeren Abnahme in den Selleriekulturen. Beide Kulturen haben die gleiche Menge N-Dünger erhalten, jedoch hat der Weißkohl einen höheren N-Bedarf, wodurch sich die erhöhte Nmin-Abnahme im Weißkohl erklären lässt. In der Saison 2023 hat der Weißkohl bereits im Sommer schon mehr N aufgenommen als der Sellerie zum gleichen Zeitpunkt. 2024 wurde sogar eine Erhöhung der Nmin-Werte in der Mulchvariante zwischen Sommer (in der Saison) und Ernte im Weißkohl festgestellt. Der Dünger (Hornspäne) war zur Messung im Sommer vermutlich noch nicht vollständig pflanzenverfügbar und wurde zur Ernte hin mineralisiert. Auch war der Erntezeitpunkt 2024 früher als im Vorjahr, so dass der Weißkohl vermutlich nicht die ganze ihm zur Verfügung stehende Menge an Dünger aufnehmen konnte, wodurch sich die hohen Nmin-Gehalte im Weißkohl erklärt.

Tabelle 2: Übersicht des mittleren pflanzenverfügbaren Stickstoffes mit Standardabweichungen (mineralischer N) in kg/ha für die unterschiedlichen Zeitpunkte innerhalb Saison 2022, 2023, 2024 in den unterschiedlichen Bodentiefen (0-30cm, 30-60cm) und Bewirtschaftung

	Vor Düngung	In der Saison		Nach Ernte	
		Weißkohl	Sellerie	Weißkohl	Sellerie
2022					
0-30cm					
Mulch	5,42	56,75 ± 16,69	57,33 ± 25,26	17,5 ± 10,23	25,75 ± 24,54
Klee	17,72	25,92 ± 10,45	79,17 ± 36,82	12,75 ± 11,43	17,75 ± 2,95
Kontrolle		52,17 ± 26,19	59,58 ± 27,95	15,75 ± 12,4	22 ± 18,75
30-60cm					
Mulch	3,02	27,92 ± 10,25	26,92 ± 6,88	6 ± 2,74	12 ± 6,67
Klee	3,61	20,83 ± 6,53	25 ± 8,87	6,25 ± 2,28	5,25 ± 1,3
Kontrolle		31,83 ± 32,37	17,58 ± 10,71	5,75 ± 3,7	11 ± 2,55
2023					
0-30cm					
Mulch	4,20	72,76 ± 31,76	141,83 ± 25,06	28,65 ± 20,71	23,35 ± 14,39
Klee	12,05	70,32 ± 41,34	113,58 ± 40,65	29,9 ± 24,89	27,5 ± 11,6
Kontrolle		72,93 ± 35,69	98 ± 42,95	61,65 ± 54,44	60,25 ± 48,35
30-60cm					
Mulch	1,30	38,2 ± 12,29	70,8 ± 18,7	6,93 ± 2,19	26,22 ± 26,31
Klee	5,96	40,76 ± 7,84	54,24 ± 8,79	6,04 ± 1,94	17,97 ± 7,76
Kontrolle		43,35 ± 9,18	68,31 ± 26	8,35 ± 5,4	47,16 ± 23,12
2024					
0-30cm					
Mulch	6,76	28,31 ± 16,04	139,14 ± 83,07	72,39 ± 42,11	46,28 ± 34,89
Klee	30,79	60,46 ± 40,81	68,47 ± 23,41	16,85 ± 7,26	18,24 ± 8,83
Kontrolle		86,26 ± 69,8	175,07 ± 68,86	30,42 ± 25,55	29,32 ± 6,9
30-60cm					
Mulch	3,02	18,54 ± 5,63	37,88 ± 13,19	5,33 ± 0,71	24,16 ± 13,12
Klee	3,23	22,55 ± 8,32	37,88 ± 22,74	6,91 ± 1,24	17,82 ± 8,08
Kontrolle		31,7 ± 11,41	61,72 ± 22,39	11,97 ± 10,06	44,5 ± 20,48

Auf den drei Praxisbetrieben zeigen die N_{min} Werte über die drei Projektjahre einen typischen Jahresverlauf (siehe Abbildung 6). Vor der Düngung im Frühjahr sind die Gehalte sehr gering, wobei in Weggun immer die höchsten Werte analysiert worden sind. Dies liegt vermutlich an einer erhöhten N_{min} Verfügbarkeit auf Grund des hohen Gehaltes an organischer Substanz an diesem Standort. Die Düngergabe führte zu einer Erhöhung des N_{min}-Gehaltes, welcher über die Saison hinweg der Kulturpflanze zur Verfügung stand. Die N_{min}-Werte in der Mulchvariante waren in allen Projektjahren und an allen Standorten reduziert. Zur Ernte haben die Kulturen den Großteil an verfügbarem N aufgenommen, wodurch die N_{min} Gehalte im Boden reduziert worden sind. Allgemein gilt, Werte über 50 kg/ha bergen das Risiko von N Auswaschungen während des Winters.

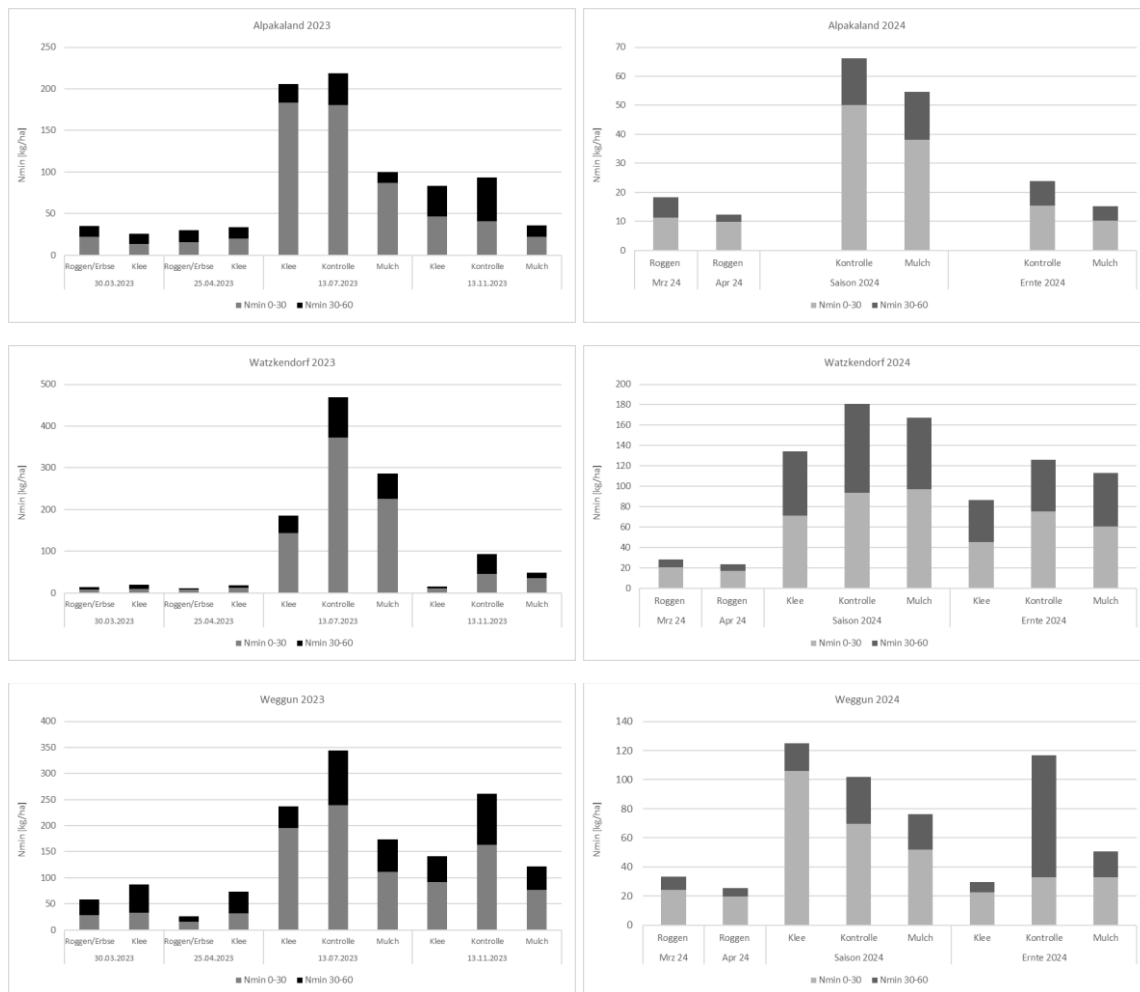


Abbildung 6: Pflanzenverfügbare Stickstoff (mineralischer N) in kg/ha zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb Saison 2023 und 2024 in den unterschiedlichen Bodentiefen (0-30cm, 30-60cm) und Bewirtschaftungsvarianten auf den drei Betrieben

5.1.2. Auswirkung auf Bodenfeuchtigkeit

Zusätzlich sollten die Auswirkungen auf die Bodenfeuchtigkeit untersucht werden. Hierfür wurden TDR-Sonden in 25cm Bodentiefe in jeder Bewirtschaftungsvariante installiert, um eine kontinuierliche Messung der Bodenfeuchtigkeit über die Saison hinweg zu gewährleisten. Im Jahr 2022 zeigen die Jahresverläufe der Bodenfeuchte in 25 cm Tiefe unterschiedliche Größen für die drei Varianten an allen vier Standorten (siehe Abbildung 7). Auf den Flächen in Watzkendorf wurden die höchsten Bodenfeuchtigkeitswerte in der Mulchvariante gemessen, gefolgt von der Lebendmulch- (Klee) und Kontrollvariante. Diese Reihenfolge wurde auf den anderen Flächen nicht detektiert. In den Flächen von Alpakaland, Weggun und dem IGZ wurden die höchsten Werte in der Kontrollvariante, gefolgt der Mulch- und der Lebendmulchvariante (Erdklee) gemessen.

In der Folgesaison (2023) wurde dieser Trend nur auf den Flächen in Watzkendorf gemessen (siehe Abbildung 8). Insgesamt zeigte sich keine einheitliche Auswirkung der Bewirtschaftungsvarianten in der Saison 2023. Im Letzten Versuchsjahr (2024) kam es auf den Versuchsfeldern in Weggun auf Grund von technischen Schwierigkeiten sowie dem Herausziehen der installierten TDR-Sonden zu einer lückenhaften Datengrundlage. Daher fehlt die Darstellung der Daten aus Weggun für das Jahr 2024 (siehe Abbildung 9). Für die Versuchsfelder in Watzkendorf und Alpakaland wurden die höchsten Bodenfeuchtigkeitswerte in der Mulchvariante, gefolgt von der Kontroll- und Erdkleevariante gemessen. Allgemein wurden auf allen

Standorten in der Erdklee-Variante die geringsten Bodenfeuchtigkeitswerte gemessen (siehe Abbildung 8,9).



Abbildung 7: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2022 an allen vier Standorten

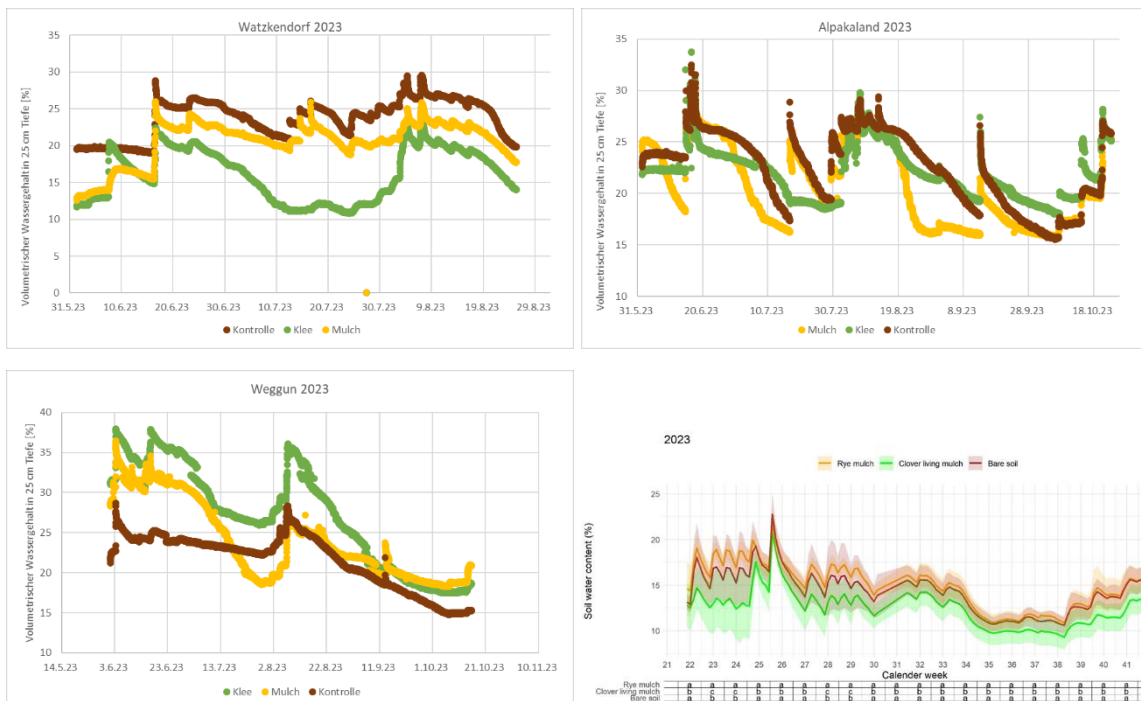


Abbildung 8: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2023 an allen vier Standorten

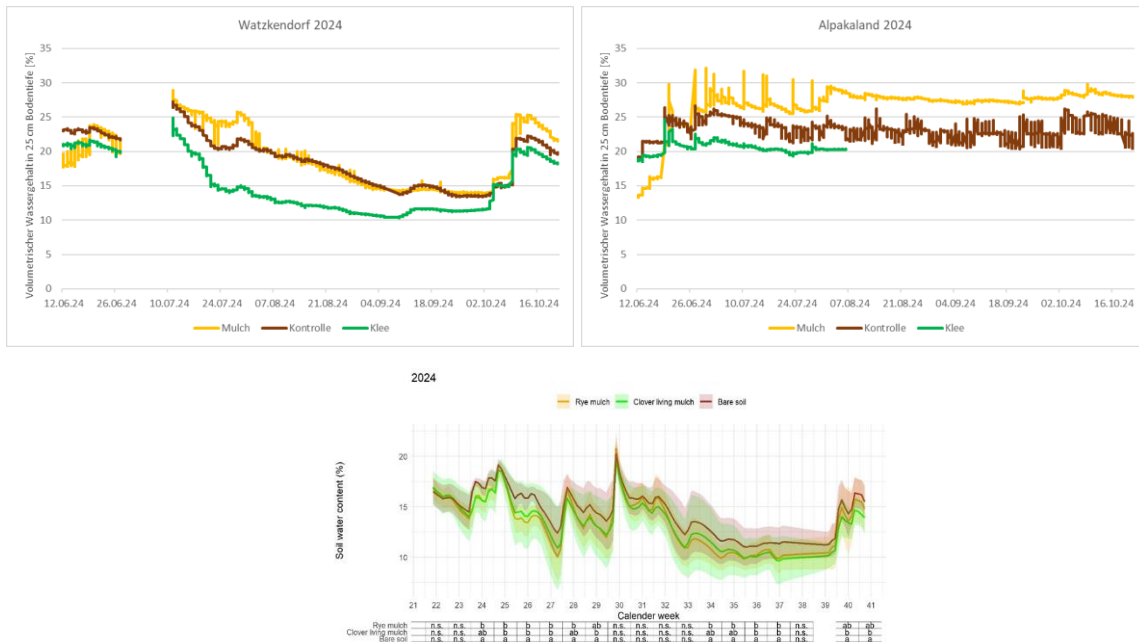


Abbildung 9: Bodenfeuchtigkeit in 25 cm Tiefe während der Saison 2024 an drei Standorten

5.1.3. Auswirkung auf Bodentemperatur

Die folgenden drei Abbildungen (Abbildung 10-12), zeigen die Ergebnisse der Messungen der Temperaturverläufe während der Wachstumsperiode der Gemüsekulturen. Allgemein konnten in allen drei Projektjahren tendenziell höhere Bodentemperaturwerte in der Kontrollvariante nachgewiesen werden. Auch die Tagesschwankungen sind in der Kontrolle stärker ausgeprägt. In der Saison 2022 wurden die niedrigsten Werte in der Erdkleevariante gemessen. Im Verlaufe der Saison und mit Abbau der Mulchschicht wurde die temperaturmindernde Wirkung der Mulchschicht reduziert und näherte sich dem Temperaturverlauf der Kontrollvariante an (siehe Abbildung 10). In der Saison 2023 führte die gute Erdkleetablierung auf den Flächen des IGZ zu einer erneuten temperaturunterdrückenden Wirkung, welche auf den Flächen der Praxisbetriebe nicht nachgewiesen werden konnte (siehe Abbildung 11). In der Saison 2024 wurde auf Grund der fehlenden Etablierung des Erdkleebestandes die Fläche in Alpakaland umgebrochen. Trotz gutem Erdkleebestand konnte die abkühlende Wirkung auf die Bodentemperatur in der Saison 2024 nicht auf den Versuchsflächen des IGZ, aber auf den Flächen der Gärtnerei Watzkendorf nachgewiesen werden (siehe Abbildung 12).



Abbildung 10: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2022 an allen vier Standorten

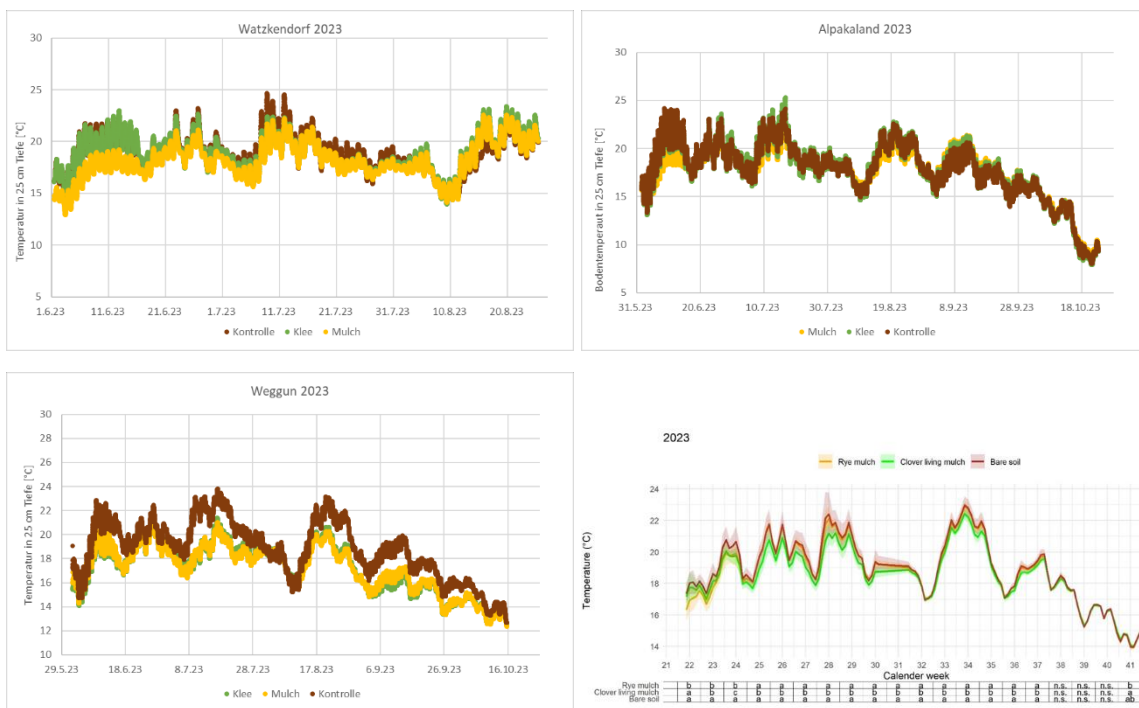


Abbildung 11: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2023 an allen vier Standorten

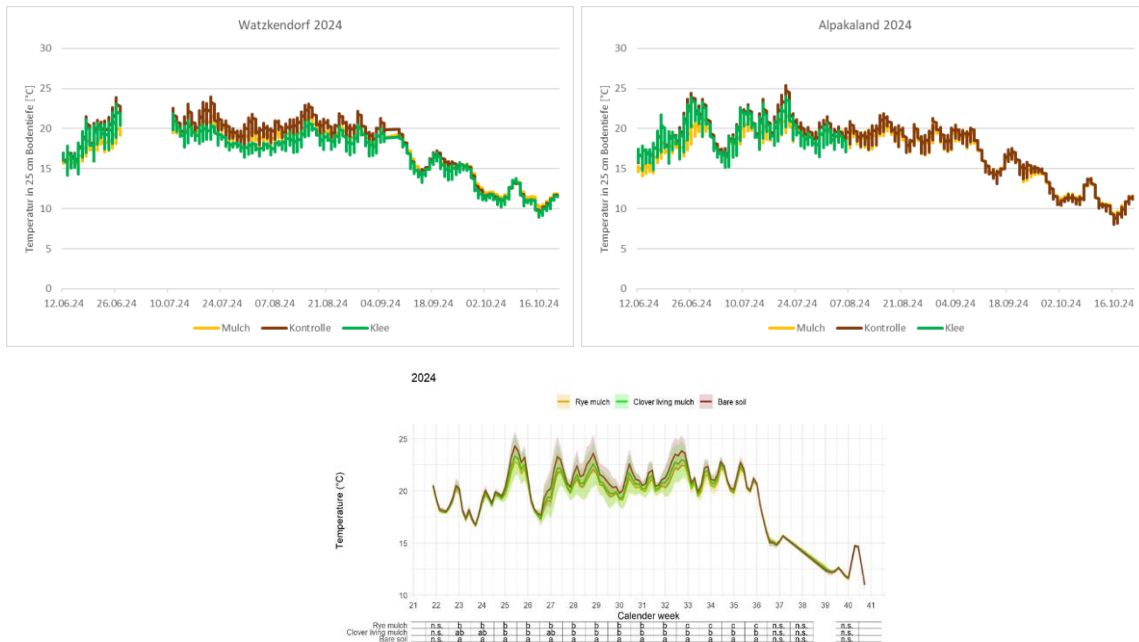


Abbildung 12: Bodentemperatur in 25 cm Tiefe während der Saison 2024 auf drei Standorten

5.1.4. Auswirkung auf die Aufwuchsmenge der Zwischenfrucht und Erträge

Um die Etablierung der Mulchschicht evaluieren zu können wurde die oberirdische Biomasse des Grünroggens bzw. der im zweiten Projektjahr ausgebrachten Saatmischung (Grünroggen und Wintergrünfuttererbse) kurz vor dem Mulchen bestimmt (siehe Tabelle 3). Insgesamt waren die Aufwuchsmengen für den Roggenmulch sowohl innerhalb der drei Jahre als auch zwischen den Standorten sehr unterschiedlich. Die Aufwuchsmenge in Trockenmasse schwankte zwischen 11 und 44 dt/ha. Die niedrigsten Aufwuchsmengen wurden auf den Flächen des IGZ, mit Ausnahme von 2023, gemessen. Die höchsten Mengen wurden, abgesehen von 2023, auf den Flächen von Alpakaland gemessen. In Watzkendorf sind die Trockenmassen in den ersten zwei Projektjahren höher als im letzten Jahr. Durch eine gute Terminierung des Mulchzeitpunktes konnte trotz geringer Aufwuchsmenge in Watzkendorf in der Saison 2024 eine zufriedenstellenden Mulchschicht zwischen den Pflanzreihen etabliert werden.

Tabelle 3: Übersicht der Aufwuchsmenge (Frischmasse = FM, Trockenmasse = TM) der Zwischenfrucht vor dem Mulchen auf den verschiedenen Standorten für die Saison 2022, 2023, 2024.

Zwischenfrucht	Aufwuchs FM [dt/ha]			Aufwuchs TM [dt/ha]		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Watzkendorf	127,20	193,50	145,60	29,26	29,69	22,34
Weggun	102,40	169,48	151,00	21,83	24,61	21,93
Alpakaland	134,00	154,02	228,00	31,41	28,22	41,78
IGZ	64,60	250,69	92,20	11,52	44,72	16,45

Im ersten Projektjahr wurden auf den Versuchsfeldern drei Gemüsekulturen angebaut: Porree, Weißkohl und Sellerie (siehe Abbildung 13). Auf Grund der Herausforderung bei der Bewirtschaftung der betrieblich nicht etablierten Anbauvarianten sind diese Ertragsdaten der Praxisbetriebe nicht aussagekräftig. Auf den Flächen des IGZ lagen die Sellerieerträge 2022 unterhalb des Durchschnitts. Im Gegensatz dazu waren die erzielten Erträge für Weißkohl und Porree vergleichbar mit denen des ökologischen Anbaus in Deutschland. Die Reduzierung der Flächengröße sowie Anzahl der angebauten Kulturen führte in den folgenden zwei Projektjahren zu gesteigerten Erträgen (Abbildung 14,15). Die höchsten Erträge wurden auf den Flächen

der Praxisbetriebe in der Kontrollvariante erzielt. Auf den Flächen des IGZ waren die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten innerhalb der beiden Kulturen nicht so stark ausgeprägt. Im dritten Projektjahr (2024) führte der dichte Erdkleebestand zwischen und in den Pflanzreihen auf der Versuchsfläche der Gärtnerei Watzkendorf zu erheblicher Ertragsminderung (Abbildung 15). Dieser Effekt war auf den anderen Flächen nicht so stark ausgeprägt. Insgesamt wurden auch im letzten Jahr die höchsten Erträge in der Kontrollvariante erzielt.



Abbildung 13: Erträge für Porree, Weißkohl und Sellerie 2022

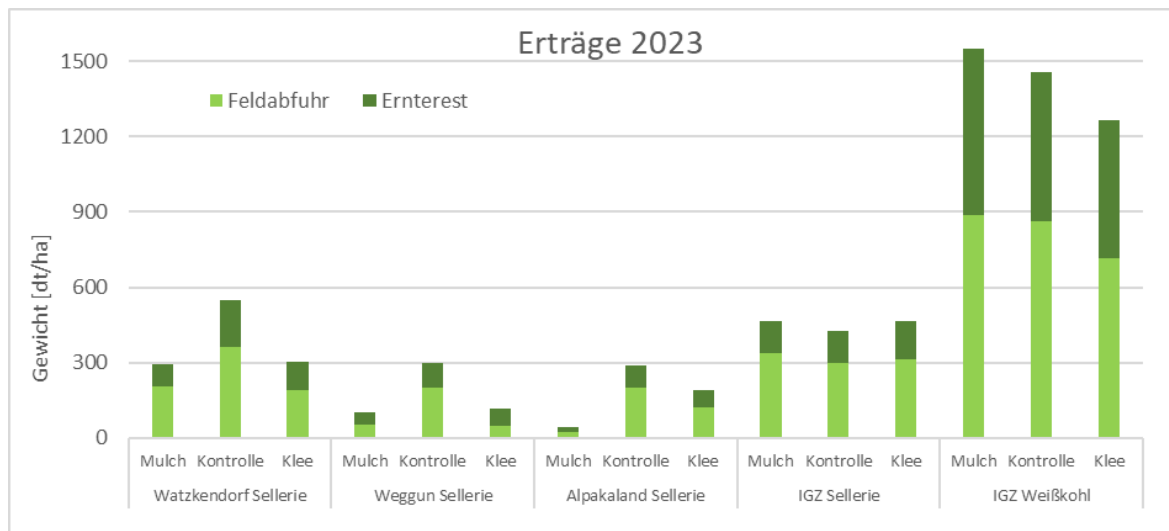


Abbildung 14: Erträge für Weißkohl und Sellerie 2023

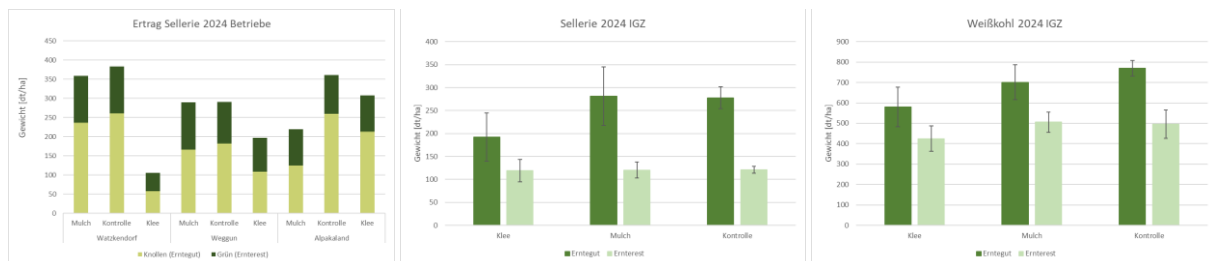


Abbildung 15: Erträge für Weißkohl und Sellerie 2024

5.1.2. Technische Anpassung der Maschine und Verfahren

Gemeinsam mit den Praxispartnern wurden die maschinellen Anpassungen diskutiert. Grundsätzlich ist für die Auswahl der Grubberzinken und Andruckwalzen bei dem StripTill-Gerät die Bodenbeschaffenheit ausschlaggebend. Je geringer der Ton- und Lehmgehalt ist, desto besser lassen sich die Streifen ziehen und umso leichter kann das Pflanzbett vorbereitet werden. Jedoch kann es zu Bildung von kleineren Dämmen am Rand der Streifen kommen, die zu einer verminderten Pflanzqualität führen können. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, diese Dämme mit dem Einsatz einer Walze, entweder vor dem Schlepper der Pflanzmaschine oder als extra Arbeitsschritt, abzuflachen. Je höher der Ton- und Lehmgehalt ist reicht ein einmaliges Ziehen der Streifen für eine optimale Pflanzvorbereitung nicht aus. Es kann zur Schollenbildung kommen, welche hinderlich für die anschließende Pflanzung sein kann.

Eine weitere maschinelle Anpassung ist die Platzierung der Dosiereinheit des Düngers sowie Anpassungen der Düngerschläuche, welche die erhöhte Ausbringungsmenge von ökologischem Düngemittel gewährleistet. Eine detaillierte Beschreibung ist in Kapitel 4.5 beschrieben.

Die zunächst im Projekt verwendeten Schafwollpellets verkanteten sich in den Düngerschläuchen und führten zu erheblichen Verstopfungen, welche händisch behoben werden mussten. Die ebenfalls getesteten Hornspäne reduzierten auf Grund ihrer Form das Risiko. Trotzdem konnte auf Grund der unterschiedlichen Klee Fließeigenschaften gegenüber anderen Düngemitteln eine unterschiedliche Düngerverteilung innerhalb der Pflanzreihen festgestellt werden. Für eine gleichmäßige Düngezufuhr wird von einem Praxispartner empfohlen den Dünger in 60-70% als Unterfußdüngung und 40-30% als oberflächliche Düngung aufzuteilen.

Es konnte gezeigt werden, dass das StripTill-Verfahren mit betriebsüblichen Pflanzmaschinen kombinierbar ist. Zusätzlich wurden unterschiedliche Jungpflanzen: Erdpresstöpfchen und sogenannte Speedys verwendet. Für das Pflanzergebnis war die Auswahl der Jungpflanzen

jedoch nicht ausschlaggebend. Vielmehr ist der Pflanzzeitpunkt direkt nach dem Streifenziehen vom Vorteil. Zum einen kann die vorhandene Bodenfeuchte vorteilhaft für das Anwachsen der Jungpflanzen sein. Zum anderen kann durch eine zeitnahe Pflanzung verhindert werden, dass der Boden oberflächlich austrocknet und sich harte Kluten bilden. Der zeitnahe Pflanzzeitpunkt nach dem Streifenziehen ist besonders für die Roggenmulchvariante relevant, da ansonsten die organische Auflage den Pflanzstreifen bedecken könnte und dadurch eine schlechtere Pflanzqualität gewährleistet werden kann.

5.1.3. ungelöste Fragestellung

Die zunächst im Projekt verwendeten Schafswollpellets führten zu erheblichen Verstopfungen innerhalb der Düngerschläuche. Diese konnte durch die Nutzung von Hornspänen reduziert werden, jedoch nicht gänzlich vermieden werden. Daraus ergibt sich die Frage, welche Form und damit einhergehend Fließeigenschaften der ökologische Dünger haben muss, damit eine Verstopfung innerhalb der Schläuche gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Zusätzlich konnte während des Projektes eine ungleichmäßige Düngerausbringung in den Pflanzreihen festgestellt werden. Dies wird darauf zurückgeführt, dass die Fließgeschwindigkeiten zwischen den im Projekt verwendeten Düngemittel und anderen Düngemitteln unterschiedlich sind. Um eine gleichmäßige Düngerezufuhr zu gewährleisten, wird daher eine Ausbringung von 60-70% als Unterfußdüngung und 40-30% als oberflächliche Düngung von einem Praxispartner empfohlen. Es ergeben sich dementsprechend zwei Fragestellungen. Zum einen, wie muss das Düngemittel beschaffen sein, um eine gleichmäßige Ausbringung zu erzielen und zum anderen zu welchem Zeitpunkt die Überkopfdüngung vorgenommen werden soll.

Trotz unterschiedlicher Aussatzeitpunkte des Erdkleees war die Etablierung eines ausreichend dichten Erkleebestandes in der Lebendmulchvariante auf den Praxisbetrieben nicht immer erreicht worden. Eine gute Saatbettvorbereitung sowie eine nach der Saat anschließenden Bewässerung kann die Etablierung befördern. Die andauernde Durchwurzelung des Bodens durch den Klee wirkt humuserhaltend, außerdem steht der vom Klee aufgenommene N den Gemüsekulturen im Folgejahr zur Verfügung. Allerdings wurden die positiven Aspekte des Erdkleees, wie die N-Bereitstellung für die Folgekultur, der Humuserhalt bzw. -aufbau und verbesserte Infiltrationsraten des Erdkleebestandes innerhalb des Projektes nicht untersucht.

Auf Grund der nicht immer hinreichend dichten Roggenmulchschicht auf den Praxisbetrieben, konnte eine Untersuchung des Wassereinsparpotenzials durch die unterbundenen Evapotranspiration nicht vorgenommen werden. Inwieweit sich dieser Effekt auf eine mögliche reduzierte Bewässerung auswirkt, konnte im Projekt nicht nachgewiesen werden. Ein weiterer Faktor der Etablierung einer Roggenmulchschicht ist die unkrautunterdrückende Wirkung, die allerdings nur im dritten Jahr auf einem Praxisbetrieb hinreichend etabliert werden konnte. Daher fehlt die Datengrundlage für die Auswertung eines möglichen Einsparungspotenzials hinsichtlich des Arbeitsaufwandes in der Unkrautpflege.

5.1.4. Praxisbroschüre

Die im Projekt entstandene Praxisbroschüre soll ein Leitfaden für Landwirte sein, die sich für das Strip-Till-Verfahren interessieren. Neben einer kurzen Vorstellung des Projektes und der involvierten OG Mitglieder fokussiert sich die Broschüre v.a. auf die Vorstellung und Anpassungen des Strip-Till Gerätes und der Handhabung der drei Bewirtschaftungsvarianten. Die beschriebenen Handlungsempfehlungen sind sollen als Anregungen aus der Praxis für die Praxis dienen. Zusätzlich wurden die Auswirkungen der Bewirtschaftungsvarianten auf Erträge, Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit dargestellt. Es handelt sich bei der Praxisbroschüre um ein 30-seitiges Printprodukt, welches sowohl in einer Printversion beim Lead-Partner oder in einer digitalen Version auf der Projektwebseite erhältlich ist.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

Im ersten Projektjahr war die Etablierung von betrieblich nicht bekannten Anbauvarianten und Methoden für die Praxisbetriebe herausfordernd und führte zu nicht aussagekräftigen Ergebnissen. Daher werden im Folgenden nur die Daten aus den beiden letzten Projektjahren (2023 und 2024) diskutiert.

5.2.1. Nmin Gehalte im Boden

Die N-Verfügbarkeit war zu Beginn der Saisons am IGZ und auf den Betrieben erwartungsgemäß niedrig (Tabelle 2 und Abbildung 6). Im Vergleich zu der Lebendmulchvariante (Erdklee) in der Saison 2023 und 2024, wurden niedrigere Nmin-Werte auf den späteren Mulchflächen detektiert, was sich mit der N-Aufnahme des Grünroggens begründen lässt. Die Düngung erfolgte 2023 mit Schafwollpellets, im Jahr 2024 mit Hornspänen. Der Dünger wurde nur in der Pflanzreihe appliziert. Beide organischen Dünger mineralisieren über einen bestimmten Zeitraum, abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit. Die Beprobung in der Saison erfolgte während der Wachstumsphase der Gemüsekulturen. Je nach Wachstumsstadium haben die Gemüsekulturen bereits N aufgenommen. Mit der Beprobung während der Saison kann nur eine Momentaufnahme der N-Dynamik abgebildet werden. Die Ergebnisse dieser Probenahmen während der Saison zeigen erhöhte Nmin Gehalte in der Kontrolle im Vergleich zur Erdklee- und Mulchvariante. Das ist besonders auf den Betrieben in beiden Jahren zu beobachten. Dies könnte auf die Bodenbearbeitung (dem Hacken) in der Kontrollvariante zurückzuführen sein, welche die Mineralisierung von N begünstigt. Im Gegensatz dazu kann die Roggenmulchaufgabe zu einer Immobilisierung von N beitragen. Die geringeren Nmin-Werte in der Erdkleevariante lassen sich v.a. mit der N-Aufnahme des Erdkleees erklären. Ein Mangel an N, welcher eine Nachdüngung erfordert hätte, konnte aber nicht festgestellt werden. Am Ende der Saison, nach der Ernte sollte der verfügbare N von den Pflanzen aufgenommen worden sein. Gehalte von über 50 kg Nmin/ha sollten vermieden werden, da hier das Potential für Auswaschung von N ins Grundwasser besteht. In Watzkendorf war dies 2024 der Fall, in Weggun in beiden Jahren. Die Gemüsekulturen haben den ihnen zur Verfügung stehenden N nicht vollständig aufgenommen. Auf den Versuchsflächen am IGZ kam es 2023 unter Mulch und 2024 in der Kontrolle zu erhöhten Nmin-Restwerten. Grund für die erhöhten Nmin Restwerte könnte zum einen eine zu hohe Düngergabe sein oder zum anderen eine nicht vollständige Mineralisierung des organischen Düngers während des Wachstums der Kulturen. Die Düngergabe könnte in weiteren Untersuchungen reduziert und die Mineralisierung könnte durch regelmäßiges Hacken der Pflanzreihen gefördert werden. Eventuell kann auch der Erntezeitpunkt etwas nach hinten verlagert werden, so dass die Gemüsekulturen zusätzliches N aufnehmen können. Damit die erhöhten Nmin Restwerte nicht zu Auswaschungen des N ins Grundwasser in den Herbst- und Wintermonaten führen können Winterzwischenfrüchte wie z.B. Grünroggen angebaut werden.

5.2.2. Bodenfeuchtigkeit

Die Auswirkungen auf die Bodenfeuchtigkeit innerhalb der zwei analysierbaren Projektjahre waren auf den vier Flächen unterschiedlich. Der erwartete Anstieg der Bodenfeuchtigkeit in der Roggenmulchvariante im Vergleich zur Kontrollvariante konnte 2023 am IGZ und im letzten Projektjahr 2024 in Watzkendorf und Alpakaland beobachtet werden. Dies geht mit einer gut entwickelten Mulchschicht einher. Diese fehlte auf den Betrieben 2023 und am IGZ war die Roggenmulchaufgabe 2024 deutlich geringer als im Vorjahr. Durch eine geringere Mulchaufgabe wird die Evapotranspiration nur reduziert unterbunden, wodurch sich keine Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit nachweisen ließ. Zusätzlich ist zu beachten, dass die TDR-Sonden zu den Messungen der Bodenfeuchtigkeit in einer Tiefe von 25 cm installiert worden ist. Es ist zu vermuten ist, dass direkt unter der Mulchschicht, also in geringeren Tiefen die Auswirkungen der Roggenmulchaufgabe auf die Bodenfeuchtigkeit stärker ausgeprägt ist, dies jedoch nicht detektiert wurde. Im Vergleich dazu wurde die Bodenfeuchtigkeit durch den Lebendmulch

(Erdklee) in beiden Jahren durchgängig reduziert, was auf die Wasseraufnahme des Klees zurückzuführen ist. Besonders deutlich wird dies bei einem gut gewachsenen Erdkleebestand am IGZ 2023 und in Watzkendorf 2024. Diese Wasserkonkurrenz ist in bewässerten Gemüsesystemen zurzeit nicht ausschlaggebend. Dennoch erfordert der fortschreitende Klimawandel und die damit verbundene Verschärfung der Wasserknappheit eine Gestaltung der Produktionssysteme hin zu wassererhaltenden Anbauverfahren.

5.2.3. Bodentemperatur

Hinsichtlich der Auswirkung auf die Bodentemperatur konnte in den zwei Projektjahren 2023 und 2024 keine einheitliche Auswirkung der drei Bewirtschaftungsvarianten festgestellt werden. Dies kann ist v.a. darauf zurückzuführen, dass auf den Praxisbetrieben eine Etablierung der verschiedenen Varianten herausfordernd war und nicht immer zu aussagekräftigen Ergebnissen führte. Erhöhte Werte der Bodentemperatur zeigen sich in der Kontrollvariante in beiden Jahren an allen Standorten. Dieser Effekt ist in den heißeren Wochen der Saison stärker ausgeprägt, zum Ende der Kulturzeit mit sinkenden Temperaturen reduziert sich dieser Effekt. Außerdem waren die Tagesschwankungen in der Kontrollvariante am stärksten ausgeprägt. Diese konnten sowohl durch eine Roggenmulchschicht als auch durch Erdklee abgeschwächt werden. Die niedrigsten Bodentemperaturwerte konnten auf den Flächen der Praxisbetriebe und am IGZ in der Kleevariante analysiert werden. Die Roggemulchvariante führte ebenfalls zu einer Reduzierung der Bodentemperatur im Vergleich zur Kontrollvariante. Sowohl eine Bodenbedeckung mit Erdklee als auch eine Roggenmulchschicht können die Temperaturen im Boden in den Sommermonaten reduzieren. Außerdem schwächen sie starke Tagesschwankungen der Temperatur ab.

5.2.3. Erträge

Die Erträge am IGZ über die beiden Projektjahre waren vergleichbar mit den durchschnittlichen Ertragswerten aus dem ökologischen Gemüsebau in Deutschland. Auf den Praxisbetrieben waren nur in der Kontrollvariante zufriedenstellende Erträge erzielt worden. Die dort beobachteten Ertragsminderungen in den beiden Mulchvarianten können auf Schwierigkeiten bei der Anpassung der Hacktechnik an die Mulchvarianten zurückzuführen sein. Die Unkrautbehandlung in gemulchten Systemen ist für die Landwirte oft arbeitsintensiver und zeitaufwändiger, vor allem, weil sie auf manuelle Unkrautbekämpfungsmethoden angewiesen sind. Eine ertragsmindernde Wirkung durch die Etablierung des Erdkleees war im Kohl am IGZ in der Saison 2023 sowie zusätzlich im Sellerie in der Folgesaison nachweislich ermittelt worden. Ein ähnlicher Trend wurde 2024 in Watzkendorf beobachtet. Diesen Ertragsrückgang führen wir auf die Konkurrenz der Gemüsekulturen und des Erdkleees um Nährstoffe und Wasser zurück.

5.3. Schlussfolgerung

Die Auswertung der Daten des Exaktversuches am IGZ verdeutlichen, dass die Bodenbedeckung mit Mulch zu einer Reduzierung des Unkrautbesatzes in den Zwischenreihen führte. Für eine bessere Etablierung der Zwischenfrüchte und Untersaaten müssen Aussaatzeitpunkte und Zusammensetzungen angepasst werden. Die Bodenbedeckung wurde während der Vegetationsperiode erfolgreich etabliert. Die Gemüseerträge entsprachen dem nationalen Standard im ökologischen Landbau. Allerdings führte die Etablierung des Erdkleebestandes zu Ertragsreduktionen, aufgrund der Konkurrenz um Wasser, Nährstoffe und Licht. Obwohl die Wirkung von Leguminosen nach der Einarbeitung in den Boden nicht untersucht wurde, ist davon auszugehen, dass sie sich positiv auf die Folgekulturen auswirkt, was die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen verdeutlicht.

Auf den Praxisbetriebe führte bereits eine geringe Mulchschichtdicke zu einer Erhöhung der Bodenfeuchtigkeitswerte. Aufgrund der Schwierigkeiten bezüglich der Unkrautregulierung führte dies zu einer Ertragsminimierung innerhalb der Roggenmulchvariante. Die Kombination von Streifenbearbeitung und in situ Mulch ist vor allem im Zuge des Klimawandels eine

vielversprechende Alternative zu betriebsüblichen Anbausystemen. Wie am IGZ wurde durch die Konkurrenzwirkung um Wasser, Nährstoffe und Licht die Erträge in der Erdkleevariante reduziert. Nichtsdestotrotz konnte die abmildernde Funktion des Erdklee auf die Bodentemperatur nachgewiesen werden. Die Konkurrenz zwischen dem lebenden Mulch und der Hauptkultur sollte eingeschränkt werden, z. B. durch verzögerte Aussaat, Mähen oder Unkrautbekämpfung in der Reihe. Die Landwirte schlugen wiederholte Streifenbearbeitung vor, um die Pflanzbettvorbereitung vor dem Gemüseanbau zu verbessern

Das Strip-Till Verfahren an sich wurde von den Praktikern als vorteilhaft eingeschätzt, besonders hinsichtlich der Kombinierbarkeit mit betriebsüblichen Pflanzmaschinen. Strip-Till-Systeme mit Mulchen können einen Beitrag zur nachhaltigen Gemüseproduktion leisten, da Mulche, ob gehäckselt oder lebendig, dem Boden langfristig organische Substanz zuführen und so dem Verlust an organischer Substanz im Boden entgegenwirken. Trotz positiver Auswirkungen auf die Bodentemperatur und Feuchtigkeit wurde die Bewirtschaftung der beiden Mulchvarianten von den Praktikern als herausfordernd beschrieben und führte zur Formulierung von Abbruchkriterien. Voraussetzung für eine ausreichend dicke Mulchschicht mit unkrautunterdrückender Wirkung, ist ein dichter Bestand der Zwischenfrucht. Bei nicht hinreichender Biomassenbildung sollte auf die Etablierung einer Mulchvariante verzichtet werden. Das Risiko der Verunkrautung und dem damit einhergehenden Konkurrenzdruck für die Kulturpflanze wird von den Praktikern als zu hoch angesehen. Zusätzlich ist eine gute Terminierung des Mulchens der Zwischenfrucht um den Zeitpunkt der Vollblüte essenziell, um ein erneutes Austreiben des Grünroggens zu unterbinden. Bei fehlender zeitlicher Abstimmung sollte auf die Mulchvariante verzichtet werden, um negative Auswirkungen auf die Kulturpflanze zu unterbinden.

5.4. Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP-Zielen

Das Projekt ordnet sich in das Leitthema 1 ein: Entwicklung effektiver, umweltgerechter und/oder ökologischer Anbau- und Nutzungsverfahren, Verbesserung der Produktivität der Pflanzenproduktion und des Gartenbaus über standortangepasste Sorten, Düngung und Bodenbearbeitung.

Das Strip-Till Verfahren ist im konventionellen Ackerbau ein weit verbreitetes Verfahren, was auf den ökologischen Gemüsebau übertragen worden ist. Die Bodenbearbeitung reduziert sich auf die zukünftige Pflanzenreihe, der Boden zwischen den Pflanzreihen verbleibt ungestört. Dadurch trägt das Verfahren zu einer nachhaltigen Landwirtschaft bei. Durch die gleichzeitige Düngemittelablage im Boden können Arbeitsschritte miteinander kombiniert werden, wodurch Arbeitskosten reduziert werden. Die Etablierung von Mulchvarianten zwischen den Pflanzreihen trägt wiederum zu einer Verbesserung der Bodenstruktur bei und schützt den Boden vor Erosion durch Wind und Starkregenereignisse. Somit trägt die Kombination aus reduzierter Bodenbearbeitung und der Etablierung von Mulch zu der Entwicklung eines nachhaltigen Anbauverfahrens im ökologischen Gemüsebau bei.

5.5. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Der Einsatz des StripTill-Gerätes mit der gleichzeitigen Unterfußdüngung wird von den Praktikern insgesamt als vorteilhaft angesehen. Trotzdem bedarf es noch weitere Anpassungen bzgl. der Handhabung in den Mulchvarianten, sowie maschinellen Anpassungen, um das Verstopfungsrisiko innerhalb der Düngerschläuche zu minimieren. Für eine Unterdrückung des Unkrautes muss eine ausreichend dicke Roggenmulchschicht bzw. ein ausreichend dichter Erdkleebestand etabliert werden. Bezüglich der Roggenmulchvariante wurden v.a. eine ausreichend dichte Biomassenbildung sowie die Terminierung des Mulchzeitpunktes als Hauptherausforderungen identifiziert. Daher wurden Abbruchkriterien erarbeitet, um ein frühzeitiges Eingreifen zu ermöglichen, um potenzielle negative Auswirkungen auf die Erträge zu minimieren. Trotz der Herausforderungen könnte gezeigt werden, dass eine ausreichend dicke Roggenmulchschicht zu einer Reduzierung des Arbeitsaufwandes bzgl. der Unkrautpflege beitrug. Gemeinsam mit den positiven Auswirkungen auf die Bodenfeuchtigkeit konnte das Potential der Roggenmulchschichtetablierung beschrieben werden.

Die Etablierung des Erdklee stellte die Betriebe vor Herausforderungen und es Bedarf weiterer Forschungsansätze, inwieweit eine verbesserte Kleeetablierung gewährleistet werden kann. Insgesamt wurden die negativen Auswirkungen auf die Erträge, als überwiegen gegenüber den positiven Eigenschaften auf die Bodentemperatur von den Praktikern eingeschätzt.

Das Verfahren wird noch nicht verbreitet im ökologischen Gemüseanbau angewendet. Jedoch stoßt das Thema auf breites Interesse. So wurden auch nach Projektende die gewonnen Erfahrungen und Ergebnisse auf der Grünen Woche im Januar 2025 sowie auf der Gemüsetagung „bionet“ in Österreich im März 2025 präsentiert.

5.6. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Das Ziel, dass Strip-Till-Verfahren vom konventionellen Anbau in den ökologischen Gemüseanbau zu übertragen, ist gelungen. Durch die Modifikation des Düngertankes sowie der Erweiterung des Durchmessers der Düngerschläuche konnte die erhöhte Düngemittelausbringung im ökologischen Anbau gewährleistet werden. Im Projektverlauf wurden zwei verschiedene Düngemittel getestet. Bei den zunächst verwendeten Schafswollpellets kam es zu erheblichen Verstopfungen innerhalb der Düngerschläuche, welche händisch gelöst werden mussten. Dieses Risiko konnte durch die Verwendung von Hornspänen reduziert werden. Die Vorteilhaftigkeit des Verfahrens wurde in der Kontrollvariante durch die Praktiker bestätigt.

Neben den maschinellen Anpassungen an die Bedarfe des ökologischen Gemüsebaus sollten die Anbauverfahren evaluiert werden. Allerdings stellte die Etablierung der Mulchvarianten die Betriebe vor Herausforderungen. Die nicht ausreichend hohe Biomassenproduktion des Grünroggens führte mehrheitlich zu einer zu dünnen Mulchschicht, wodurch die unkrautunterdrückende Wirkung nicht entfaltet werden konnte. Die Etablierung einer ausreichend dichten Erdkleeeschicht für die Lebenmulchvariante war besonders herausfordernd. Es bedarf dafür eine gute Saatbettvorbereitung sowie eine nach der Saat anschließenden Bewässerung. Die Erdkleeetablierung war auf den Betrieben mehrheitlich nicht zufriedenstellend. Auf den Flächen des Exaktversuchs am IGZ konnte jedoch eine dichte Erdkleeetablierung gewährleistet werden. Aufgrund der nicht hinreichenden Etablierung der beiden Mulchvarianten im Projektverlauf konnte eine ökonomische Vorteilhaftigkeit in Bezug auf Unkrautmanagement nicht analysiert werden.

Ein weiteres Projektziel war die Evaluierung einer geeigneten Kombination aus Kultur und Untersaat. Die Verwendung von Erdklee als Untersaat erwies sich auf Grund der niedrigen Wuchshöhe als geeignetste Untersaat. Jedoch konkurriert der Erdkleebestand mit der Kulturpflanze um Nährstoffe, Wasser und Licht, was zu einer Ertragsreduzierung führte. Dieser Effekt wird durch das Hineinwachsen des Erdkleees in die Pflanzreihen verstärkt.

Die im Projekt entstandene Praxisbroschüre dient als Leitfaden für Landwirte. Neben dem Projekterfahrungen und Anpassungen an Maschine und Handhabung der Bewirtschaftungsvarianten sowie deren Auswirkungen auf Bodentemperatur, -feuchtigkeit und Erträge wurden zusätzlich Abbruchkriterien formuliert. Dadurch kann die Praxisbroschüre als Anregung von der Praxis für die Praxis.

5.7. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit und weiterführende Fragestellungen

Insgesamt wurde das StripTill-Verfahren von den Praktikern als positiv bewertet. Insbesondere, da sich das Verfahren mit betriebsüblichen Pflanzmaschinen kombinieren lässt. Auf Grund, der nicht zufriedenstellenden Etablierung der verschiedenen Mulchvarianten auf den Praxisbetrieben konnte, keine ökonomische Analyse vorgenommen werden. Für eine Analyse der ökonomischen Vorteilhaftigkeit bedarf es eine gute Datengrundlage, die in diesem Projekt nicht gewährleistet werden konnte. Zusätzlich könnte eine Nutzung von technisch

unterstütztem Unkrautmanagement die Handarbeit in den Mulchvarianten reduzieren und zu einem zusätzlichen wirtschaftlichen Vorteil für das Verfahren beitragen.

Aus wissenschaftlicher Sicht könnte gezeigt werden, dass die Auswirkungen der Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten nicht signifikant voneinander unterscheiden. Dies könnte u.a. daran liegen, dass die TDR-Sonden in einer Bodentiefe von 25cm installiert sind. Die Auswirkungen der Bewirtschaftungsvarianten auf die untersuchten Faktoren könnten aufgrund der Tiefe reduziert auftreten. Eine Messung der oberen Zentimeter könnte eventuell eine genauere Auflösung der Effekte detektieren.

6. Zusammenarbeit der operationellen Gruppe

Der Zusammenschluss der Operationelle Gruppe wurde in einer Kooperationsvereinbarung festgehalten. Im Arbeitsplan vorgesehen waren 3 Präsenztreffen der Operationellen Gruppe zum Ende jeder Saison und ein Co-Creation-Workshop zu Beginn der Projektlaufzeit. Insgesamt wurden 5 solcher Präsenztreffen durchgeführt in denen der aktuelle Projektstand sowie die Ergebnisse und den daraus resultierenden Anpassungsbedarf diskutiert wurde. Gemeinsam wurde das weitere Vorgehen für die kommenden Saison festgelegt. Neben diesen Treffen fand eine monatliche Telefonkonferenz mit der gesamten Operationellen Gruppe statt, in denen aktuelle Themen besprochen worden sind. Zusätzlich fand ein regelmäßiger Austausch in einem zweiwöchigen Turnus zwischen dem Lead-Partner und dem IGZ statt, um aktuelle Projektergebnisse und die Koordination abzustimmen.

Die Zusammenarbeit der Operationellen Gruppe gestaltete sich in den drei Projektjahren nicht immer als reibungslos. Unterschiedliche Erwartungen und Einschätzungen des Arbeitsaufwandes führten besonders in der ersten Saison zu Missstimmung zwischen den einzelnen Projektpartnern. Daher wurde sich gemeinsam auf die Reduzierung der Flächen und Kulturanzahl für die zweite Saison geeinigt. Zusätzlich konnte der Lead-Partner in einem Änderungsantrag eine Aufwandsentschädigung erwirken, welche die Betriebe für den zusätzlichen Zeitaufwand für das Unkrautmanagements gelten machen konnten.

Für eine ökonomisch, fundierte Analyse der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit war eine gute Datengrundlage vonnöten. Um diese zu gewährleisten, entwickelte der Lead-partner gemeinsam mit den Projektpartnern einen Erfassungsbogen, in dem pro Bewirtschaftungsvariante die einzelnen Arbeitsschritte sowie Betriebsmittel aufgeführt werden sollte. Allerdings wurden diese Erfassungsbögen nicht immer fristgerecht sowie in ausreichender Qualität bei dem Lead-Partner eingereicht.

Jedoch waren alle Beteiligten an einem guten Endergebnis interessiert und waren bemüht die Etablierung der Bewirtschaftungsvarianten und Pflege der Flächen zu verbessern. Dies führte v.a. im dritten Jahr bei einem der drei Praxisbetriebe zu einer guten Etablierung aller Bewirtschaftungsvarianten. Durch den regelmäßigen Austausch konnten trotz etwaige Schwierigkeiten Handlungsempfehlungen in einer Praxisbroschüre formuliert werden.

7. Kommunikations- und Disseminationskonzept

Für die Kommunikation und Dissemination in die Fachöffentlichkeit waren agrathaer, IGZ und FÖL beteiligt. Zusätzlich waren die Praxispartner über die Teilnahme und Durchführung von Feldtagen (Feldtag LFA in Mecklenburg-Vorpommern August 2022, BioStripPlant-Feldtag in Watzkendorf September 2023) und Projektvorstellung während anderen Veranstaltungen auf den Praxisbetrieben (AnpaG-Kohl-Tag auf Bio-Alpakaland September 2024, Sortenfeldtag in Watzkendorf September 2024) an der Verbreitung der Projekterfahrungen und Ergebnissen

beteiligt. Die Öffentlichkeit wurde über Pressemitteilungen über anstehende Projektveranstaltungen informiert. Zusätzlich entstand während der Projektlaufzeit ein Fernsehbeitrag von regioTV, welcher über das Projekt und die ersten Erkenntnisse berichtete. Eine regelmäßige Kommunikation über den Projektblog sowie in Beiträgen in den Fachzeitschriften „Gemüse“ und „Bioland Magazin“ unterstützte die Kommunikation und Transfer der Projektergebnisse. Eine Übersicht der erfolgten Öffentlichkeitsarbeiten ist im Anhang „Nachweis der Veröffentlichung“ zu finden. Die im Projekt entstandene Praxisbroschüre soll als praktischer Leitfaden dienen für interessierte Landwirte.

Durch die wissenschaftliche Begleitung konnten die Projektergebnisse in wissenschaftlichen Publikationen sowie auf wissenschaftlichen Veranstaltungen präsentiert werden. Durch die Wiederholungen der Bewirtschaftungsmethoden auf dem Exaktversuch konnten statistisch auswertbare Daten generiert werden, die wiederum der wissenschaftlichen Öffentlichkeit präsentiert wurden. Eine Übersicht über die erfolgten Veröffentlichungen und Veranstaltungen ist dem Kapitel 4.7. oder dem „Nachweis der Veröffentlichung“ zu entnehmen.

Durch die intensive Kommunikation zwischen den Projektpartnern aus Praxis und Wissenschaft konnten zahlreiche Aspekte des StripTill-Verfahrens sowie die Auswirkung der Bewirtschaftungsmethoden auf Bodentemperatur, -feuchtigkeit und Erträge diskutiert werden. Durch diesen Austausch konnten weitere Forschungsansatzpunkte evaluiert werden sowie Erkenntnisse und Anpassungsoptionen für die Integrierung in den betrieblichen Ablauf generiert werden.

8. Literatur

Agrarpraxiskompakt, 2012: Strip-Till Mit Streifen zum Erfolg. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.

BLE – Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft, 2017; online: Reduzierte Bodenbearbeitung. URL: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/boden/reduzierte-boden-bearbeitung/>.

Eppenberger, D., 2020: Mehr Achtsamkeit für die Ressourcen Boden und Torf. Gemüse 12/2020, S. 36-37.

Farooq, M., Siddique, K.H.M., 2014: Conservation Agriculture: Concepts, Brief History, and Impacts on Agricultural Systems.

Fink, M., Scharpf, H.C. 1992: Dünger-Dosierung im Freiland-Gemüsebau, Entscheidungsunterstützung durch "N-Expert". Deutscher Gartenbau 46, 1688-1690. URL: <http://n-expert.igzev.de>

Galbusera, U., 2015: Pfluglos geht auch im Gemüse. Bauernzeitung, 11.05.2015. URL: <https://www.bauernzeitung.ch/artikel/pfluglos-geht-auch-im-gemuese>

Haddaway, N.R., Hedlund, K., Jackson, L.E., Kätterer, T., Lugato, E., Thomsen, I.K., Jørgensen, H.B., Isberg, P.-E., 2016: How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review protocol. Environmental Evidence (2016) 5:1.

Hegglin, D., Clerc, M., Dierauer, H., 2014: Reduzierte Bodenbearbeitung Umsetzung im biologischen Landbau. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).

Hofmeijer, M.A.J., Krauss, M., Berner, A., Peigné, J., Mäder, P., Armengot, L., 2019: Effects of Reduced Tillage on Weed Pressure, Nitrogen Availability and Winter Wheat Yields under Organic Management. Agronomy 2019, 9, 180.

InterVeg, 2014; online: Enhancing multifunctional benefits of cover crops – vegetables intercropping. URL: https://projects.au.dk/fileadmin/projects/co2results/InterVeg/k2_interveg2014.pdf

Jørgensen, R.G (Hrsg.), 2019: Bodenfruchtbarkeit verstehen, erhalten und verbessern. Jørgensen, R.G., Fründ, H.-C., Hinck, S., Palme, S., Riek, W., Siewert, C., Themenbibliothek Pflanzenproduktion. Agrimedia. Erling Verlag.

MulchTec, 2020: URL: <https://mulch-gemuesebau.de/wp-content/uploads/mulchtec-flyer-deutsch.pdf> (geprüft 8.12.2020)

Katroschan, K.-U., 2013; online: Konservierende Bodenbearbeitung (auch) im Gemüsebau?. URL: <https://docplayer.org/66584013-Konservierende-bodenbearbeitung-auch-im-gemuesebau-moeglichkeiten-und-grenzen-des-pflugverzichts-im-feldgemuesebau-versuchsergebnisse.html>

Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., Grace, P., 2014: Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. Agriculture, Ecosystems and Environment 187 (2014) 87–105.

Statistische Bundesamt, 2020; online: Bei der Bodenbearbeitung dominiert der Pflug. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/aktuell-bodenbearbeitung.html>

Vollmer, E.R., Creamer, N., Reberg-Horton, C., Hoyt, G., 2010: Evaluating Cover Crop Mulches for No-till Organic Production of Onions. HORTSCIENCE 45(1):61–70. 2010.

Übelhör, A., 2015: Strip-Till – pfluglos den Boden bearbeiten? Gemüse 03/2015, S. 10-12.

Übelhör, A., 2014: Ansätze für den vorbeugenden Erosionsschutz im Gemüsebau am Beispiel von Weißkohl. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau (LVG), Hrsg., Gartenbau Nr. 1, Februar 2014.

9. Anhang

9.1 Verwendung der Zuwendung

Das Vorhaben wurde innerhalb der ursprünglichen Arbeits- und Zeitplanung durchgeführt. Bei der Ausgabenplanung ergaben sich geringfügige Verschiebungen, die dem Fördermittelgeber rechtzeitig und umfänglich angezeigt und von diesem bewilligt wurden. Durch den unvorhersehbaren Mehraufwand zur Deckung des Aufwandes der Projektbeteiligten im Rahmen des Pflege- und Jäteaufwandes zur Unkrautbeseitigung für die im Projekt zu bearbeitenden Versuchsflächen wurde im März 2023 ein Änderungsantrag gestellt, welcher eine Erhöhung der förderfähigen Summe beinhaltete. Diesem Antrag wurde stattgegeben.

9.2 Nutzung des Innovationsdienstleister (IDL)

Während der Projektumsetzung wurden die Dienste des Innovationsdienstleisters in unregelmäßigen Abständen in Anspruch genommen. Einen direkten Austausch mit der OG konnte durch die Teilnahme des IDL an 3. OG Treffen in Präsenz gewährleistet werden. Zur Lösungsfindung bei etwaigen Problemen z.B. beim Änderungsantrag war der Kontakt mit dem IDL hilfreich. Zusätzlich unterstützte der IDL durch die Ankündigung von Projektveranstaltungen u.a. im Newsletter die Öffentlichkeitsarbeit des Projektes.

9.3. Nachweis der Veröffentlichungen

Die Ergebniskommunikation und –verbreitung wurde innerhalb des Kapitels 7 „Kommunikations- und Disseminationskonzept“ dargestellt. Die tabellarische Übersicht der ILB „Nachweis über Veröffentlichungen und Projektergebnisse“ ist im Original beigefügt.

9.4. Practice abstracts

Ein practice abstract ist während der Projektlaufzeit nicht entstanden. In 2024 wurde ein Praxisblatt erstellt

9.5. Textvorlage für ein Praxisblatt

Konservierende Bodenbearbeitung im ökologischen Gemüseanbau
Kurztitel: BioStripPlant
Projektlaufzeit: 29.10.2021 – 31.12.2024
Ausgangslage und Zielsetzung
Das Erosionspotenzial im Gemüsebau ist wegen der mehrfachen saisonalen Bodenbearbeitung, dem großen Reihenabstand sowie dem späten Bestandschluss erhöht. Die Anbaubedingungen werden durch den Klimawandel verschärft. Eine bodenschonende Bearbeitung kombiniert mit klimaresilienten Anbauverfahren wurde im Projekt „ <i>BioStripPlant</i> “ getestet. Das StripTill-Verfahren wurde auf die Bedarfe des ökologischen Gemüseanbaus angepasst. Zusätzlich wurden drei Bewirtschaftungsvarianten: Roggenmulch, Lebenmulch sowie einer Kontrollvariante ohne Bodenbedeckung zwischen den Pflanzreihen auf ihre Auswirkung auf Stickstoffgehalte, Bodenfeuchtigkeit und -temperatur sowie Erträge untersucht. Neben der Evaluierung der Praktikabilität auf den Versuchsflächen der Praxisbetriebe liefert die Datenauswertung des Exaktversuches eine wissenschaftliche Grundlage. Die Kombination von Streifenbearbeitung und

Roggenmulch ist vor allem im Zuge des Klimawandels eine vielversprechende Alternative zu betriebsüblichen Anbausystemen.

Projektdurchführung

Das StripTill-Verfahren wurde in drei Bewirtschaftungsvarianten (Roggenmulch, Lebendmulch, ohne Bodenbedeckung zwischen den Pflanzreihen) in unterschiedlichen Gemüsekulturen auf Flächen von Praxisbetrieben und im Exaktversuch getestet. Die Maschine wurde auf die Bedarfe des ökologischen Gemüseanbaus angepasst. Die unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten wurden auf ihre Auswirkungen hinsichtlich Stickstoffgehalte im Boden, Bodenfeuchtigkeit und -temperatur sowie Erträge untersucht.

Ergebnisse

Das StripTill-Verfahren wird von den Praktikern als positiv bewertet, insbesondere durch die Kombinierbarkeit mit betriebsüblichen Pflanzmaschinen. Die Auswirkungen auf die Nmin-Gehalte im Boden innerhalb der unterschiedlichen Bodenbedeckung ergaben erhöhte Werte in der Kontrolle im Vergleich zur Erdklee- und Mulchvariante. Dies könnte auf die Bodenbearbeitung in der Kontrollvariante zurückzuführen sein, welche die N-Mineralisierung begünstigt. Unterschiedliche Auswirkungen auf die Bodenfeuchtigkeit und -temperatur wurden analysiert. Eine gut etablierte Roggenmulchschicht zwischen den Pflanzreihen führt zur Unterbindung der Evapotranspiration und erhöht die Bodenfeuchtigkeit, wohingegen der Erdklee die Bodenfeuchtigkeit weiter reduziert. Hinsichtlich der Auswirkung auf die Bodentemperatur, wurden erhöhte Werte in der Variante ohne Bodenbedeckung gemessen. Temperaturschwankungen konnten durch den Roggenmulch und den Erdklee abgeschwächt werden. Die Erträge im Exaktversuch waren vergleichbar mit den durchschnittlichen Ertragswerten aus dem ökologischen Gemüsebau, wohingegen auf den Praxisbetrieben nur in der Kontrollvariante zufriedenstellende Erträge erzielt worden sind. Die Ertragsminderungen in den beiden Mulchvarianten können auf Schwierigkeiten bei der Anpassung der Hacktechnik zurückgeführt werden. Der Ertragsrückgang in der Erdkleevariante ist durch die auf die Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser erklärt.

Empfehlungen für die Praxis

Das StripTill-Verfahren und die Kombinierbarkeit mit betriebsüblichen Pflanzmaschinen wurde von den teilnehmenden Praxispartnern als vorteilhaft eingestuft. Allerdings war die Etablierung der Mulchvarianten herausfordernd und führte zur Formulierung von praxisnahen Abbruchkriterien. Voraussetzung für eine ausreichend dicke Mulchschicht mit unkrautunterdrückender Wirkung, ist ein dichter Bestand der Zwischenfrucht. Bei nicht hinreichender Biomassenbildung sollte auf die Etablierung einer Mulchvariante verzichtet werden. Das Risiko der Verunkrautung und dem damit einhergehenden Konkurrenzdruck für die Kulturpflanze wird von den Praktikern als zu hoch angesehen. Zusätzlich ist eine gute Terminierung des Mulchens der Zwischenfrucht um den Zeitpunkt der Vollblüte essenziell, um ein erneutes Austreiben des Grünroggens zu unterbinden. Für kleinere Flächen kann das Abmähen des Roggens als Notlösung fungieren. Jedoch ist dies nicht für größere Flächen anwendbar, daher wird von den Praktikern empfohlen, dass im Falle der fehlenden zeitlichen Abstimmung auf die Mulchvariante verzichtet wird, um negative Auswirkungen auf die Ernteerträge

zu verhindern. Die Kombination von Streifenbearbeitung und Roggenmulch ist vor allem im Zuge des Klimawandels eine vielversprechende Alternative zu betriebsüblichen Anbausystemen

Die Konkurrenzwirkung durch den Erdklee auf die Kulturpflanze wurde trotz nachgewiesener positiver Auswirkung auf die Bodentemperatur als weniger vorteilhaft eingeschätzt. Für einen ausreichend dichten Bestand des Erdklees zu erzielen ist eine gute Vorbereitung des Saatbettes Voraussetzung, sowie eine ausreichende Bewässerung im Anschluss der Aussaat.

Weitere Informationen zum Verfahren und zur Vorgehensweise wurden in der Praxisbroschüre für die Praxis aufbereitet.

Mitglieder der Operationellen Gruppe und assoziierte Partner

agrathaer GmbH, Bio-Alpakaland Gemüsebau GbR, Bio-Gärtnerei Watzkendorf, Bauernhof Weggun GbR, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e.V., Fördergemeinschaft Ökologischer Landbau Berlin-Brandenburg e.V., Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Bauerverband und der Gemüsebauverband Berlin Brandenburg

9.6. Dokumentation der Versuchsdurchführung

Tabelle A1: Versuchsdurchführung IGZ für die Versuchsjahre 2022, 2023 und 2024

Versuchsjahr 2022		
Datum	Maßnahme	Bemerkung
25.10.2021	Bodenproben, Bestimmung	N-min, 0-30 cm
28.10.2021	Aussaat Grünroggen	auf der gesamten Fläche, Protector (125 kg/ha)
10.03.2022	Einarbeitung Grünroggen	in Kleevariante
14.03.2022	Aussaat Erdklee	30 kg/ha
18.03.2022	Bodenproben	0 - 90 cm
01.04.2022	Aufbau Regenmesser	
26.04.2022	Bodenproben	0 - 60 cm
27.04.2022	Düngung	Vinasse , ca. 10 kgN/ha + 1,5 mm Wasser
04.05.2022	Mulchen	Grünroggen in Kontrollvariante
13.05.2022	Einarbeitung Grünroggen	in Kontrollvariante
19.05.2022	Ernte von 1m ² Grünroggen	Analyse ZF
19.05.2022	Mulchen Grünroggen	in Mulchvariante
25.05.2022	Strip Till	ca. 30 cm tief mit individuellem Pflugzahn
25.05.2022	Unterfußdüngung	6 kg Schafwoll-Pellets (10,5 % N) pro Reihe (ca. 180 kg N/ha)
08.06.2022	Pflanzung	(Porree, Weißkohl, Sellerie)

Fortführung Tabelle A1: Versuchsdurchführung IGZ für die Versuchsjahre 2022, 2023 und 2024

Datum	Maßnahme	Bemerkung
27.06.2022	Einbau TDR Sonden	
11.07.2022	Nmin Bodenproben	0 - 60 cm
16.07.2022	Pflanzenschutz (Blattläuse)	3 Liter/ha NeemAzal
16.08.2022	Pflanzenschutz (Kohlweissling)	3 Liter/ha NeemAzal
19.10.2022	Ernte Weißkohl	
25.10.2022	Ernte Porree	
26.10.2022	Ernte Sellerie	
07.11.2022	Ausbau TDR Sonden	
08.12.2022	Nmin Bodenproben	0 - 60 cm
Versuchsjahr 2023		
12.09.2022	Bodenproben	N-min, 0-30 cm
13.09.2022	Aussaat Klee, Grünroggen/Erbse	
16.03.2023	Grundbodenuntersuchung	Probennahme 0-30 und 30-60 cm im Klee und im Grünroggen/Erbse
29.03./03.04.23	Fräsen der Kleeflächen	zu stark verunkrautet, Handfräse
13.04.2023	Klee nachgesät, eingeharkt	250g/40m ²
26.04.2023	Ernte von 0,36 m ² Erbse/Roggen von Kontrollfläche	
26.04.2023	Mulchen der Kontrollfläche	
27.04.2023	Nmin Bodenproben	0 - 60 cm
02.05.2023	Einarbeitung ZF Kontrollfläche	Kreiselegge (Umkehrfräse)
08.05.2023	Mulchen in der Mulchvariante	Roggen/Erbse Gemisch
10.05.2023	StripTill, Düngung	3400 kg Pellets/ha, 220 kg N/ha
16.05.2023	Pflanzung	Sellerie und Weißkohl, 30 cm
25.05.2023	Einbau TDR Sonden	Nachpflanzen
14 tägig	Unkrautbonitur	
14 tägig	Auslesen der TDR Sonden	
06.07.2023	Nmin Bodenproben	0 - 60 cm
14.09.2023	Kohl geerntet	(20 St./Parzelle), 5/Parzelle zerschnitten, gewogen, getrocknet (erst 80 dann 60°C)
19.09.2023	Nmin Bodenproben	0 - 60 cm
18.10.2023	Sellerieernte	(20 St./Parzelle), 5/Parzelle, zerschnitten, gewogen, getrocknet (80 °C)
18.10.2023	TDR Sonden Ausbau	
19.10.2023	Bodenprobennahme	mit Anhänger, Nmin 0-60 cm
Versuchsjahr 2024		
28.09.2023	Aussaat Grünroggen	(125 kg/ha)
13.03.2024	Bodenprobennahme	Grundbodenuntersuchung (0-30 cm)
28.03., 09.04.2024	Fräsen Kleefläche	
24.04.2024	Bodenprobennahme	Nmin (0-30, 30-60 cm)
02.05.2024	Fräsen der Kontrollflächen	(Roggen eingearbeitet)
02.05.2024	Fräsen Kleefläche	
02.05.2024	Aussaat Klee	(Erdklee, 60 kg/ha)

Fortführung Tabelle A1: Versuchsdurchführung IGZ für die Versuchsjahre 2022, 2023 und 2024

Datum	Maßnahme	Bemerkung
13.05.2024	Mulchen der Mulchflächen, Fräsen der Kontrolle	
14.05.2024	StripTill	190 kgN/ha (Hornspäne) Unterfußdüngung
21.05.2024	Pflanzung Weißkohl Dowinda und Sellerie Diamant	30 cm Abstand
31.05.2024	Einbau TDR Sonden	
18.07.2024	Bodenproben	Nmin (0-30, 30-60 cm)
24.09.2024	Ernte Weißkohl	
26.09.2024	Bodenproben	(0-30, 30-60 cm) Nmin
07.10.2024	Ernte Sellerie	
08.10.2024	Bodenproben	(0-30, 30-60 cm) Nmin

Tabelle A2: Versuchsdurchführung der Betriebe Watzkendorf, Weggun, Alpakaland für die Versuchsjahre 2022, 2023 und 2024

Versuchsjahr 2022			
Maßnahme	Durchführung Watzkendorf	Durchführung Weggun	Durchführung Alpakaland
N _{min} Bodenprobe	26.10.2021	26.10.2021	26.10.2021
Aussaat Zwischenfrucht (Grünroggen Protector, 250 kg/ha)	30.10.2021	16.11.2021	06.11.2021
Aussaat Erdklee nach Einarbeitung des Grünroggens	03.03.2022	02.03.2022	07.03.2022
Bodenprobenahme (0-90 cm, Mischprobe)	17.03.2022	17.03.2022	17.03.2022
Bodenprobe (0-60 cm, N _{min} , Feuchte; im Klee und im Grünroggen)	29.04.2022	29.04.2022	29.04.2022
Analyse Zwischenfrüchte: Ernte von 1m ² Grünroggen der Kontrollvariante	17.05.2022	16.05.2022	16.05.2022
Kontrollvariante Grünroggen Eggen/in Mulchvariante Mulchen	17.05.2022	03.05.2022/16.05.2022	11.05.2022/16.05.2022
Einsatz Strip-Till ¹	17.05.2022	17.05.2022	17.05.2022
Pflanzung ²	01.06.2022	01.06.2022	04.06.2022
Einbau TDR-Sonden	21.06.2022	21.06.2022	21.06.2022
Ausbau TDR-Sonden	27.10.2022	27.10.2022	27.10.2022
Unkrautbehandlung	22.06. Mähen des Roggengrowthes im Klee + Mulch 24.06. Fräsen der Kontrolle 28.07. Unkrautbeseitigung	29.06. Hacken in Kontrollstreifen 30.06. Mähen mit Motorsense von Klee + Roggenstreifen 16.06. Hacken in Kontrollstreifen	30.07. Unkraut Beseitigung

¹ Reihen ziehen (15 cm breit, 30 cm tief, Abstand 75 cm -> 4 Reihen auf 3 m); Spurbreite 3,20m
Unterfußdüngung, Schafwollpellets 8-10cm tief

² Sellerie, Porree, Weißkohl - Pflanzabstand 10cm (Porree), 30cm Weißkohl+Knollensellerie

Fortführung: Tabelle A2: Versuchsdurchführung der Betriebe Watzkendorf, Weggun, Alpakaland für die Versuchsjahre 2022, 2023 und 2024

Maßnahme	Durchführung Watzkendorf	Durchführung Weggun	Durchführung Alpakaland
Bodenproben 0-30, 30-60 cm N _{min} Bestimmung	07.07.2022	07.07.2022	07.07.2022
Ernte Weißkohl	15.11.2022	15.11.2022	15.11.2022
Ernte Porree	15.11.2022	28.11.2022	15.11.2022
Ernte Sellerie	18.11.2022	28.11.2022	28.11.2022
Bodenprobe 0-30, 30-60 cm N _{min} Bestimmung	13.12.2022	13.12.2022	13./ 14.12.2022
Versuchsjahr 2023			
Aussaat Roggen/Erbse	26.09.2022	15.09.2022	09.10.2022
Aussaat Klee	26.09.2022	15.09.2022	09.10.2022
Klee nachgesät	15.05.2023	27.03.2023	26.03.2023
Grundbodenuntersuchung	30.03.2023	30.03.2023	30.03.2023
Nmin	25.04.2023	25.04.2023	25.04.2023
Grünroggen gemulcht	15.05.2023	12.05.2023	12.05.2023
Striptill und Düngung	15.05.2023	15.05.2023	15.05.2023
Pflanzung	22.05.2023	22.05.2023	22.05.2023
Einbau TDR-Sonden	01.06.2023	01.06.2023	01.06.2023
Auslesen der TDR Sonden	14 tägig	14 tägig	14 tägig
Unkrautbonitur	14 tägig	14 tägig	14 tägig
Nmin	13.07.2023	13.07.2023	13.07.2023
Ernte	23.10.2023	23.10.2023	23.10.2023
Ausbau TDR-Sonden	23.10.2023	23.10.2023	23.10.2023
Nmin	13.11.2023	13.11.2023	13.11.2023
Versuchsjahr 2024			
Aussaat Roggen	04.10.2023	21.10.2023	12.10.2023
Grundbodenuntersuchung	11.03.2024	11.03.2024	11.03.2024
Aussaat Klee	23.05.2024	08.04.2024	09.04.2024
Nmin	23.04.2024	23.04.2024	23.04.2024
Grünroggen gemulcht	22.05.2024	23.05.2024	23.05.2024
Striptill und Düngung	24.05.2024	24.05.2024	24.05.2024
Pflanzung	29.05.2024	29.05.2024	29.05.2024
Einbau TDR-Sonden	12.06.2024	12.06.2024	12.06.2024
Auslesen der TDR Sonden	14 tägig	14 tägig	14 tägig
Unkrautbonitur	14 tägig	14 tägig	14 tägig
Nmin	16.07.2024	16.07.2024	16.07.2024
Ernte	21.10.2024	21.10.2024	21.10.2024
Ausbau TDR Sonden	21.10.2024	21.10.2024	21.10.2024
Nmin	23.10.2024	23.10.2024	23.10.2024