



Fachhochschule Südwestfalen – Standort Soest  
Fachbereich Agrarwirtschaft  
Lübecker Ring 2, 59494 Soest

**Abschlussbericht**  
**Integrierte Unkrautkontrolle im Winterraps**  
**durch Hacke oder Beisat**  
**(RaBe, Raps Beikräuter)**

Verfasser: M.sc. Philip Deblon  
Prof. Dr. Verena Haberlah-Korr

Fachgebiet: Pflanzenschutz

Stand: 19.01.2025

## **Danksagung**

Die Arbeitsgruppe Pflanzenschutz bedankt sich beim Fachbereich Agrarwirtschaft sowie allen externen Partnern, deren Unterstützung und Zuarbeit das Projekt ermöglicht und vorangebracht haben, insbesondere bei

- den Projektlandwirten für die Bereitstellung der Versuchsflächen
- den Kollegen des Versuchsgut Merklingsen für die Versuchsanlage und Betreuung
- sowie beim Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen für die finanzielle und ideelle Unterstützung des Projekts.

Soest, den 19.01.2025

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet und das generische Maskulinum verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen.....	III
Verzeichnis der Tabellen.....	IV
Verzeichnis der Anhänge.....	V
Verzeichnis der Abkürzungen.....	V
1 Einleitung.....	1
2 Aufgabenstellung & Ziele.....	3
3 Material und Methoden.....	4
3.1 Versuchsstandorte.....	4
3.1.1 Merklingsen.....	4
3.1.2 Borgeln.....	5
3.1.3 Waldhausen.....	6
3.1.4 Ellingsen.....	6
3.1.5 Witterung.....	7
3.2 Versuchsdurchführung.....	9
3.2.1 Versuchsvarianten.....	9
3.2.2 Bonituren.....	12
3.3 Versuchsanlage.....	13
3.3.1 Merklingsen.....	13
3.3.2 Borgeln.....	18
3.3.3 Waldhausen.....	21
3.3.4 Ellingsen.....	23
4 Ergebnisse.....	24
4.1 Versuchsjahr 22/23.....	24
4.1.1 Boniturergebnisse.....	24
4.1.2 Ertrag & Ölgehalt.....	29
4.2 Versuchsjahr 2023/24.....	32
4.2.1 Bonituren.....	32
4.2.2 Ertrag & Ölgehalt.....	36
4.3 Kombinierte Auswertung der Versuchsjahre.....	39
4.4 Behandlungsindex 2022/23 & 2023/24.....	41
4.5 Kostenvergleich der unterschiedlichen Versuchsvarianten.....	42
5 Zusammenfassung und Einordnung der Versuchsergebnisse.....	43
6 Zusammenfassung.....	50



## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht über alle Versuchsstandorte 2022-2024.....	4
Abbildung 2: Versuchsstandorte Merklingsen 2022-2024 (Google Earth o.J.) .....	5
Abbildung 3: Versuchsstandorte Borgeln 2022-2024 (Google Earth o.J.) .....	5
Abbildung 4: Versuchsstandorte Waldhausen 2022-2024 (Google Earth o.J.).....	6
Abbildung 5: Versuchsstandort Ellingsen 2022/23 (Google Earth o.J.) .....	7
Abbildung 6: Vergleich langjähriges Mittel Werl - Waldhausen 1991-2021 .....	8
Abbildung 7: Klimadiagramm im ersten Versuchsjahr Standort Merklingsen 22/23...	8
Abbildung 8: Klimadiagramm im zweiten Versuchsjahr Standort Merklingsen 23/24	9
Abbildung 9: Hackeinsatz in Variante 3 .....	10
Abbildung 10: Arbeitsbild der Bandspritzung .....	11
Abbildung 11: Schematische Darstellung des Parzellenaufbaus 22/23.....	14
Abbildung 12: Versuchsplan Merklingsen 2022/23 .....	15
Abbildung 13: Schematische Darstellung des Parzellenaufbaus 23/24.....	17
Abbildung 14: Versuchsplan Merklingsen 23/24 .....	17
Abbildung 15: Versuchsplan Borgeln 22/23 .....	19
Abbildung 16: Versuchsplan Dörendahl Feldscheune 23/24.....	20
Abbildung 17: Versuchsanlage in Haardorn Sauers unten 22/23.....	21
Abbildung 18: Versuchsplan Haardorn Sauers oben 23/24 .....	22
Abbildung 19: Versuchsanlage Ellingsen 22/23.....	23
Abbildung 20: Kontrolle Merklingsen 23    Abbildung 21: Konv. 1 Merklingsen 23	26
Abbildung 22: Lebendmulch Merklingsen 23    Abbildung 23: Direktsaat Merklingsen 23	26
Abbildung 24: Direktsaat Detailansicht Merklingsen 2023 .....	26
Abbildung 25: NDVI-Verlauf der Varianten in Merklingsen im Versuchsjahr 2022/23 .....	28
Abbildung 26: Durchschnittliche Wuchshöhe je Variante in Merklingsen 2022/23 ..	29
Abbildung 27: Boxplot Ertrag Merklingsen 2023 (n.s.) .....	30
Abbildung 28: Boxplot Ertrag Borgeln 2023 (n.s.) .....	30
Abbildung 29: Boxplot mittlerer Rapserttrag Borgeln & Merklingsen 2023 (n.s.) .....	32
Abbildung 30: Konv. 1 Merklingsen 24    Abbildung 31: Hacke Merklingsen 24 .....	34
Abbildung 32: Lebendmulch Merklingsen 24    Abbildung 33: Beisaat Merklingsen 24	34
Abbildung 34: Blühverzögerung Variante Lebendmulch in Merklingsen 28.3.24 .....	34
Abbildung 35: Luftbild der Versuchsanlage 23/24 Standort Merklingsen (18.6.24) ..	35
Abbildung 36: Boxplot Ertrag Merklingsen 2024 .....	37
Abbildung 37: Boxplot Ertrag Borgeln 2024 .....	37
Abbildung 38: Boxplot mittlerer Ertrag Borgeln & Merklingsen 2024 .....	39
Abbildung 39: Boxplot mittlerer Rapserttrag Borgeln & Merklingsen 2022-2024 (n.s.) .....	40
Abbildung 40: Boxplot mittlerer Ölgehalt Borgeln & Merklingsen 2022-2204 (n.s.)	40
Abbildung 41: Mischung Terra Gold 11 Streufix in Merklingsen 2022 .....	43
Abbildung 42: Mischung Terra Gold 11 Streufix in Borgeln 2022 .....	44

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Geprüfte Varianten .....	9
Tabelle 2: Versuchsvarianten je Standort und Jahr .....	13
Tabelle 3: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Merklingsen im Versuchsjahr 22/23.....	16
Tabelle 4: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Merklingsen im Versuchsjahr 23/24.....	18
Tabelle 5: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Borgeln im Versuchsjahr 22/23 .....	19
Tabelle 6: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Borgeln im Versuchsjahr 23/24 .....	20
Tabelle 7: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Waldhausen im Versuchsjahr 22/23.....	21
Tabelle 8: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Waldhausen im Versuchsjahr 23/24.....	22
Tabelle 9: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Ellingsen im Versuchsjahr 22/23.....	23
Tabelle 10: Unkrautdeckungsgrade vor Winter 22/23 (22.11.2022) .....	24
Tabelle 11: Wirkungsgrade (%) nach Winter 22/23 (27.02.2023), Kontrolle = DG Unkraut (%).....	25
Tabelle 12: Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter vor Winter 2022/23 .....	27
Tabelle 13: Rapsertträge in Borgeln und Merklingsen 2023 (n.s.) .....	29
Tabelle 14: Ölgehalt und deren Signifikanzniveaus in Borgeln und Merklingsen 2023 .....	31
Tabelle 15: Kombinierte Auswertung Borgeln & Merklingsen Ertrag und Ölgehalt 2023 (n.s.).....	31
Tabelle 16: Unkrautdeckungsgrade vor Winter 22/23 (24.11.2023) .....	33
Tabelle 17: Wirkungsgrade (%) nach Winter 2023/24 (06.02.2024).....	33
Tabelle 18: Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter vor Winter 23/24 .....	35
Tabelle 19: Rapsertträge und deren Signifikanzniveaus in Borgeln und Merklingsen 2024.....	36
Tabelle 20: Ölgehalt in Borgeln und Merklingsen 2024 (n.s.).....	38
Tabelle 21: Kombinierte Auswertung Borgeln & Merklingsen auf Ertrag und Ölgehalt 2024 .....	38
Tabelle 22: Kombinierte Auswertung der Standorte und Versuchsjahre auf Ertrag und Ölgehalt.....	39
Tabelle 23: Wirkungsgrade (%) der Unkrautregulierung, Mittelwerte 2022-2024 ....	41
Tabelle 24: Behandlungsindex 2022/23.....	41
Tabelle 25: Behandlungsindex 2023/24.....	41
Tabelle 26: Kosten je Variante .....	42

### Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1	Schlagkartei Merklingsen Goldacker 2022/23	
Anhang 2	Schlagkartei Merklingsen Disselbach 1 2023/24	
Anhang 3	Schlagkartei Borgeln Dörendahl Dorf 2022/23	
Anhang 4	Schlagkartei Borgeln Dörendahl Feldscheune 2023/24	
Anhang 5	Schlagkartei Waldhausen Haardorn Sauers unten 2022/23	
Anhang 6	Schlagkartei Waldhausen Haardorn Sauers oben 2023/24	
Anhang 7	Kosten je Unkrautregulierungsvariante	

### Verzeichnis der Abkürzungen

BBCH	Skala für das morphologische Entwicklungsstadium einer Pflanze
FH SWF	Fachhochschule Südwestfalen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
MATCH	<i>Matricaria chamomilla</i> – Echte Kamille
NDVI	Normalized difference vegetation index
SSYOF	<i>Sisymbrium officinale</i> – Weg-Rauke
STEME	<i>Stellaria media</i> – Gewöhnliche Vogelmiere
VGM	Versuchsgut Merklingsen

## 1 Einleitung

Raps gehört mit einer Anbaufläche von 1,09 Millionen Hektar zu den wichtigsten Ackerbaukulturen in Deutschland. (DESTATIS 2024). In Nordrhein-Westfalen liegt der Anteil von Winterraps, mit 53600 Hektar, bei ca. fünf Prozent der Ackerfläche (LANDESBETRIEB IT.NRW 2024). Er stellt gleichzeitig die wichtigste Ölfuchr zur Körnergewinnung dar.

Dabei sticht die Flächenkultur Raps mit einem hohen Pflanzenschutzmittel-Behandlungsindex hervor. Er lag im Jahr 2022 bei 7,9. Im direkten Vergleich zu den Behandlungsindices anderer wichtiger Kulturen wie Wintergerste (4,5), Winterweizen (5,1) und Mais (1,9) liegt dieser deutlich höher. Neben den Kartoffeln (Behandlungsindex 11,5 in 2022) weist Raps den höchsten Behandlungsindex der Ackerbaukulturen auf. Allein 2,91 der Behandlungen entfallen dabei auf den Bereich der Herbizide (JKI o.J.).

In der landwirtschaftlichen Praxis ist es üblich die Unkrautbekämpfung im Raps im Voraufbau, beziehungsweise im frühen Nachaufbau durchzuführen. Häufig werden hierfür z.B. metazachlorhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt, deren Metaboliten in das Grundwasser gelangen und es somit qualitativ beeinträchtigen können (LFL 2023 und WERNER et al. 2020). Diese Anwendungen des chemischen Pflanzenschutzes entsprechen nicht den Zielen des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz und stehen im Widerspruch zu den Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes. Hiernach sollten die chemisch-synthetischen Maßnahmen die Ultima Ratio darstellen. Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass die Insektenvielfalt unter dem Herbizideinsatz leidet. Dies hat negative Folgen für Bestäuberinsekten (VAN ELSEN u. LORITZ 2012; PFIFFNER u. MÜLLER 2016) aber auch für Antagonisten von Rapschädlingen, wodurch sich u. U. ein höherer Insektizidaufwand bedingen könnte (HAMID et al. 2006).

Neben der chemischen gibt es verschiedene Möglichkeiten der mechanischen Unkrautregulierung. Die mechanische Unkrautregulierung ist im ökologischen Landbau gängige Praxis, „Ökoraps“ wird allerdings kaum angebaut, bedingt durch das höhere Ertragsrisiko. Schädlinge und Krankheiten, Spätverunkrautung, die lange Kulturdauer sowie die hohen Ansprüche an die Stickstoffversorgung stellen im Ökolandbau besondere Herausforderungen dar (BLE 2021). Es gibt eine Vielzahl von Geräten, welche durch Ausreißen, Abschneiden und / oder Verschütten von Unkräutern deren Ausbreitung und deren negativen Einfluss auf die Hauptkultur reduzieren. Solche Maßnahmen bedingen einen breiteren Reihen- und ggf. Einzelpflanzenabstand der Kulturpflanze (RISKE; FIBL 2011). Zudem sind solche Verfahren in ihrer Wirkung zeitlich begrenzt und müssen, je nach Unkrautdruck und Witterung, mehrmals in der Vegetation wiederholt werden (BLE 2019).

Eine Möglichkeit, die Hackintervalle zu reduzieren besteht darin, die nicht von Kulturpflanzen bewachsene Fläche z. B. mit natürlichen Mulchmaterialien zu bedecken. Hier bietet sich Stroh an. Zudem dient dieses Material schon vor und nach der Ernte als Verdunstungsschutz sowie als organischer Dünger und reguliert die Bodentemperatur. Neben dem nachträglichen Einbringen von geborgenem Stroh, könnte sich auch eine Direktsaat nach Weizen ohne Strohbergung anbieten. Hier wird mit Räumsternen und Abstreifern das gehäckselte Stroh in die Reihenzwischenräume verbracht, und nur die Saatreihe für den Raps wird minimal bearbeitet. Strohmulch

(Direktsaaten / Mulchsaaten) hat direkt und indirekt auch eine Wirkung auf das Vorkommen von Insekten, vor allem reduziert er den Zuflug von Blattläusen (HEIMBACH, 2017, HEIMBACH ET AL., 2001), die als Virusvektoren in vielen Kulturen bedeutsam sind.

BERGKVIST (2003) zeigte in Schweden, dass Weißklee-Arten als Untersaaten in Weizen und Raps als „lebende Mulchschicht“ Unkräuter unterdrücken und als Stickstofflieferanten dienen können. In diese lässt sich mittels der neuen Technik des „Strip-Till“ eine streifenweise Aussaat der Hauptkultur in eine etablierte Deckpflanzenschicht („lebende Mulchschicht“) erreichen. Hier muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Hauptkultur in der Lage ist, die lebende Mulchschicht zu überwachsen, um nicht selbst der unkrautunterdrückenden Wirkung der lebenden Mulchschicht zum Opfer zu fallen.

Eine weitere Möglichkeit der nicht chemischen Unkrautregulierung ist die Idee der Begleitpflanzen oder Beisaaten. Als Beisaaten werden Pflanzen bezeichnet, die meist direkt in Mischung mit der Hauptfrucht auf gleicher Fläche wie diese ausgebracht werden, ohne dass eine Beerntung dieser Pflanzen stattfindet (BZL 2018). Durch Beisaaten soll die Entwicklung von Unkräutern durch Konkurrenz- und Schattenwirkung unterdrückt, Stickstoff fixiert und gebunden, sowie die Biodiversität auf dem Acker erhöht werden. Als mögliche Pflanzen in dieser Hinsicht bieten sich sowohl annuelle nicht winterharte Leguminosen-Arten (Lupinen oder Ackerbohnen, Alexandrinerklee), als auch mehrjährige Pflanzen (z. B. Weißklee) an. Ein möglicher Nachteil von Beisaaten kann die Tatsache sein, dass durch Konkurrenzwirkung Ertragseinbußen entstehen.

Um diese Thematik sowie die Nutzungsmöglichkeiten der genannten Ansätze näher zu beleuchten wurden im Projekt „RaBe“ Feldversuche an verschiedenen Standorten in der Soester Börde durchgeführt. Der Fokus lag dabei auf der nicht-chemischen Unkrautregulierung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Produktionskosten, der Rapsentwicklung und des Ertrages. Der Einsatz von Herbiziden sollte dabei eine „Notfallmaßnahme“ sein, für den Fall, dass alle anderen Verfahren / Techniken versagen.

## 2 Aufgabenstellung & Ziele

Ziel des Vorhabens ist es, neue Strategien zur integrierten Unkrautkontrolle im Rapsanbau zu erproben. Untersucht wird dabei die unkrautreduzierende Wirkung von:

1. Hackmaßnahmen beim Anbau von Raps in weiter Reihe (z.B. Einzelkornsaat)
2. Beisaaten / Begleitpflanzen
3. Mulchsystemen (Rapssaat in Mulch oder „lebendem Mulch“)
4. im Bedarfsfall ergänzt um den gezielten Einsatz selektiv wirksamer, Nachauflaufherbizide

Weiterhin ist es Ziel, die Unkrautkontrolle im Raps so durchzuführen, dass ein Herbizid-Einsatz möglichst vermieden wird. Die Möglichkeit, bei Minderwirkung von Hackmaßnahmen (z. B. bei anhaltend feuchter Witterung) mit Herbiziden „nachzubessern“, könnte im konventionellen Rapsanbau die Akzeptanz von mechanischen Maßnahmen deutlich fördern. Parallel dazu werden Beisaaten und Mulchsysteme (z.B. Stroh, Klee o.ä.) ohne Hacke / Herbizid-Einsatz getestet, um ihr Potential auf die Unkrautunterdrückung zu erfassen. Neben dem unkrautregulierenden Effekt soll die technische Machbarkeit der verschiedenen Maßnahmen im konventionellen Rapsanbau sowie ihr Einfluss auf den Rapsenertrag erfasst werden. Auf Problemstandorten kann eventuell speziell die Reduktion von schwer bekämpfbarer (Weg-Rauke, Stochschnabel) oder von Resistenzentwicklungen betroffener Unkräuter (Kamillearten) untersucht werden. Gleichzeitig werden durch die beigemischten Blühpflanzen und die Reduktion von Herbiziden pflanzenbauliche Verfahren erprobt, welche zur Verbesserung des Insektenschutzes durch Bereitstellung einer vielfältigeren Nahrungsgrundlage für Insekten beitragen sollen.

Mit dem Vorhaben sollen praxistaugliche Lösungen zur Minderung von Herbizid-Einsätzen bei gleichzeitiger Förderung der Artenvielfalt auf der Ackerfläche im Rapsanbau erarbeitet werden. Bedingt durch die ertragsreduzierende Wirkung von Unkräutern und deren zunehmender Herbizid-Resistenz müssen unter praxistauglichen Aspekten die Rapsanbausysteme neu überdacht werden. Zudem müssen Vorurteile der Landwirte ausgeräumt, und Wirkungen einzelnen Maßnahmen erklärt werden, da eine solche „Systemumstellung“ erhebliche Investitionen bedeuten. Folgende Versuchsfragen sollen über zwei Vegetationsperioden in Feldversuchen (beerntete, wiederholte Großparzellen) getestet werden:

1. Wie gut gelingt die Rapssaat in eine freigeräumte, vormals begrünzte Saatreihe (Lebendmulch)?
2. Welche Wirkungsgrade sind in der Bekämpfung von Unkräutern durch die mechanische Unkrautregulierung, Beisaaten, oder (Lebend-)Mulchverfahren erzielbar?
3. Gelingt eine langfristige Unkrautunterdrückung durch frühzeitige Installation einer lebenden Deckschicht (Lebendmulchverfahren) als Untersaat / Stoppelsaat in Vorfrüchten?
4. Können Risiken einer witterungsbedingt nicht optimalen Hackmaßnahme durch spät gezielt eingesetzte Nachauflaufherbizide korrigiert werden ohne die Begleitsaaten / Lebendmulchsysteme zu beeinträchtigen? (integrierter Ansatz)

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Versuchsstandorte

Der Versuch zu diesem Forschungsprojekt wurde in der Soester Börde (NRW) über zwei Jahre an vier (22/23) beziehungsweise drei Standorten (23/24) durchgeführt. Die Standorte Merklingsen und Borgeln wurden hierbei als „Exaktversuchsstandorte“, durch das Versuchsgut Merklingsen, geführt. Hier wurden in Kleinparzellenanlage sowohl Unkrautbonituren als auch eine Beerntung mit einem Parzellenmähdrescher durchgeführt. Die Standorte Ellingsen und Waldhausen wurden in Großparzellen angelegt und wurden auf den Wirkungsgrad der Unkrautbekämpfung untersucht. Abbildung 1 zeigt die Lage aller Versuchsstandorte zueinander.

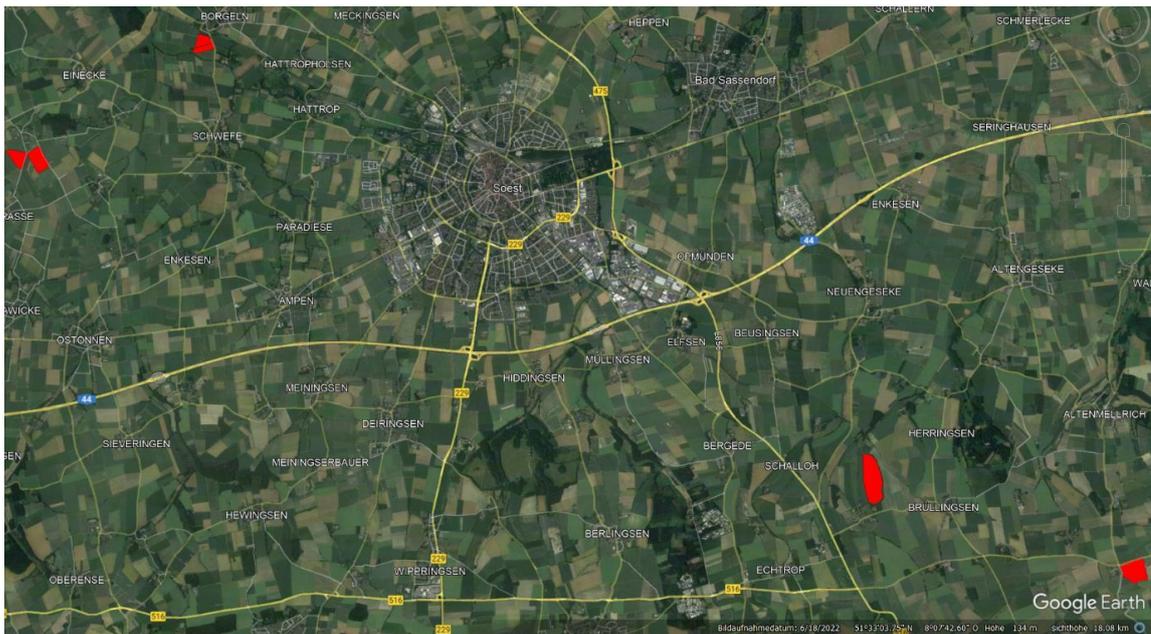


Abbildung 1: Übersicht über alle Versuchsstandorte 2022-2024

(Google Earth o.J.)

##### 3.1.1 Merklingsen

In Abbildung 2 sind die Versuchsstandorte der Versuchsjahre 22/23 und 23/24 des Versuchsgut Merklingsen (VGM) zu erkennen. Diese befinden sich im Kreis Soest, im Ortsteil Merklingsen und Ehningens der Gemeinde Welper auf einer Höhe von circa 80 Metern über Normalnull. Die Flächen liegen in der Soester Niederbörde welche, Teil der Hellwegböden ist (Haus Düsse o.J.). Dieses Gebiet befindet sich nördlich des Haarstrangs sowie südlich der Lippe. Die Wertzahl der Flächen liegt bei 60-75. An diesem Standort handelt es sich um die Bodenart schwach toniger Schluff (UT2) mit dem Bodentyp Pseudogley-Parabraunerde. Die seit über 30 Jahren pfluglos bewirtschafteten Böden am Standort Merklingsen weisen sich durch ein hohes Wasserspeichervermögen aus. Die Nutzbare Feldkapazität liegt bei 220mm in den obersten 100cm.

Im Versuchsversuchsjahr 22/23 wurde der Versuch auf der Fläche „Goldacker“ angelegt. In der Abbildung 2 ist dies die östlichere der beiden Flächen, im Versuchsjahr 23/24 auf der Fläche Disselbach 1, die westlichere der beiden Flächen.



Abbildung 2: Versuchsstandorte Merklingsen 2022-2024 (Google Earth o.J.)

### 3.1.2 Borgeln

Der Versuchsstandort Borgeln liegt rund fünf Kilometer vom Versuchsgut Merklingsen entfernt. In Abbildung 3 sind die Flächen der beiden Versuchsjahre zu erkennen.

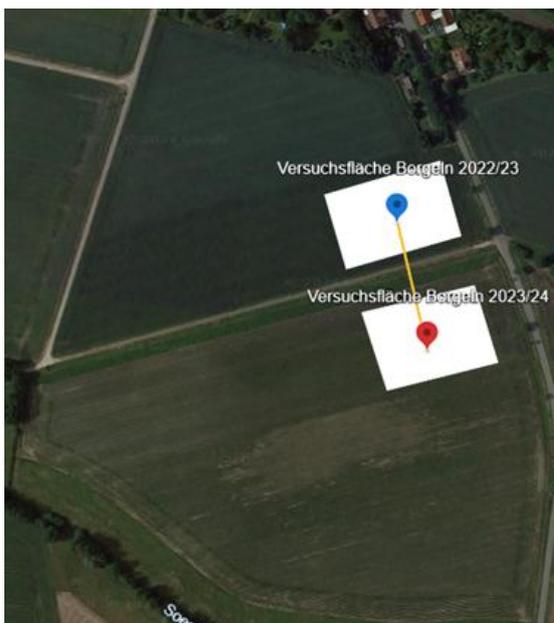


Abbildung 3: Versuchsstandorte Borgeln 2022-2024 (Google Earth o.J.)

Auch die Flächen in Borgeln liegen in der Soester Niederbörde auf ähnlicher Höhe über Normalnull und unterliegen den gleichen klimatischen Bedingungen. Sie unterscheiden sich jedoch in der Bodenart und der Bewirtschaftungsweise. Dieser Standort wird regelmäßig mittels Pflug bearbeitet. Der Boden der beiden Versuchsflächen in Borgeln ist ein schluffiger Lehm. Dieser ist schwerer als der Boden am Standort Merklingsen und weist eine höhere plastische Formbarkeit durch den höheren Tongehalt auf. Hierdurch ist er weniger gut Schütffähig. Die Wertzahl der beiden Flächen liegt ebenfalls wie in Merklingsen bei 60-75. Im Versuchsjahr 22/23 wurde der Versuch auf

der Fläche Dörendahl Dorf (nördlichere Fläche) und im Versuchsjahr 23/24 auf der Fläche Feldscheune (südlichere Fläche) durchgeführt.

### 3.1.3 Waldhausen

Die folgende Abbildung 4 zeigt die beiden Versuchsflächen der Jahre 22/23 und 23/24 des Versuchsstandortes Waldhausen. Diese liegen rund 27 Kilometer entfernt vom Versuchsgut Merklingsen. Der Standort Waldhausen, welcher von der Lage her zu Stadt Warstein angehört, liegt auf dem Haarstrang und unterscheidet sich von den Standorten Merklingsen und Borgeln insbesondere durch seine Höhenlage und den damit einhergehenden klimatischen Bedingungen. Dieser liegt auf einer Höhe von circa 287 Metern über Normalnull. Der vorherrschende Boden ist ein toniger Lehm (Lt3) mit einer Wertzahl von 35-55 (MINISTERIUM DES INNERN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN o.J.). Im Versuchsjahr 22/23 wurde der Versuch auf der Fläche Haardorn Sauers unten (nördlichere Fläche) im Versuchsjahr 23/24 auf der Fläche Haardorn Sauers oben (südlichere Fläche) durchgeführt.



Abbildung 4: Versuchsstandorte Waldhausen 2022-2024 (Google Earth o.J.)

### 3.1.4 Ellingsen

Abbildung 5 zeigt den Versuchsstandort Ellingsen im Jahr 22/23. Aufgrund eines Behandlungsfehlers des Projektlandwirtes musste die Versuchsfläche für das Versuchsjahr 23/24 frühzeitig verworfen werden. Der Versuchsstandort Ellingsen liegt rund 24 Kilometer vom Versuchsgut Merklingsen entfernt und gehört zur Gemeinde Möhnesee. Auch der Versuchsstandort Ellingsen unterscheidet sich von den Standorten Merklingsen und Borgeln durch die Höhenlage von 258 Metern über Normalnull. Der Boden an diesem Standort ist ein toniger Schluff (Ut3) mit einer Wertzahl von 35-50 (MINISTERIUM DES INNERN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN o.J.).



Abbildung 5: Versuchsstandort Ellingsen 2022/23 (Google Earth o.J.)

### 3.1.5 Witterung

Zur Erhebung der Wetterdaten wurde für die Standorte Merklingsen & Borgeln aufgrund ihrer räumlichen Nähe die betriebseigene Wetterstation des Versuchsguts Merklingsen genutzt. Für das langjährige Mittel werden die Daten von ClimateData der Wetterstation Werl genutzt, da die Wetterstation in Merklingsen noch nicht lange genug Daten aufgezeichnet. Für das langjährige Mittel für die Standorte Waldhausen und Ellingsen wurde auf Daten von ClimateData für den Standort Waldhausen zurückgegriffen (CLIMATEDATA o.J.). Bei beiden Standorten wird dabei das langjährige Mittel aus den Jahren 1991 bis 2021 gebildet. Eine genaue Auswertung der Witterung im Versuchszeitraum für die Standorte Waldhausen und Ellingsen ist aufgrund von mangelnder Verfügbarkeit von standortgenauen Wetterdaten nicht möglich. Abbildung 6 zeigt den Vergleich der beiden langjährigen Mittel. Im direkten Vergleich fällt auf, dass die Standorte in den Höhenlagen (Waldhausen und Ellingen) höhere Niederschlagsmengen und geringere Temperaturen aufweisen. Die Winter sind durch stärkere und längere Frostperioden geprägt. Darüber hinaus weisen diese Standorte einen späteren Start in die Vegetationsphase im Frühjahr auf und ein früheres Vegetationsende im Spätherbst.

Abbildung 7 zeigt die Witterung im ersten Versuchsjahr 22/23 im Vergleich zum langjährigen Mittel. Nach einem sehr warmen und trockenen Sommer fand die Rapsaussaat zunächst zu suboptimalen Bedingungen in Hinsicht auf die Wasserversorgung des Bodens statt. Nach der Rapsaussaat Anfang September blieb die Witterung bis Dezember eher feucht warm. Insbesondere im September fiel eine leicht überdurchschnittliche Menge Niederschlag. Im Oktober und November waren die Niederschlagsmengen zwar unterdurchschnittlich, aber dafür fiel der Niederschlag gleichmäßig verteilt und es gab nur sehr wenige und kurze trockene Phasen. Nach der Vegetationspause startete das Frühjahr verzögert mit zunächst unterdurchschnittlichen Temperaturen im April und Mai. Darüber hinaus war es ein strahlungsärmeres Frühjahr. Zur Winterrapsernte im Sommer etablierten sich langanhaltende Regenerereignisse die eine Termingerechte Ernte erschwerten, wodurch sich diese Standortuntypisch bis in den August geschoben hat.

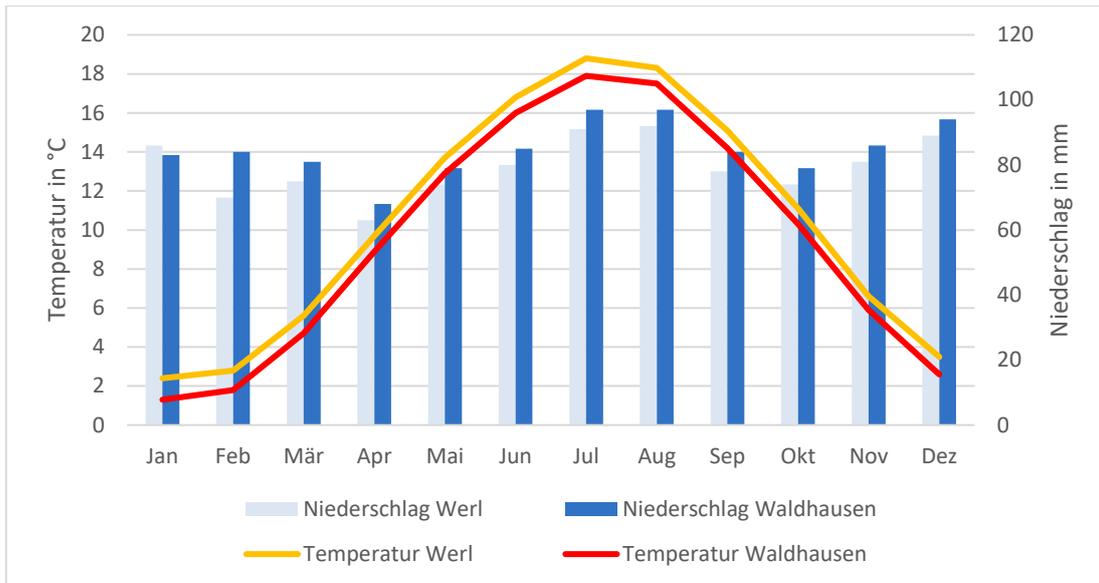


Abbildung 6: Vergleich langjähriges Mittel Werl - Waldhausen 1991-2021  
(Eigene Darstellung nach ClimateData a. & b. o.J.)

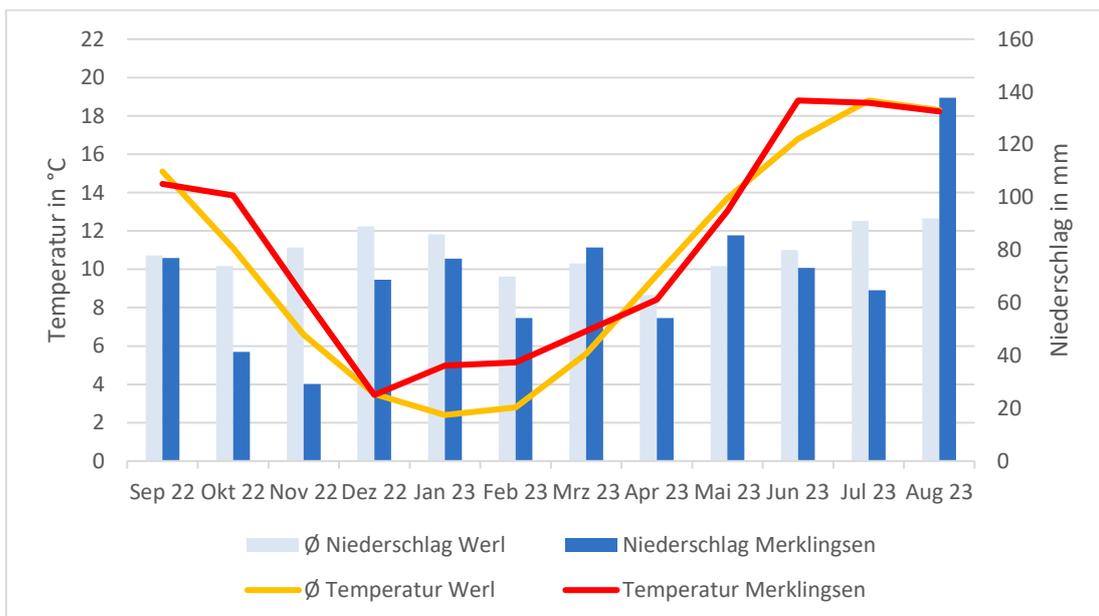


Abbildung 7: Klimadiagramm im ersten Versuchsjahr Standort Merklingsen 22/23  
(Eigene Darstellung nach Wetterdaten VGM & ClimateData o.J.)

Nach der verregneten Ernte des ersten Versuchsjahres setzte sich die warm nasse Witterung über die Aussaat des zweiten Versuchsjahres hinweg bis Ende November fort. Der Zeitraum von August bis Ende November war von überdurchschnittlichen hohen Temperaturen gepaart mit ebenso überdurchschnittlich hohen Niederschlagsmengen geprägt. Dies führte wie im ersten Versuchsjahr zu sehr kurzen Zeitfenstern, in denen die anstehenden ackerbaulichen Maßnahmen durchführbar waren. Zum Teil

zu sehr ungünstigen Bedingungen. Nach einem ebenfalls überdurchschnittlich warmen aber eher trockenen Winter startete die Vegetation im Frühjahr 2024 eher zögerlich. Wie im ersten Versuchsjahr war das Frühjahr eher strahlungsarm, dafür aber deutlich wärmer als im langjährigen Mittel. Zur Ernte hin fielen die Niederschlagsmengen eher gering aus und die Temperaturen näherten sich im Vergleich zum Frühjahr wieder dem langjährigen Mittel an. Die Ernte konnte so zum Standorttypischen Erntetermin erfolgen.

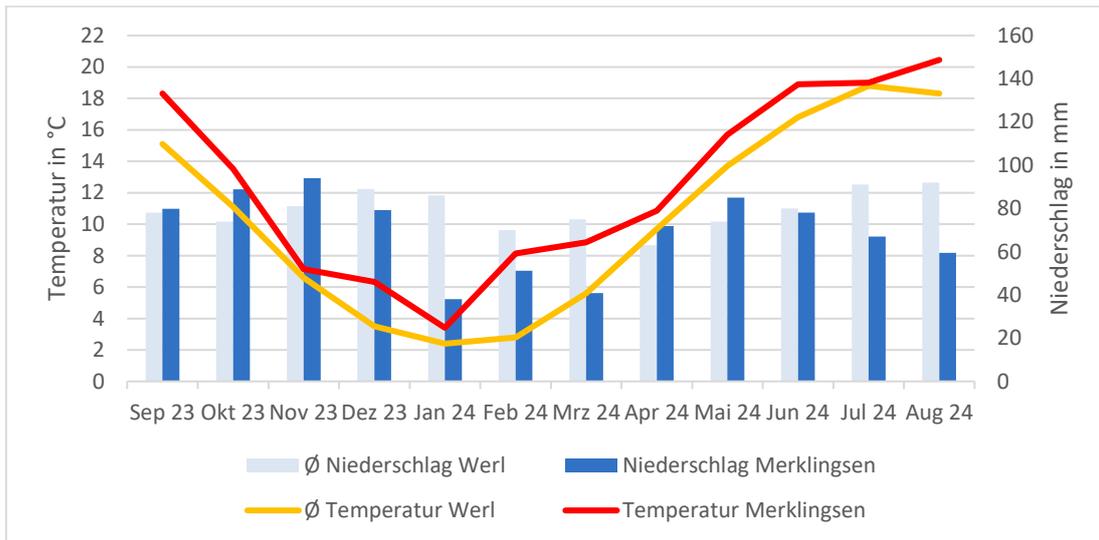


Abbildung 8: Klimadiagramm im zweiten Versuchsjahr Standort Merklingsen 23/24  
(Quelle: Eigene Darstellung nach Wetterdaten VGM & ClimateData o.J.)

### 3.2 Versuchsdurchführung

#### 3.2.1 Versuchsvarianten

Insgesamt wurden im Verlauf des Projekts neun Varianten geprüft (Tabelle 1)

Tabelle 1: Geprüfte Varianten

Var.-Nr.	Variante	Abkürzung
1	Unbehandelte Kontrolle	Kontrolle
2	Konventionell Herbizid im Nachauflauf	Konv. 1
3	Hacke	Hacke
4	Hacke & Herbizid im Nachauflauf	Hacke Herb
5	Hacke & Bandspritzung mit Herbizid im Nachauflauf	Hacke Band
6	Unkrautunterdrückung durch Lebendmulch	Lebendmulch
7	Unkrautunterdrückung durch Direktsaat in Strohmulch	Direktsaat
8	Unkrautunterdrückung durch Beisaat	Beisaat
9	Konventionell mit Bodenherbizid	Konv. 2

Je Standort wurden alle Parameter wie Bodenbearbeitung, Aussaat, Saatstärke, Beizung, Düngung, Pflanzenschutz (ohne Herbizide, mit Graminiziden), Erntetermin etc. für alle Varianten gleichbehandelt. Einzig die dikotyle Unkrautbekämpfung wurde je

Variante anders durchgeführt. Zwischen den unterschiedlichen Standorten gibt es jedoch Variationen der Bestandsführung. Die Rapsaussaat wurde an allen Standorten im Einzelkornverfahren mit einem Saatreihenabstand von 45 Zentimetern durchgeführt. Dies ermöglicht erst eine mechanische Unkrautbekämpfung mit einer Hackmaschine.

Die erste Variante (Kontrolle) dient als Kontrollglied ohne Unkrautregulierung. Die Varianten zwei (Konv. 1) und neun (Konv. 2) dienen als Vergleichsgrundlage zu den in der Praxis üblichen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen. Für Variante „Konv. 1“ wurden die Nachauflaufherbizide Belkar (Halauxifen-methyl 10 g/l und Picloram 5 g/l + Synero (Aminopyralid 30 g/l) in Splittinganwendung ausgebracht. In BBCH 14-16 werden hierbei 0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero eingesetzt, nach frühestens zwei Wochen zum BBCH-Stadium 18 dann weitere 0,25 l/ha Belkar ausgebracht.

Für die Variante „Konv. 2“ wurde das Herbizid Butisan Gold, (Dimethenamid-P 200 g/l, Metazachlor 200 g/l, Quinmerac 100 g/l) mit einer Aufwandmenge von 2,5 l/ha, nach der Aussaat angewendet. Die hier genannten Herbizide waren für die beiden Versuchsstandorte Merklingsen und Borgeln eingeplant. An den Standorten Waldhausen und Ellingsen wurde die HerbizidAuswahl den Projektlandwirten überlassen.

Bei Variante drei war das Ziel das Unkraut rein mechanisch mit einer Kameragesteuerten **Hacke** im Nachauflauf zu bekämpfen. Dies wird in Abbildung 9 visualisiert.



Abbildung 9: Hackeinsatz in Variante 3

Variante vier und fünf kombinierten dies jeweils mit dem Einsatz von Herbiziden im Nachauflauf. Bei Variante vier wurden der Einsatz der Hacke und des Herbizids in zwei Arbeitsgängen durchgeführt. Das Herbizid wurde hierbei ganzflächig in den Versuchspartellen ausgebracht. In der fünften Variante wurde das Herbizid durch eine

Bandspritze ausgebracht. Diese applizierte das Herbizid in einem circa 18 Zentimeter breiten Band mittig über der Saatreihe.

Im Versuchsjahr 22/23 war die Durchführung des Hackens und der Herbizid Applikation nur absätzig möglich, da die benötigte Technik nicht schnell genug bereitgestellt werden konnte. Im Versuchsjahr 23/24 konnten beide Arbeitsschritte kombiniert durchgeführt werden. Für beide Varianten (Hacke Herb und Hacke Band) wurde das Nachauflaufferherbizid Belkar und Synero wie in der Variante Konv. 1 eingeplant. Abbildung 10 zeigt das Arbeitsbild der Bandspritzung bei einem ersten Funktionstest mit Wasser.



Abbildung 10: Arbeitsbild der Bandspritzung

Für die Variante sechs (**Lebendmulch**) wurde nach der Ernte der Vorfrucht des Raps eine Zwischenfruchtmischung mit Hilfe des Coverseeders der Firma Müthing ausgebracht. Diese sollte sich bis zur Aussaat des Rapses etablieren und durch ihre Biomasse potenzielles Unkraut unterdrücken. Durch den Einsatz des Coverseeders wurden vorhandene Erntereste der Vorfrucht zerkleinert und gleichmäßig als Deckschicht auf der Bodenoberfläche verteilt. Durch das Saatverfahren wird kein Boden bewegt und somit weniger Unkrautsamen aus dem Bodenvorrat zum Auflaufen gebracht. Im ersten Versuchsjahr wurde hierfür die Zwischenfruchtmischung TerraGold 11, mit 10 kg/ha, der Firma Feldsaaten Freundenberger eingesetzt. Diese umfasst die Arten Sandhafer (35 %), Phacelia Mantelsaat (25 %), Alexandrinerklee (17 %), Ramtilkraut (15 %) und Perserklee (8 %). Im zweiten Versuchsjahr wurde diese durch die Zwischenfruchtmischung TerraLife Brassica Pro, mit 20 kg/ha, der Deutschen Saatveredelung AG ersetzt. Hierbei handelt es sich um eine Mischung der Arten Serradella (20 %), Öllein (30 %), Alexandrinerklee (12 %), Perserklee (14 %), Ramtilkraut (5 %) und Bitterlupine (19 %).

In Variante sieben wurde die natürliche Unkrautunterdrückungsleistung von Mulchauflagen aus Ernteresten der Vorfrucht in Kombination mit dem Verfahren der Direktsaat, also dem Unterlassen von Bodenbearbeitung untersucht.

Variante acht (**Beisaat**) ähnelt im Versuchsansatz der Variante Lebendmulch. Sie unterscheidet sich lediglich im Aussattermin und der Aussaattechnik, welche für die Zwischenfrucht genutzt wurden. Die Zwischenfruchtmischung wurde hier simuliert zeitgleich mit dem Raps ausgesät. Hierfür wurde die Zwischenfrucht mit einer klassischen Kreiseleggendrillkombination ausgesät und der Raps in Einzelkornsaat in einem zweiten Arbeitsgang gesät. Es wäre theoretisch möglich mit einer Zweikammerdrille den Raps und die Zwischenfrucht gleichzeitig zu säen. Auch eine Mischung des Rapssaatgutes mit dem Saatgut der Beisaat wäre denkbar. Um Effekte der Saattechnik auf die Etablierung des Rapses zu verhindern, wurde der hierauf jedoch verzichtet. Für Variante acht wurde in beiden Versuchsjahren die Mischung TerraLife Brassica Pro verwendet. Über alle Varianten hinweg wurden Graminizide (siehe Schlagkarteien) zur Bekämpfung von Ungräsern und Ausfallgetreide der Vorfrucht einheitlich angewendet.

### 3.2.2 Bonituren

Um die Ausgangslage jedes Standortes festzuhalten, wurden in allen Parzellen vor der ersten Behandlung die Leitunkräuter und die Deckungsgrade des Rapses als auch der Leitunkräuter bestimmt. Dies wurde für die Gesamtparzelle, den Raum zwischen den Rapsreihen und innerhalb der Rapsreihen durchgeführt. Diese Deckungsgradbonituren wurden anschließend nach jeder Behandlung wiederholt. Zusätzlich wurden die Wirkungsgrade der Maßnahmen geschätzt. In den Hackvarianten drei, vier und fünf wurden die mechanischen Beschädigungen, welche durch den Hackeinsatz am Raps entstanden, in Prozent geschätzt. Dies ist vergleichbar zu den Phytotoxbonituren, welche für die Varianten mit chemischem Pflanzenschutz durchgeführt wurden. Vor Vegetationsende wurde die Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter erhoben. Hierfür wurde jeweils ein Meter einer Saatreihe ausgezählt und auf einem Quadratmeter umgerechnet. Diese Zählungen wurden je Parzelle dreifach durchgeführt.

Im Frühjahr wurden erneut die Parameter Deckungsgrade Raps & Unkraut sowie Wirkungsgrad bonitiert. Zur Erhebung des Ertrags wurden die Parzellen an den Standorten Merklingsen und Borgeln im Kerndruschverfahren mit einem Parzellenmähdrescher C85 der Firma Haldrup beerntet. Dieser gibt zu jeder Parzelle den Frischmasseertrag in kg/ha und die Feuchtigkeit des Ernteguts in Prozent aus. Über die Umrechnung dieser Parameter in Verbindung mit der Erntefläche erhält man den Hektar Ertrag bei 9 % Kornfeuchte. Darüber hinaus wurden von jeder Parzelle Proben abgesackt, um diese im Labor mittels NIRS-Technik auf den Ölgehalt hin analysieren zu können. Dies wurde mit einem FOSS Infracore NOVA durchgeführt.

### 3.3 Versuchsanlage

Aufgrund unterschiedlicher Variantenumfänge und technischer Möglichkeiten der Versuchsanlage an den vier Standorten variieren auch die Versuchsanlagen. Durch die Aufnahme weiterer Versuchsglieder zwischen den Jahren wurde auch von 22/23 zu 23/24 die Versuchsanlage überarbeitet. Tabelle 2 ist zu entnehmen an welchen Standort die unterschiedlichen Varianten geprüft wurden.

Tabelle 2: Versuchsvarianten je Standort und Jahr

Variante	Versuchsjahr 2022/23				Versuchsjahr 2023/24		
	Me	Bo	Wa	El	Me	Bo	Wa
Kontrolle	X	X	X	X	X	X	X
Konv. 1	X	X	X	X	X	X	-
Hacke	X	X	X	X	X	X	X
Hacke Herb	X	X	X	X	X	X	X
Hacke Band	X	X	-	-	X	X	-
Lebendmulch	X	X	-	-	X	X	-
Direktsaat	X	X	-	-	X	X	-
Beisaat	X	-	-	-	X	X	-
Konv. 2	-	-	-	-	X	X	X

Me = Merklingsen, Bo = Borgeln, Wa Waldhausen, El = Ellingsen

#### 3.3.1 Merklingsen

Sowohl im Versuchsjahr 22/23 als auch im Versuchsjahr 23/24 wurde am Standort Merklingsen der Versuch in Kleinparzellen angelegt. Diese wiesen eine Breite von 2,7 Metern bei einer Länge von 7,5 Metern auf. Zu beiden Seiten wurden die Parzellen durch eine 55 Zentimeter (22/23), beziehungsweise 30 (23/24) Zentimeter Breite Trennung von der nächsten getrennt.

Durch den 1,5 Meter breiten Kerndrusch durch die Mitte der Parzelle ergab sich eine Erntefläche von 11,25 Quadratmetern. Abbildung 11 zeigt schematisch den Aufbau einer Parzelle. Die Längstrennung der Parzellen wurde dabei durch echte und unechte Fahrgassen gebildet, welche ebenfalls mit Raps eingesät war. Vor der Parzellenernte wurden die Stirnränder der Parzellen mittels Parzellenmähdrescher und Rapsmessern abgelängt.

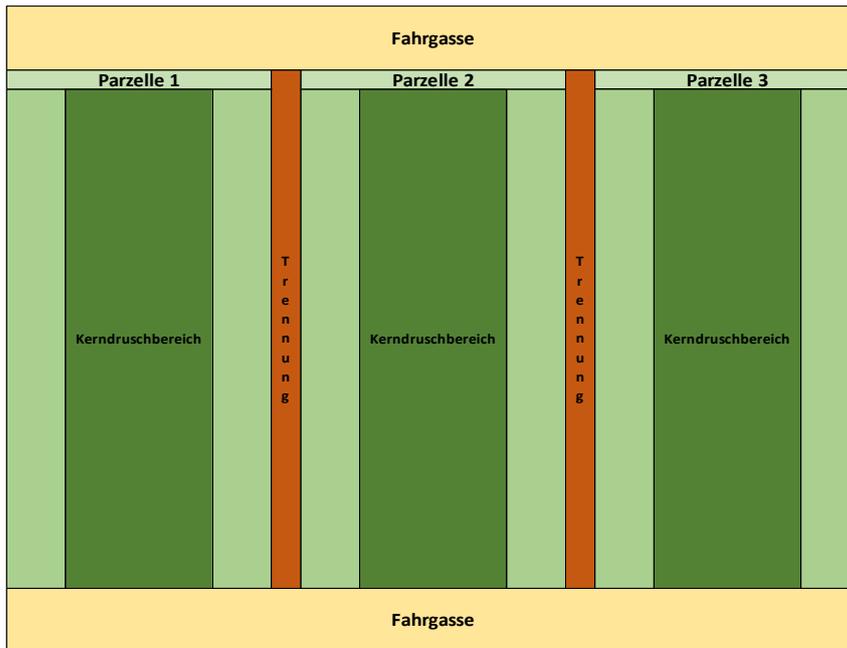


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Parzellenaufbaus 22/23

Abbildung 12 zeigt den Parzellenplan für das erste Versuchsjahr am Standort Merklingsen. Der Versuch wurde hier in einer dreifach wiederholten Streifenanlage angelegt. Je Streifen wurden sechs unechte Wiederholungen angelegt. Nach dem die Aussaat erfolgt war wurde die Beisatvariante 8, welche bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht geplant war in einfacher echter und sechsfacher unechter Wiederholung angelegt.

Die hohe Anzahl der Wiederholungen entstand als Absicherung vor Parzellenverlust in den Hackvarianten da nicht bekannt war, wie die Hacke auf die Parzellentrennungen innerhalb eines Streifes reagierte. Aufgrund dieser hohen Anzahl an Wiederholungen erstreckte sich der Versuch über einen Bereich von 69 Metern in der Breite und 63 Metern in der Länge. Nach der Anlage des Versuchs wurde deutlich, dass innerhalb des Versuchsbereich der Unkrautbesatz sehr stark schwankte. Als Resultat hieraus wurde nur ein Teilbereich mit den weitergehenden Bonituren betrachtet. Dieser wird in der folgenden Abbildung in grün dargestellt und wies einen relativ konstanten Unkrautdruck auf. Hieraus ergab sich für jede Variante ein sechsfach wiederholter Versuch. Jeweils mit drei echten und zwei unechten Wiederholungen. Die Ausnahme hiervon bildet die Variante acht, welche nur zweifach wiederholt vorliegt.



die nachfolgende Einzelkornsämaschine freigeräumt und gelockert. Genaue Angaben zu Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz sind dem Anhang „Schlagkartei Merklingsen Goldacker 2022/23“ zu entnehmen.

Die Aussaat erfolgte am 02.09.2022 aufgrund der vorangehenden warmen und trockenen Witterung in ein sehr feinkrümeliges, trockenes Saatbett. Es wurden 30 Körner pro Quadratmeter ausgesät. Für die Variante sechs wurde bereits am 06.07.2022 die Zwischenfruchtmischung Freudenberger TG11 mit 10kg/ha ausgesät. Die Beisaat für die Variante 8 erfolgte ebenfalls am 02.09.2022 mit einer Kreiselegendrillkombination und der Zwischenfruchtmischung TerraLife Brassica Pro (20 kg/ha). In Tabelle 3 sind alle für die Versuchsfrage relevanten direkten Unkrautbekämpfungsmaßnahmen dargestellt.

Tabelle 3: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Merklingsen im Versuchsjahr 22/23

Variante	Unkrautregulierung		
	T1 EC 15 07.10.2022	T2 EC 16 10.10.2022	T3 EC 18 28.10.2022
<b>1 Kontrolle</b>			
<b>2 Konv. 1</b>	0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero		0,25 l/ha Belkar
<b>3 Hacke</b>	Hacke		Hacke
<b>4 Hacke Herb</b>	Hacke + 0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero		Hacke + 0,25 l/ha Belkar
<b>5 Hacke Band</b>	Hacke	0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	Hacke + 0,25 l/ha Belkar
<b>6 Lebendmulch</b>			
<b>7 Direktsaat</b>			
<b>8 Beisaat</b>			

Im zweiten Versuchsjahr wurde der Versuchsanlage Bodenherbizid-Variante neun hinzugefügt und das Versuchslayout aufgrund der Erfahrungen des Vorjahres überarbeitet. Die Längstrennungen wurden hierbei nicht mehr von der Fahrgassen gebildet (siehe Abbildung 13). Darüber hinaus wurde der gesamte Versuchsschlag in diesem Jahr als Direktsaat mit Streifenlockerung für den Saatschlitz geführt, wodurch die Direktsaatvariante in Strohmulch (Variante sieben) auch der unbehandelten Kontrolle entsprach.

Abbildung 14 ist der Versuchsplan für das zweite Versuchsjahr zu entnehmen. Es wurden alle neun Varianten in einfacher echter und sechsfach unecht wiederholter Streifenanlage ausgesät. Zur besseren Übersicht der Unkrautverteilung über den Schlag wurden zwei drei Meter breite Streifen (Abb. 14 gelb markiert) als unbehandelte Kontrollen in den Versuchsbereich gelegt. Als Vorfrucht vor dem Raps befand sich Winterweizen auf dem Versuchsschlag. Nach der Weizenernte erfolgte am 11.08.2023 die Zwischenfruchtaussaat (TerraLife Brassica Pro 20 kg/ha) mittels Coverseeder für die Variante sechs statt. Der Raps wurde für alle Varianten am 08.09.2023 mit 35 Körnern pro Quadratmetern ausgesät. Am gleichen Tag wurde für die Variante acht die Beisaat, ebenfalls TerraLife Brassica Pro 20 kg/ha ausgesät.

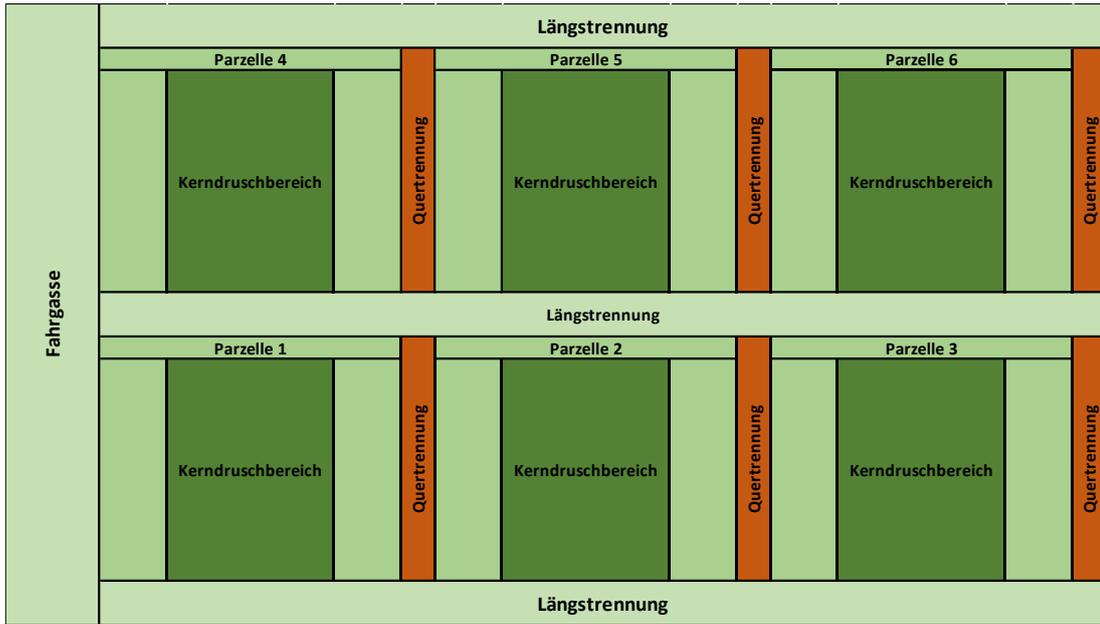


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Parzellenaufbaus 23/24

Schlag Disselbach 1							RaBe 2023/24																									
66	F	2	3	4	5	6	7	8	9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RABE (Rapsbeisaaten)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>Unbehandelte Kontrolle</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>Konventionell</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>Hackeinsatz</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>Hack+Herbizid NA</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>Hack_Bandspritze</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>Lebendmulch Plantinggreen (Zwischenfrucht)</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>Direktsaat in Strohmulch</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>Rapsbeisat</td> </tr> <tr> <td>9</td><td>Bodenherbizid</td> </tr> </tbody> </table>			RABE (Rapsbeisaaten)		1	Unbehandelte Kontrolle	2	Konventionell	3	Hackeinsatz	4	Hack+Herbizid NA	5	Hack_Bandspritze	6	Lebendmulch Plantinggreen (Zwischenfrucht)	7	Direktsaat in Strohmulch	8	Rapsbeisat	9	Bodenherbizid
RABE (Rapsbeisaaten)																																
1	Unbehandelte Kontrolle																															
2	Konventionell																															
3	Hackeinsatz																															
4	Hack+Herbizid NA																															
5	Hack_Bandspritze																															
6	Lebendmulch Plantinggreen (Zwischenfrucht)																															
7	Direktsaat in Strohmulch																															
8	Rapsbeisat																															
9	Bodenherbizid																															
55,5	E	6	6	6	6	6	6	6	6																							
45	D	2	3	4	5	6	7	8	9																							
34,5		4	4	4	4	4	4	4	4																							
31,5	C	1	1	1	1	1	1	1	1																							
21	B	2	3	4	5	6	7	8	9																							
10,5	A	2	2	2	2	2	2	2	2																							
-3		2	3	4	5	6	7	8	9																							
		1	1	1	1	1	1	1	1																							
lfd. m.		1	1	1	1	1	1	1	1																							
JD Spur		1	1	1	1	1	1	1	1																							
		-84	-81	-78	-75	-72	-69	-66	-63	-60	-57																					
		28	27	26	25	24	23	22	21	20	19																					

Abbildung 14: Versuchsplan Merklingsen 23/24

Tabelle 4 zeigt die für die Versuchsglieder relevanten Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf. Zu beachten ist, dass aufgrund der feuchten Witterung ein zweiter Hackgang und die abschließende Belkar-Behandlung in Variante 5 nicht möglich war. Eine Befahrbarkeit des Schlages mit Pflegebereifung war nicht gegeben. Weitere Angaben zu den Bearbeitungsgängen, Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz sind dem Anhang „Schlagkartei Merklingsen Disselbach 1 2023/24“ zu entnehmen.

Tabelle 4: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Merklingsen im Versuchsjahr 23/24

Variante	Unkrautregulierung			
	T1 EC 01 14.09.2023	T2 EC 15 11.10.2023	T3 EC 16 18.10.2023	T4 EC 18 17.11.2023
1 Kontrolle				
2 Konv. 1			0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	0,25 l/ha Belkar
3 Hacke		Hacke		
4 Hacke Herb		Hacke	0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	0,25 l/ha Belkar
5 Hacke Band		Hacke + 0,25 l/ha Belkar 0,25 l/ha Synero		
6 Lebendmulch				
7 Direktsaat				
8 Beisaat				
9 Konv. 2	2,5 l/ha Butisan Gold			

### 3.3.2 Borgeln

Das Parzellendesign am Standort Borgeln glich in beiden Versuchsjahren dem Design am Standort Merklingsen im zweiten Versuchsjahr (siehe Abbildung 13). Die Versuchsanlage und Verteilung der Parzellen im Schlag musste jedoch angepasst werden. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Fahrgassenraster des Praxisbetriebs und der Versuchsanlage. In den Vorjahren wurde auf der Fläche der Familie Dörendahl ein Fahrgassenraster mit 15 Metern Arbeitsbreite genutzt, für die Versuchsanlage waren jedoch 21m notwendig. Um zu verhindern das Versuchspartellen von Verdichtungen in ehemaligen Fahrgassen beeinträchtigt werden, wurden diese Bereiche ausgelassen und es entstand die in Abbildung 15 gezeigte Versuchsanlage. Insgesamt wurde jede Variante einfach echt und sechsfach unecht wiederholt.

Aufgrund von Fehlstellen durch Schnecken und Mäusefraß wurden jeweils die ersten vier der sechs unechten Wiederholungen beerntet. Am Standort Borgeln wurden im ersten Versuchsjahr wie geplant die Varianten eins bis sieben ausgesät. Nach der Ernte der Winterweizenvorfrucht wurde am 29.07.2022 mit dem Coverseeder die Zwischenfruchtmischung für Variante sechs ausgesät. Für die restlichen Varianten wurde die Fläche mit einer Scheibenegge bearbeitet. Am 02.09.2022 wurden die Saatzeilen mit einem Striptillgrubber für die Aussaat mit dem Einzelkornlegegerät vorbereitet. Es wurde anschließend der Raps mit einer Saatstärke von 35 Körnern pro Quadratmeter ausgesät. Genauere Angaben zur Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und

Pflanzenschutz sind dem Anhang „Schlagkartei Dörendahl Dorf 2022/23“ zu entnehmen. In Tabelle 5 werden die für den Versuch relevanten Maßnahmen zur Unkrautbekämpfung dargestellt.

Schlag Dörendahl Dorf		RaBe 2022/2024																				
63	F	1	2					3	4					5	6	7						
		6	6					6	6					6	6	6						
52,5	E	1	2					3	4					5	6	7						
		5	5					5	5					5	5	5						
42	D	1	2					3	4					5	6	7						
		4	4					4	4					4	4	4						
31,5	C	1	2					3	4					5	6	7						
		3	3					3	3					3	3	3						
21	B	1	2					3	4					5	6	7						
		2	2					2	2					2	2	2						
10,5	A	1	2					3	4					5	6	7						
		1	1					1	1					1	1	1						
		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
15m		FG				FG					FG						FG					
21m			FG							FG							FG					
Spur		-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Varianten				1	2				3	4					5	6	7					

RABE (Rapsbeisaaten)	
1	Unbehandelte Kontrolle
2	Konventionell
3	Hackeinsatz
4	Hack+Herbizid NA
5	Hack_Bandspritze
6	Lebendmulch
7	Direktsaat in Strohmulch

Abbildung 15: Versuchsplan Borgeln 22/23

Tabelle 5: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Borgeln im Versuchsjahr 22/23

Variante	Unkrautregulierung	
	T1 EC 16 11.10.2022	T2 EC 18 28.10.2022
1 Kontrolle		
2 Konv. 1	0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	0,25 l/ha Belkar
3 Hacke	Hacke	Hacke
4 Hacke Herb	Hacke + 0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	Hacke + 0,25 l/ha Belkar
5 Hacke Band	Hacke + 0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero	Hacke + 0,25 l/ha Belkar
6 Lebendmulch		
7 Direktsaat		

Im zweiten Versuchsjahr wurden die Parzellen wie in Merklingsen im zweiten Versuchsjahr angelegt. Auch hier wurden zur besseren Übersicht über die Unkrautverteilung auf dem Schlag die Bereiche für die Unbehandelten Kontrollen quer über den Versuchsbereich angelegt (siehe Abbildung 16). In diesem Versuchsjahr wurden am Standort Borgeln alle neun Varianten in einfacher echter und sechsfacher unechter



Tag fand die Rapsaussaat mit 35 Körnern pro Quadratmeter statt. Genauere Angaben zu Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung, Pflanzenschutz etc. sind dem Anhang „Schlagkartei Dörendahl Feldscheune 2023/24“ zu entnehmen. Tabelle 6 zeigt die für die Versuchsglieder differenzierten Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf. Am Standort Borgeln konnte ebenso wie am Standort Merklingsen im zweiten Versuchsjahr nur ein Hackgang durchgeführt werden. Auch die zweite Behandlung mit der Bandspritze war nicht möglich. Dies lag parallel zum Standort Merklingsen an der nicht gegebenen Befahrbarkeit mit Pflegebereifung, aufgrund der hohen Niederschlagsmengen. Alle anderen geplanten Maßnahmen konnten wie geplant durchgeführt werden.

### 3.3.3 Waldhausen

Am Standort Waldhausen wurde in beiden Versuchsjahren durch den Projektlandwirt der Versuch mit verringertem Umfang angebaut. Im ersten Versuchsjahr wurden die Varianten eins bis vier in einer einfach wiederholten Streifenanlage angebaut. Die Variante eins (Kontrolle) wurde als kleinerer Vergleichsbereich in den gleichen Streifen wie die Variante zwei gelegt (Abbildung 17). Jede Parzelle hatte dabei eine Breite von 5,4 Metern, was zwölf Saatreihen mit einem Abstand von 45 Zentimetern entspricht. Die Länge der Streifenanlage betrug 50 Meter. Diese 50 Meter langen Streifen wurden gleichmäßig in vier unechte Wiederholungen unterteilt. Die durchgeführten Unkrautbekämpfungsmaßnahmen werden in Tabelle 7 dargestellt. Alle weiteren Ackerbaulichen Maßnahmen sind dem Anhang „Schlagkartei Haardorn Sauers unten 2022/23“ zu entnehmen.



Abbildung 17: Versuchsanlage in Haardorn Sauers unten 22/23

Tabelle 7: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Waldhausen im Versuchsjahr 22/23

Variante	Unkrautregulierung	
	T1 EC 16, 16.10.2022	T2 EC 18, 29.10.2022
1 Kontrolle		
2 Konventionell		0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero
3 Hacke	Hacke	
4 Hacke + Herbizid	Hacke	0,25 l/ha Belkar + 0,25 l/ha Synero

Im Zweiten Versuchsjahr wurde der Versuch abermals auf einer Fläche am Standort Waldhausen angelegt. Zusätzlich zu den Varianten eins bis vier welche im vorangehenden Versuchsjahr geprüft wurden sollte die Variante neun im zweiten Versuchsjahr ebenfalls am Standort Waldhausen geprüft werden. Auch in diesem Jahr wurden die Varianten wieder als einfach echt- und vierfach unecht wiederholte Streifenanlage im Feld etabliert. Aufgrund der nassen Witterung im Herbst 2023 konnten die geplanten Hackmaßnahmen nicht durchgeführt werden. Im Herbst wurde einzig die Variante neun plangemäß mit dem Mittel Fuego (500g/l Metazachlor) behandelt. Aufgrund der Verunkrautung der restlichen Parzellen entschied sich der Projektlandwirt, am 02.03.2024, dafür die restlichen Parzellen mit dem Herbizid Korvetto (120g/l Clopyralid und 5g/l Halauxifen-methyl) nachzubehandeln. Hierdurch veränderte sich die Versuchsanlage und es standen nur noch die Versuchsvarianten eins und neun im Versuch. Durch einen zusätzlichen Hackgang am 10.03.2024 wurde noch die Variante vier etabliert. Die folgende Abbildung zeigt den finalen Versuchsplan am Standort Waldhausen im zweiten Versuchsjahr. Tabelle 8 sind die Unkrautbekämpfungsmaßnahmen der zum Ende im Versuch stehenden Varianten zu entnehmen. Alle weiteren durchgeführten Maßnahmen können dem Anhang „Schlagkartei Haardorn Sauers unten 2023/24“ entnommen werden.

Haardorn Sauers oben				Rabe 2023/24			
30	C	4	9	Fahrgasse	1	RaBe (Raps Beisaaten)	
		3	3		3		1 Unbehandelte Kontrolle
20	B	4	9		1		4 Hacke + Herbizid
		2	2		2		9 Konventionell 2
10	A	4	9		1		
		1	1		1		
Ifd. m.		12	9	6	3		
Variante		4	9	FG	1		

Abbildung 18: Versuchsplan Haardorn Sauers oben 23/24

Tabelle 8: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Waldhausen im Versuchsjahr 23/24

Variante	Unkrautregulierung		
	T1 EC 00 03.09.2023	T2 EC 18 02.03.2024	T3 EC 18 10.03.2024
1 Kontrolle			
4 Hacke + Herbizid		1,0 l/ha Korvetto	Hacke
9 Bodenherbizid	1,02 l/ha Fuego		

### 3.3.4 Ellingsen

Am Standort Ellingsen wurde im ersten Versuchsjahr der Versuch im gleichen Umfang wie am Standort Waldhausen und mit dem gleichen Versuchsdesign angelegt. Auch hier wurde eine einfach wiederholte Streifenanlage mit vier unechten Wiederholungen etabliert. Dies wird in der folgenden Abbildung dargestellt.



Abbildung 19: Versuchsanlage Ellingsen 22/23

Die Rapsaussaat fand an diesem Standort am 26.08.2022, mit einer Aussaatstärke von 28 Körnern pro Quadratmetern statt. Vorangehend wurde der Boden insgesamt viermal bearbeitet. Die ersten beiden Arbeitsgänge erfolgten in einem Abstand von 14 Tagen zueinander, flach mit einer Scheibenegge. Danach wurde 25 Zentimeter tief gegrubbert und unmittelbar vor der Aussaat die Fläche mit einer Kreiselegge bearbeitet. Es wurde die Sorte Daktari ausgesät. Nach der Rapsaussaat wurde die erste Herbizidbehandlung am 09.09.2022 (BBCH 10) mit der Mischung 0,8 l/ha Fuego (Metazachlor) und 0,8 l/ha Targa Super (Quizalofop-P) durchgeführt. Bei dieser Behandlung wurden die Varianten zwei und vier behandelt. Der Hackgang wurde beim BBCH-Stadium 16 des Raps durchgeführt. Die Hacke bearbeitete die Varianten drei und vier. Ein geplanter zweiter Hackgang konnte aufgrund der Witterung nicht realisiert werden.

Tabelle 9: Direkte Unkrautregulierungsmaßnahmen in Ellingsen im Versuchsjahr 22/23

Variante	Unkrautregulierung	
	T1 EC 02 09.09.2022	T2 EC 15 05.10.2022
1 Kontrolle		
2 Konventionell	0,8 l/ha Fuego + 0,8 l/ha Targa Super	
3 Hacke		Hacke
4 Hacke + Herbizid	0,8 l/ha Fuego + 0,8 l/ha Targa Super	Hacke

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Versuchsjahr 22/23

#### 4.1.1 Boniturergebnisse

Zur Erfolgsanalyse der unterschiedlichen Behandlungsmethoden wurden diverse Bonituren durchgeführt. Um die Erfolge darzustellen, werden im Folgenden die Deckungsgradbonituren vor Winter und die Wirkungsgradbonituren nach Winter ausgewertet. Darüber hinaus wird die Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter als Indikator der Beeinträchtigung der Rapsetablierung und des Rapswachstums durch die unterschiedlichen Behandlungen ausgewertet. Am Standort Merklingsen wurden darüber hinaus noch die Wuchshöhen vor der Ernte und NDVI-Werte im Wachstumsverlauf betrachtet.

An den Versuchsstandorten Borgeln, Merklingsen und Ellingsen bildeten die Arten Echte Kamille (*Matricaria chamomilla MATCH*) und gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media STEME*) die Leitunkräuter. Am Standort Borgeln waren nur sehr vereinzelt Pflanzen vorzufinden, teilweise weniger als drei Individuen pro Versuchsparzelle. Am Standort Merklingsen hingegen ergaben sich deutlich höhere Bedeckungsgrade der Unkräuter. In Ellingsen war der Unkrautdruck wiederum deutlich geringer als in Merklingsen aber höher als in Borgeln. Am Standort Waldhausen bildeten die Arten *MATCH* und Weg-Rauke (*Sisymbrium officinale SSYOF*) die Leitunkräuter.

Tabelle 10: Unkrautdeckungsgrade vor Winter 22/23 (22.11.2022)

	Borgeln		Merklingsen		Waldhausen		Ellingsen	
	<i>MATCH</i>	<i>STEME</i>	<i>MATCH</i>	<i>STEME</i>	<i>MATCH</i>	<i>SSYOF</i>	<i>MATCH</i>	<i>STEME</i>
01 Kontrolle	<1	<1	5	25	12	5	3	2
02 Konv. 1	0	0	<1	<1	5	1	2	3
03 Hacke	0	0	<1	5	Behandlungsfehler		<1	2
04 Hacke Herb	0	<1	<1	5	8	2	<1	3
05 Hacke Band	0	<1	<1	3				
06 Lebendmulch	0	0	2	<1				
07 Direktsaat	0	0	<1	3				
08 Beisaat			<1	<1				

Wie der Tabelle 10 zu entnehmen ist wiesen die Varianten zwei, sechs und acht, am Standort Merklingsen, eine sehr gute Reduktion des Bedeckungsgrades auf. Die Hackvarianten drei bis fünf und die Direktsaatvariante zeigten eine Schwäche bei der Bekämpfung von *STEME*. Am Standort Ellingsen konnte in Bezug auf *STEME* keine der Varianten eine deutliche Verbesserung aufweisen. Bei der Bekämpfung von *MATCH* scheinen jedoch die Hackvarianten drei und vier besser funktioniert zu haben.

Bei der Betrachtung der Wirkungsgrade nach Winter, sprich nachdem alle Unkrautbekämpfungsmaßnahmen inklusive der Ungrasbekämpfung abgeschlossen waren, ergibt sich das in der Tabelle 11 dargestellte Bild. In der Zeile Kontrolle wird der durchschnittliche Bedeckungsgrad aller Unkräuter dargestellt. Dabei wird für jede Variante ein Wert für die Gesamtparzelle (UK Gesamt), innerhalb der Rapsreihe (UK i.d.R.)

und zwischen den Rapsreihen (Uk z.d.R.) ausgegeben. Aufgrund des niedrigen Ausgangsdrucks am Standort Borgeln fielen hier auch die Wirkungsgrade sehr hoch aus. Am Standort Merklingsen zeigt sich, dass die Hackvarianten drei bis fünf Schwächen in der Unkrautbekämpfung innerhalb der Rapsreihen aufweisen. Am Standort Waldhausen konnte keine der Varianten zufriedenstellende Wirkungsgrade aufweisen. Am Standort Ellingsen wieß „Konv. 1“ unterdurchschnittliche Behandlungserfolge auf, während die Hackvarianten drei und vier mit einem Wirkungsgrad von 90 Prozent deutlich besser das Unkraut bekämpft haben.

Tabelle 11: Wirkungsgrade (%) nach Winter 22/23 (27.02.2023), Kontrolle = DG Unkraut (%)

	Borgeln			Merklingsen			Waldhausen			Ellingsen		
	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.
Var. 1	<1	<1	<1	70	50	75	15	5	20	5	2	7
Var. 2	100	100	100	99	99	99	70	50	75	50	50	50
Var. 3	100	100	100	95	80	100	Behandlungsfehler			90	80	95
Var. 4	100	100	100	98	80	99	60	40	70	90	75	90
Var. 5	99	100	99	92	85	99						
Var. 6	99	99	99	99	99	99						
Var. 7	99	100	99	99	99	99						
Var. 8				0	0	0						

Die folgenden Bilder zeigen einen repräsentativen Blick in die Versuchsvarianten Kontrolle, Hacke, Lebendmulch und Direktsaat am Standort Merklingsen zur Bonitur nach Winter. Hierbei wird deutlich das die Variante Hacke im Reihenzwischenbereich im Vergleich zur Variante Kontrolle das Unkrautvorkommen deutlich reduzieren konnte, im Bereich innerhalb der Reihe dies jedoch deutlich schlechter funktioniert hat. Für die Varianten vier und fünf sieht dies sehr ähnlich aus. Die Abbildungen 22 und 23 zeigen jeweils einen Überblick über eine Lebendmulch Versuchsparzelle und eine Direktsaatversuchsparzelle. Hier wird deutlich, dass der Raps hier relativ lückig dasteht, jedoch kaum bis kein Unkraut zu erkennen ist. Dies zeigt auch die Detailaufnahme 24 von der Direktsaatvariante. Die Aufnahmen wurden alle am 28.03.2023 erstellt.



Abbildung 20: Kontrolle Merklingsen 03/23

Abbildung 21: Konv. 1 Merklingsen 03/23



Abbildung 22: Lebendmulch Merklingsen 03/23

Abbildung 23: Direktsaat Merklingsen 03/23



Abbildung 24: Direktsaat Detailansicht Merklingsen 03/2023

Tabelle 12 zeigt die Pflanzenzahl pro Quadratmeter im Verhältnis zur ausgesäten Körneranzahl an. Hierbei fällt auf das sowohl am Standort Merklingsen als auch Borgeln die Variante Lebendmulch unterdurchschnittlich wenig Pflanzen pro Quadratmeter aufweist. Dies fällt auch bei der Betrachtung von Abbildung 22 auf. Am Standort Borgeln haben sich jedoch auch die restlichen Varianten schlechter etabliert als am Standort Merklingsen. Am Standort Waldhausen hat sich ein sehr ungleichmäßiger Rapsbestand entwickelt. Dies liegt jedoch weniger an den unterschiedlichen Unkrautbekämpfungsmethoden, als an einer starken Altrapsbelastung der Fläche. In Ellingsen hat sich der Raps sehr gleichmäßig etabliert, einzig bei der Variante vier wurde der Raps durch die Hacke in der Pflanzenanzahl reduziert.

Tabelle 12: Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter vor Winter 2022/23

Variante/Standort Aussaatmenge	Merklingsen 30 Kö/m <sup>2</sup>	Borgeln 35 Kö/m <sup>2</sup>	Waldhausen 33 Kö/m <sup>2</sup>	Ellingsen 28 Kö/m <sup>2</sup>
01 Kontrolle	25	23	21	27
02 Konv. 1	24	26	32	25
03 Hacke	25	24	Behandlungsfehler	27
			33	
04 Hacke Herb	22	22		22
05 Hacke Band	26	25		
06 Lebendmulch	14	11		
07 Direktsaat	24	25		

In Abbildung 25 werden die durchschnittlichen NDVI-Verläufe der Varianten am Standort Merklingsen dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen dimensionslosen Vegetationsindex, der aus der Verrechnung der Reflektion von rotem und nahinfrarotem Licht berechnet wird. Dieser korreliert stark mit der (grünen) Biomasse von Pflanzenbeständen und in geringem Maß mit der Pflanzengesundheit. Je mehr Biomasse an einer Stelle steht desto höher der Wert. Der NDVI gibt dabei Werte von -1 bis +1 aus. Erhoben wurden diese Werte per Drohne mittels einer Multispektralkamera.

In der frühen Entwicklungsphase gleichen sich alle Varianten sehr stark, mit Ausnahme der Variante Lebendmulch, welche einen deutlich geringeren NDVI aufweist. Zum Boniturtermin vor Winter wird dann auch deutlich, dass die Variante Direktsaat einen geringen NDVI-Wert aufweist, welche jedoch immer noch deutlich oberhalb von der Variante Lebendmulch liegt. In der Frühjahresentwicklung kann die Variante Direktsaat diesen Rückstand gegenüber den anderen Varianten bis Anfang April wieder aufholen.

Die Variante Lebendmulch schafft dies jedoch nicht mehr. Kurz vor der Ernte hat die Variante dann eine Art „Stay-Green“-Effekt und bleibt länger vitaler als die restlichen Varianten. Auch die Varianten Direktsaat und Beisaat weisen geringfügig höhere NDVI-Werte in den letzten beiden Boniturterminen auf. Die niedrigen NDVI-Werte der Variante Lebendmulch sind insbesondere deswegen interessant, da diese trotz der

ausgesäten Zwischenfruchtmischung so gering sind. Die Boniturmethode des NDVI kann nicht zwischen der Biomasse des Rapses und andere Biomasse unterscheiden. Bei einem gleichmäßig entwickelten Raps und Zwischenfruchtbestand würde man insbesondere in der frühen Entwicklungsphase von einem deutlich höheren NDVI-Wert gegenüber den anderen Varianten ausgehen.

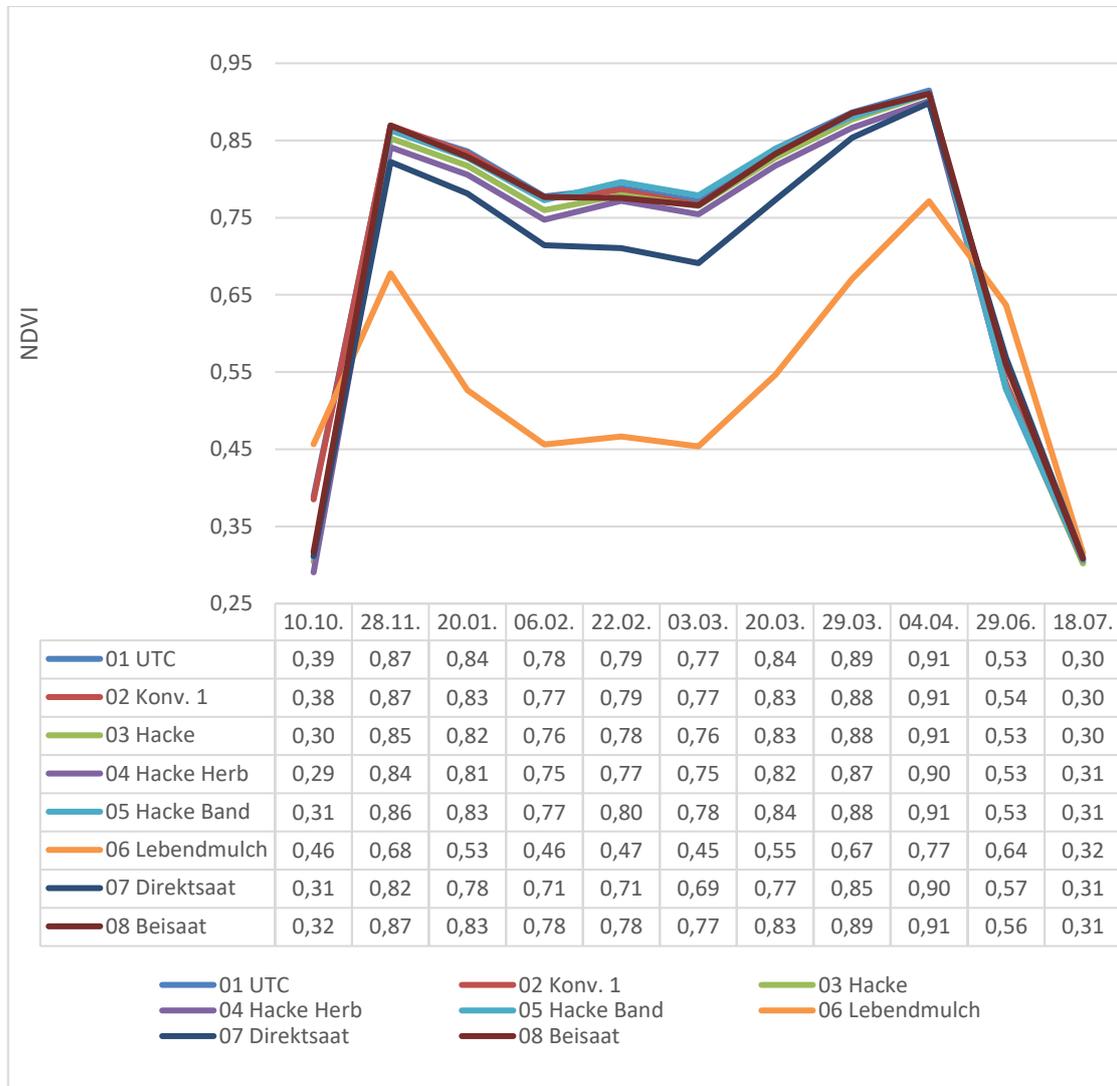


Abbildung 25: NDVI-Verlauf der Varianten in Merklingsen im Versuchsjahr 2022/23

Ebenfalls per Drohne wurden vor und nach der Parzellenernte Daten für ein 3D Modell der Versuchsfläche am Standort Merklingsen generiert. Aus diesem Modell lässt sich für jeden Bildpunkt die Höhe ausgeben. Pro Versuchsparzelle kommen so circa 300.000 Messpunkte zusammen. Die folgende Abbildung 26 zeigt die durchschnittliche Wuchshöhe der unterschiedlichen Varianten an. Der Wert WHmean gibt den Durchschnittswert an, der Wert WHmedian den Median und der Wert WHmajority den am häufigsten vertretenen Wert. Hierbei fällt auf das der Mittelwert und der Median aller Varianten sich stark ähneln. Die einzige Ausnahme ist hier die Variante zwei, welche eine leicht geringere, durchschnittliche Wuchshöhe aufweist.

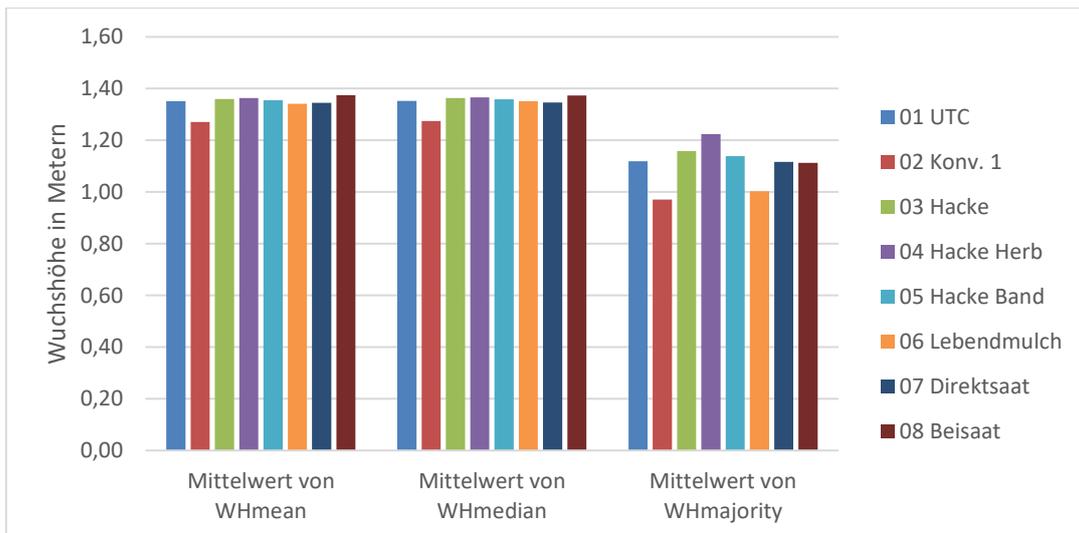


Abbildung 26: Durchschnittliche Wuchshöhe je Variante in Merklingsen 2022/23

#### 4.1.2 Ertrag & Ölgehalt

Mit der Ernte und der nachfolgenden Analyse, des Ernteguts im Labor wurden Ertrag in dt/ha (9% Restfeuchte) und Ölgehalt in Prozent der Trockensubstanz ermittelt. Diese Parameter wurden mit dem Programm R Studio auf signifikante Unterschiede geprüft. Für Normalverteilte Parameter wurde eine Anova durchgeführt und die einzelnen Signifikanzen mittels einem Pairwise T-Test ausgegeben. Letzter wurde mit der Bonferroni-Methode korrigiert. Bei nicht normalverteilten Erhebungen wurde der Kruskal-Wallis-Test durchgeführt und mittels Dunn-Test ausgewertet. Letzter wurde ebenfalls mit der Bonferroni-Methode korrigiert. Aufgrund der geringen Stichprobenumfänge bei der Einzelbetrachtung der Standorte, größerer Unterschiede in den Varianzen der Gruppen und der strengen p-Wertkorrektur der Bonferroni-Methode können auch groß erscheinende Unterschiede als nicht signifikant dargestellt werden. Dies ist kein absoluter Indikator, dass diese Unterschiede nicht tatsächlich da sein können, jedoch kann gegeben dieser Unsicherheiten die Annahme nicht bestätigt werden.

Tabelle 13: Rapsrerträge in Borgeln und Merklingsen 2023 (n.s.)

Variante	Borgeln Ertrag dt/ha	Relativertrag	Merklingsen Ertrag dt/ha	Relativertrag
01 Kontrolle	44,7	108	57,8	105
02 Konv. 1	41,3	100	54,9	100
03 Hacke	42,6	103	57,9	105
04 Hacke Herb	44,0	106	58,1	106
05 Hacke Band	41,5	100	52,8	96
06 Lebendmulch	42,8	103	56,6	103
07 Direktsaat	41,7	101	54,7	100
08 Beisaat			55,4	101

Tabelle 13 zeigt die Hektarerträge der beiden Standorte Merklingsen und Borgeln je Variante. Für die Betrachtung des Relativertrags wird die Konventionelle Kontrolle (Variante 2) als Bezugsgröße angenommen. An beiden Standorten konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

Die Abbildungen 27 und 28 zeigen jeweils die Boxplots zum Ertrag der beiden Standorte Merklingsen und Borgeln. Hier wird deutlich das am Standort Merklingsen die Variante Hacke Band große Schwankungen zwischen den Wiederholungen aufwies, während Variante sechs und acht in deutlich geringerem Umfang in den Ernteergebnissen schwankten. Bei der Variante Beisat ist jedoch zu berücksichtigen das am hier nur zwei statt sechs Parzellen beerntet wurden. Die Direktsaatvariante weist ebenfalls hohe Schwankungen auf. Am Standort Borgeln fallen die Schwankungen in der Variante fünf deutlich geringer aus. Die Schwankungen in der Variante sieben sind hier ebenfalls wiederzufinden. Darüber hinaus ist auffällig das an beiden Standorten die Kontrolle am besten / zweitbesten abschneidet. Die meisten Varianten haben scheinbar zunächst eine negative Auswirkung auf den Ertrag.

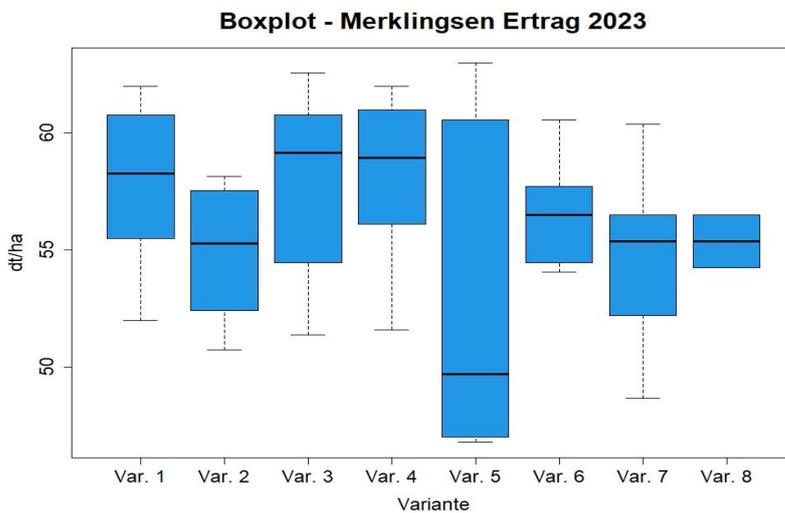


Abbildung 27: Boxplot Ertrag Merklingsen 2023 (n.s.)

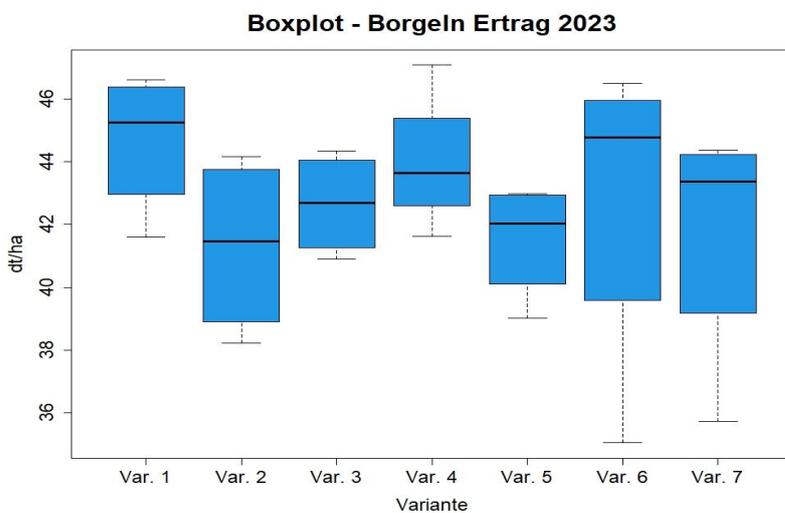


Abbildung 28: Boxplot Ertrag Borgeln 2023 (n.s.)

Tabelle 14 zeigt die durchschnittlichen Ölgehalte der einzelnen Varianten im Versuchsjahr 2023. In Borgeln treten hier weder größere Schwankungen innerhalb der Varianten noch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten auf. Am Standort Merklingsen wies 2023 die Variante sechs einen erhöhten Ölgehalt auf, welcher sich signifikant von der Variante eins und zwei unterscheidet. Auffällig ist hierbei dass diese Signifikanz nicht auf die Variante acht nachgewiesen werden kann, welche in ihrem Ergebnis der Variante zwei stark ähnelt. Dies liegt jedoch am verminderten Wiederholungsumfang und der p-Wert-Korrektur.

Tabelle 14: Ölgehalt und deren Signifikanzniveaus in Borgeln und Merklingsen 2023

Variante	Borgeln Ölgehalt % TS	Relativ-ertrag (n.s.)	Merklingsen Ölgehalt % TS	Relativ-ertrag	Signifikanz-niveau
01 Kontrolle	43,2	99	45,8	99	b
02 Konv. 1	43,8	100	46,2	100	b
03 Hacke	44,0	100	46,5	101	ab
04 Hacke Herb	44,1	101	46,7	101	ab
05 Hacke Band	44,1	101	46,7	101	ab
06 Lebendmulch	42,9	98	47,4	103	a
07 Direktsaat	43,8	100	46,7	101	ab
08 Beisaat			46,1	100	ab

Bei der kombinierten Auswertung der Standorte Borgeln und Merklingsen im Versuchsjahr 22/23 stellt sich untenstehende Tabelle 15 dar. Da die Variante acht, in diesem Versuchsjahr, nur am Standort Merklingsen angebaut wurde wird sie in der kombinierten Auswertung nicht betrachtet. Es liegen keine signifikanten Unterschiede im Ertrag und Ölgehalt vor. An dem anschließenden Boxplot in der Abbildung 29 lässt sich gut die Varianz der einzelnen Versuchsvarianten erkennen. Über die Varianten hinweg ist diese sehr ähnlich. Nur Variante fünf weist hierbei ein deutlich engeres Feld der mittleren 50 Prozent der Werte auf.

Tabelle 15: Kombinierte Auswertung Borgeln & Merklingsen Ertrag und Ölgehalt 2023 (n.s.)

Variante	Ø Ertrag dt/ha Borgeln & Merklingsen	Relativertrag	Ø Ölgehalt % TS Borgeln & Merklingsen	Relativertrag
01 Kontrolle	51,2	106	44,5	99
02 Konv. 1	48,1	100	45,0	100
03 Hacke	50,3	105	45,3	101
04 Hacke Herb	51,0	106	45,4	101
05 Hacke Band	47,1	98	45,4	101
06 Lebendmulch	49,7	103	45,2	100
07 Direktsaat	48,2	100	45,2	101

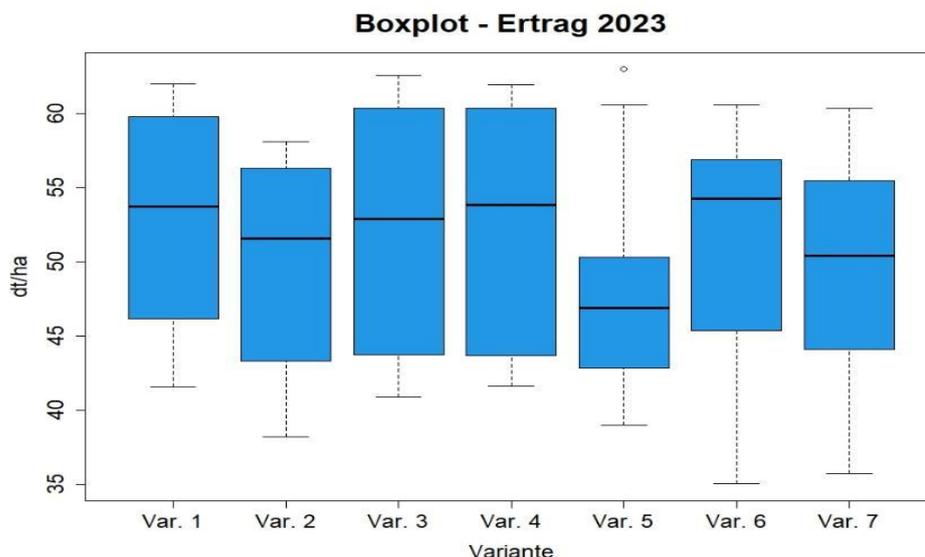


Abbildung 29: Boxplot mittlerer Rapsenertrag Borgeln & Merklingsen 2023 (n.s.)

## 4.2 Versuchsjahr 2023/24

### 4.2.1 Bonituren

Analog zum ersten Versuchsjahr wurden im zweiten Versuchsjahr die gleichen Bonituren zur Erfassung des Unkrautdrucks und des Wirkungsgrades erhoben. Auch die Anzahl der Rapspflanzen pro Quadratmeter wurde weiterhin bonitiert. Die Wuchshöhe wurde in diesem Versuchsjahr nicht per Drohne bonitiert. NDVI-Werte wurden insgesamt zu vier Terminen im Oktober und Februar und März, am Standort Merklingsen, erhoben. Ergaben jedoch keine sinnvoll auswertbaren Daten.

Tabelle 16 sind die Unkrautdeckungsgrade vor Winter im zweiten Versuchsjahr zu entnehmen. An den Versuchsstandorten Borgeln und Merklingsen bildeten MATCH und STEME die Leitunkräuter. Konträr zum ersten Versuchsjahr war das Unkrautauflkommen in diesem Versuchsjahr am Standort Merklingsen sehr gering und in Borgeln dafür deutlich höher. Am Standort Merklingsen gab es teilweise Parzellen ohne Unkrautauflkommen. Durchschnittlich lag der Deckungsgrad mit MATCH am Standort Merklingsen in der Kontrolle beziehungsweise der Variante acht bei acht Prozent. Am Standort Borgeln hingegen ergaben sich höhere Bedeckungsgrade bei STEME. In der Unbehandelten Kontrolle wurden durchschnittlich vor Winter Bedeckungsgrade von sechs Prozent der Parzellenfläche mit STEME und zwei Prozent der Parzellenfläche mit MATCH bonitiert.

Am Standort Waldhausen wurde bis zum Zeitpunkt der Bonitur keine Varianten behandelt und im Frühjahr anders angelegt als geplant. Deswegen liegen für die Bonitur vor Winter keine Daten vor. Im Frühjahr wiesen die Parzellen vor der Behandlung durchschnittlich einen Deckungsgrad von zwölf Prozent MATCH, acht Prozent Klett- enlabkraut (*Galium aparine*, GALAP) und zwei Prozent SSSYOF auf.

Tabelle 16: Unkrautdeckungsgrade vor Winter 22/23 (24.11.2023)

	Borgeln		Merklingsen		Waldhausen
	MATCH	STEME	MATCH	STEME	
01 Kontrolle	2	6	8	0	Differenzierung erst durch Behandlung im Frühjahr
02 Konv. 1	0	0	<1	0	
03 Hacke	0	0	<1	<1	
04 Hacke Herb	0	0	0	<1	
05 Hacke Band	0	0	0	0	
06 Lebendmulch	0	0	0	0	
07 Direktsaat	<1	3	3	0	
08 Beisaat	0	0	8	0	
09 Konv. 2	0	0	0	0	

Wie Tabelle 17 (Var. 1 entspricht Unkraut Deckungsgrad) zu entnehmen ist, wiesen die Varianten zwei, drei, vier, fünf, acht und neun am Standort Borgeln in diesem Jahr sehr gute Unkrautbekämpfungserfolge auf. Am Standort Merklingsen hingegen zeigten die Varianten drei und fünf etwas schlechtere Wirkungsgrade auf. Die Varianten sieben konnte nur einen Wirkungsgrad von 50 % erreichen, während Variante acht keinerlei Wirkung zeigte. Am Standort Merklingsen wiesen die Varianten mit Hacktechnik, wie im Vorjahr, wieder geringere Wirkungsgrade innerhalb der Rapsreihe als zwischen den Rapsreihen auf. Am Standort Borgen trat dieses Phänomen nicht auf. In Waldhausen konnte die Herbizidmaßnahme einen Wirkungsgrad von 75 % erreichen, während die Kombination aus Hacke und Herbizid 99 % Wirkungsgrad erbracht hat. Hier ist ähnlich zu Merklingsen eine etwas geringere Leistung der Hacke innerhalb der Rapsreihe zu sehen.

Tabelle 17: Wirkungsgrade (%) nach Winter 2023/24 (06.02.2024)

	Borgeln			Merklingsen			Waldhausen		
	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.	UK Gesamt	Uk i.d.R.	Uk z.d.R.
Var. 1	8	1	8	1	1	1	15	15	15
Var. 2	99	100	99	99	99	99	75	75	75
Var. 3	100	100	99	75	50	95			
Var. 4	100	100	100	95	70	99	99	95	99
Var. 5	100	100	100	85	70	90			
Var. 6	75	100	75	75	50	90			
Var. 7	0	100	0	50	0	70			
Var. 8	97	99	97	0	0	0			
Var. 9	99	100	99	99	99	99			

Abbildungen 30 bis 33 zeigen beispielhaft den Rapsbestand und das Unkrautauftreten in den Varianten zwei, drei, sechs und acht. Während bei der konventionellen Varianten zwei und der Hackvariante drei nahezu kein Unkraut zu erkennen ist fällt insbesondere die Beisaatvariante acht mit einem relativ hohen Unkrautdruck auf. In Abbildung 31 sind die Reste der über Winter abgestorbenen Zwischenfruchtmischung

TerraLife Brassica Pro zu erkennen. Die Aufnahmen 30 bis 33 wurden am 13.03.2024 erstellt.



Abbildung 30: Konv. 1 Merklingsen 03/24    Abbildung 31: Hacke Merklingsen 03/24



Abbildung 32: Lebendmulch Merklingsen 03/24    Abbildung 33: Beisat Merklingsen 03/24



Abbildung 34: Blühverzögerung Variante Lebendmulch in Merklingsen 26.3.24

Im Versuchsjahr 23/24 zeigten die Lebendmulch-Variante sechs und die Beisaat-Variante acht an beiden Versuchsstandorten deutliche Verzögerungen beim Wechsel von der vegetativen in die generative Phase. Deutlich wurde dies insbesondere an der verzögerten Blütenentwicklung dieser beiden Varianten (Abbildung 34). Dieser Unterschied in der Pflanzenentwicklung zog sich bis zur Abreife fort (Abbildung 35). Darüber hinaus zeigt das Luftbild die unterschiedlichen Wirkungsgrade gegenüber der Kamille auf.

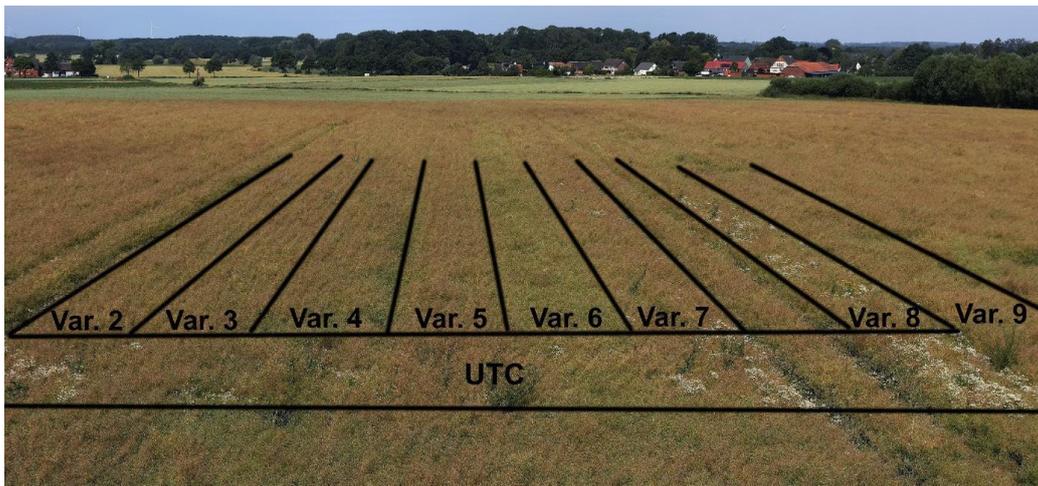


Abbildung 35: Luftbild der Versuchsanlage 23/24 Standort Merklingsen (18.6.24)

Tabelle 18: Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter vor Winter 23/24

	Merklingsen	Borgeln	Mittelwert	Relativ zur Ausaatstärke (%)
01 Kontrolle	24	26	25	71
02 Konv. 1	19	26	23	64
03 Hacke	23	23	23	66
04 Hacke Herb	23	20	22	61
05 Hacke Band	20	20	20	57
06 Lebendmulch	18	24	21	60
07 Direktsaat	24	14	19	54
08 Beisaat	14	18	16	46
09 Konv. 2	19	20	20	56

Sowohl am Standort Merklingsen als auch in Borgeln wurden in diesem Versuchsjahr 35 Körner pro Quadratmeter ausgesät. Hierbei fällt auf, dass die Variante sechs am Standort Merklingsen eine deutlich reduzierte Menge an Rapspflanzen aufweist, während dies am Standort Borgeln nicht der Fall ist. Genau umgekehrt verhält es sich mit der Variante Direktsaat. Bei der Variante Beisaat weisen beide Standorte eine verringerte Anzahl Rapspflanzen pro Quadratmeter auf, wobei der Standort Merklingsen noch einmal weniger Pflanzen aufweist (Tab. 18).

#### 4.2.2 Ertrag & Ölgehalt

Wie auch für das erste Versuchsjahr wurden im zweiten Versuchsjahr die Hektarerträge und Ölgehalte erhoben und statistisch ausgewertet. Am Standort Borgeln wurden jeweils vier Wiederholungen beerntet, Variante sechs aufgrund von Schädigungen der Versuchsparzelle nur dreifach. Am Standort Merklingsen wurden jeweils fünf Wiederholungen beerntet. Variante neun konnte aufgrund von Schädigungen durch Mäuse und Schneckenfraß ebenfalls nur dreifach beerntet werden.

Tabelle 19 zeigt die durchschnittlichen Erträge je Variante und Standort. An beiden Standorten gab es in diesem Versuchsjahr signifikante Unterschiede zwischen den Varianten. Sowohl am Standort Borgeln als auch am Standort Merklingsen wiesen die beiden Varianten Hacke und Hacke-Herbizid signifikant höhere Erträge als die Vergleichsvariante zwei auf. Der signifikant höhere Ertrag der Variante Hackebandspritzung am Standort Borgeln konnte jedoch am Standort Merklingsen nicht wiedergespiegelt werden. Die restlichen Varianten waren am Standort Borgeln relativ Ertragsneutral, während sie am Standort Merklingsen niedriger bis signifikant niedriger ausfielen.

Tabelle 19: Rapsrerträge und deren Signifikanzniveaus in Borgeln und Merklingsen 2024

Variante	Borgeln Ertrag dt/ha	Relativ- ertrag	Signifikanz niveau	Merklingsen Ertrag dt/ha	Relativ- ertrag	Signifikanz niveau
02 Konv. 2	41,6	100	b	43,1	100	ab
03 Hacke	44,2	106	ab	45,4	105	a
04 Hacke Herb	41,7	100	b	43,0	100	b
05 Hacke Band	45,8	110	a	43,2	100	ab
06 Lebendmulch	45,9	110	a	44,7	104	ab
07 Direktsaat	41,6	100	b	39,5	92	c
08 Beisaat	43,0	104	ab	41,5	96	c
09 Konv. 2	41,7	100	b	42,0	97	bc

Die folgenden beiden Boxplot-Grafiken 36 und 37 zu den Standorten Merklingsen und Borgeln zeigen auf, dass im zweiten Versuchsjahr die Varianz innerhalb der einzelnen Versuchsglieder deutlich geringer, als im ersten Versuchsjahr ausfiel. Dies spricht für eine bessere Versuchsqualität.

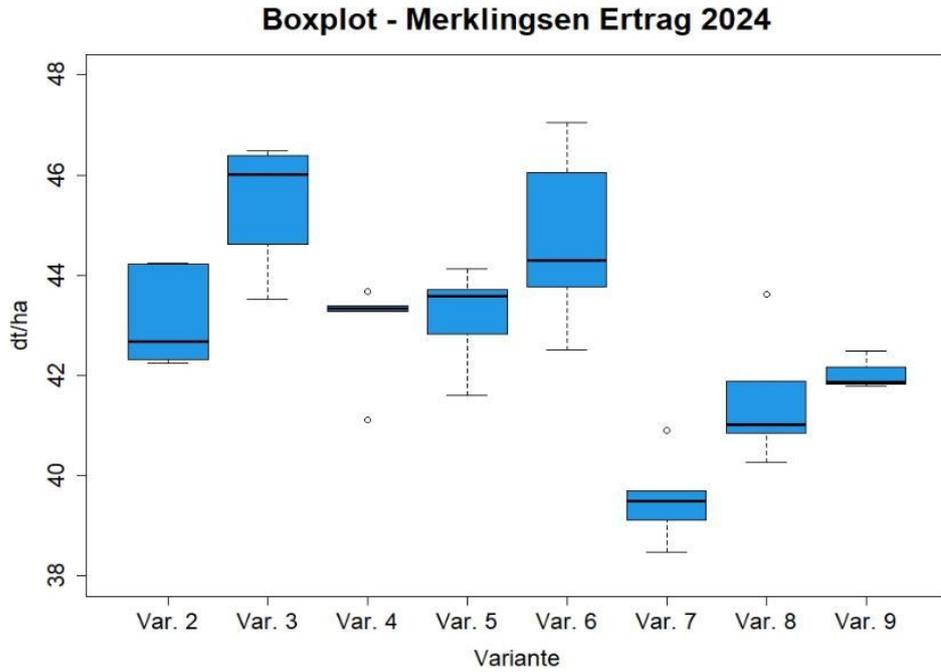


Abbildung 36: Boxplot Ertrag Merklingsen 2024

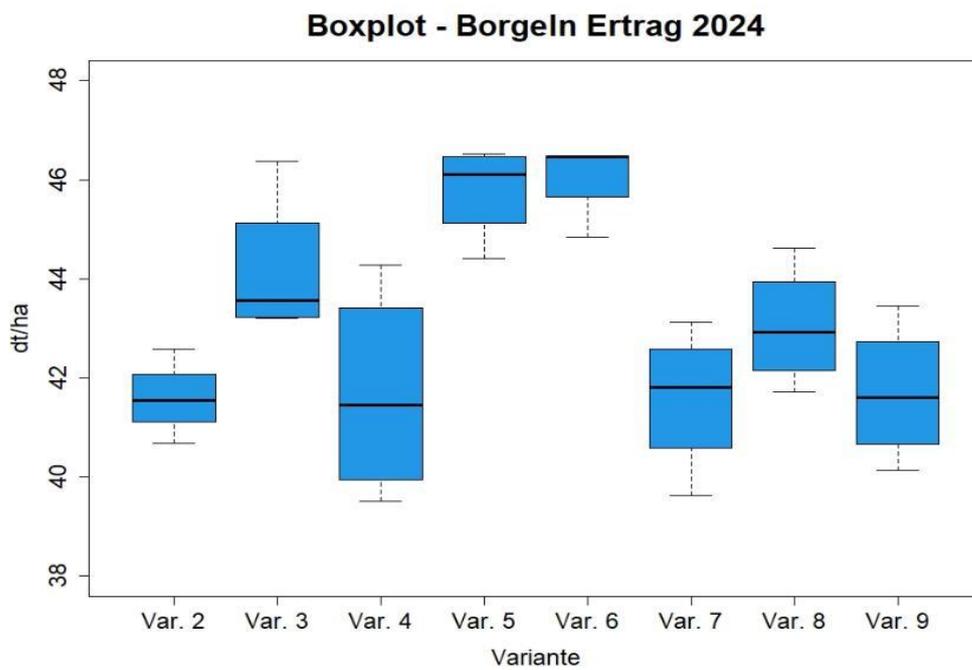


Abbildung 37: Boxplot Ertrag Borgeln 2024

In der nachfolgenden Tabelle 20 sind die durchschnittlichen Ölgehalte der einzelnen Varianten im Versuchsjahr 2023 dargestellt. Sowohl am Standort Borgeln als auch am Standort Merklingsen treten hier weder größere Schwankungen innerhalb der Varianten noch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten auf.

Tabelle 20: Ölgehalt in Borgeln und Merklingsen 2024 (n.s.)

Variante	Borgeln Ölgehalt % TS	Relativertrag	Merklingsen Ölgehalt % TS	Relativertrag
02 Konv. 2	45,3	100	46,9	100
03 Hacke	44,8	99	46,6	99
04 Hacke Herb	44,3	98	47,2	101
05 Hacke Band	44,5	98	46,6	99
06 Lebendmulch	45,7	101	47,9	102
07 Direktsaat	46,0	102	46,6	99
08 Beisaat	45,6	101	47,3	101
09 Konv. 2	45,2	100	46,8	100

Die kombinierte Analyse der beiden Versuchsstandorte Merklingsen und Borgeln ergibt das in der Tabelle 21 dargestellte Bild. Da in diesem Versuchsjahre die Ertragsdaten normalverteilt vorliegen können diese mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse statistisch ausgewertet werden. Hierbei wird deutlich das in diesem Jahr die Lebendmulchvariante sechs gegenüber allen anderen Varianten, mit Ausnahme der Variante Hacke-Band, signifikant höher abschneidet. Die restlichen Varianten unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Die Ölgehalte der unterschiedlichen Varianten unterscheidet sich nicht signifikant. Der Boxplot in Abbildung 38 zeigt die Varianz des Ertrags innerhalb der unterschiedlichen Varianten. Die Varianzen der Varianten gleichen sich hierbei stark, lediglich die beiden reinen Herbizid-Varianten konv. 1 und konv. 2 weisen deutlich geringere Varianzen auf.

Tabelle 21: Kombinierte Auswertung Borgeln & Merklingsen auf Ertrag und Ölgehalt 2024

Variante	Ø Ertrag dt/ha	Relativertrag	Signifikanzniveau	Ø Ölgehalt % TS	Relativertrag (n.s.)
02 Konv. 2	42,4	100	b	46,1	100
03 Hacke	44,8	106	a	45,7	99
04 Hacke Herb	42,3	100	b	45,7	99
05 Hacke Band	44,5	105	ab	45,5	99
06 Lebendmulch	45,3	107	a	46,8	102
07 Direktsaat	40,6	96	b	46,3	100
08 Beisaat	42,3	100	b	46,4	101
09 Konv. 2	41,9	99	b	46,0	100

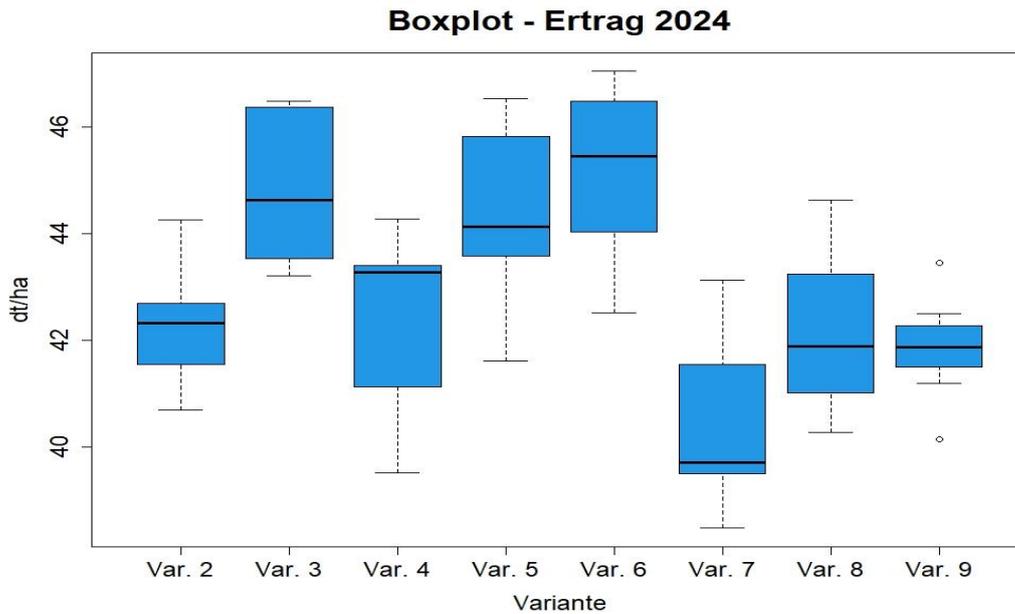


Abbildung 38: Boxplot mittlerer Ertrag Borgeln & Merklingsen 2024

### 4.3 Kombinierte Auswertung der Versuchsjahre

Bei der Versuchsjahrübergreifenden Auswertung konnten keine signifikanten Unterschiede im Ölgehalt oder Ertrag festgestellt werden. In Tabelle 22 sind die durchschnittlichen Erträge und Ölgehalte über die Standorte und Versuchsjahre hinweg dargestellt. Da nicht alle Varianten über beide Jahre an beiden Versuchsstandorten angebaut wurden werden hier nur die Varianten zwei bis sieben betrachtet. Es fällt auf das der Variationskoeffizient des Ertrags sehr hoch ist. Dies liegt an den überdurchschnittlichen hohen Erträgen am Standort Merklingsen im Versuchsjahr 22/23. Diese Varianz innerhalb der Varianten zeigt Abbildung 39. Der Ölgehalt schwankt über die Jahre und Standorte hinweg nur sehr gering, sowohl innerhalb als auch zwischen den Versuchsvarianten.

Tabelle 22: Kombinierte Auswertung der Standorte und Versuchsjahre auf Ertrag und Ölgehalt

Variante	Mittelwert Ertrag dt/ha	Relativ-ertrag	VK	Mittelwert Ölgehalt % TS	Relativ-ertrag	VK
02 Konv. 1	45,2	100	14,3	45,5	100	2,9
03 Hacke	47,5	105	14,7	45,5	100	2,9
04 Hacke Herb	46,7	103	16,4	45,6	100	3,5
05 Hacke Band	45,8	101	10,8	45,5	100	3,0
06 Lebendmulch	47,5	105	13,1	46,0	101	4,9
07 Direktsaat	44,4	98	15,7	45,7	100	3,0

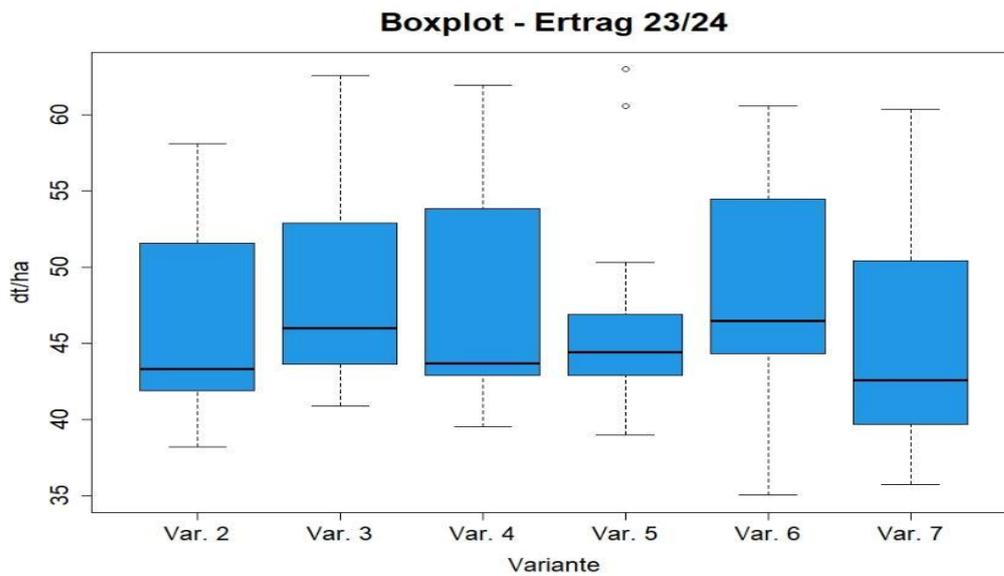


Abbildung 39: Boxplot mittlerer Rapsenertrag Borgeln & Merklingsen 2022-2024 (n.s.)

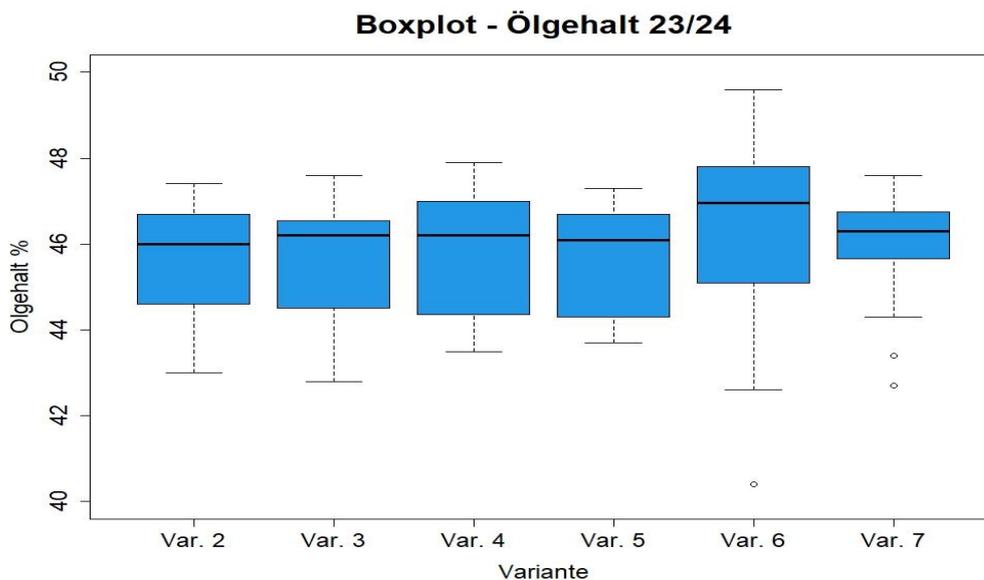


Abbildung 40: Boxplot mittlerer Ölgehalt Borgeln & Merklingsen 2022-2204 (n.s.)

Bei der Auswertung der Wirkungsgrade zu Vegetationsbeginn nach Winter über die zwei Versuchsjahre und vier (22/23) bzw. drei (23/24) Standorte ergibt sich das in Tabelle 23 dargestellte Bild. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Varianten Lebendmulch, Direktsaat und Beisat deutlich höhere Schwankungen zwischen den Jahren und Standorten aufweisen als die Varianten Konv. 1 & Konv. 2 sowie Hacke, Hacke Herb und Hacke Band. Bei der Variante Lebendmulch traten zwischen den Jahren Wirkungsgrade von 75 bis 99 Prozent auf. In der Variante Direktsaat lagen diese in 2022/23 bei 99 Prozent, während im Erntejahr 2023/24 nur Wirkungsgrade von 0-50% erreicht wurden. Für die Variante Direktsaat werden in der Tabelle 23 zwei Werte angegeben. Der zweite Wert gibt den Wirkungsgrad in den Reihenzwischenbereichen an, da in der Rapsreihe durch das Striptillverfahren keine reine Direktsaat stattgefunden hat. In der Variante Beisat schwankten die Wirkungsgrade von 0 bis 97 Prozent zwischen den Jahren und Standorten.

Tabelle 23: Wirkungsgrade (%) der Unkrautregulierung, Mittelwerte 2022-2024

Variante	Mittelwert Wirkungsgrad
01 Kontrolle	16
02 Konv. 1	85
03 Hacke	92
04 Hacke Herb	92
05 Hacke Band	94
06 Lebendmulch	87
07 Direktsaat	62 / 92 (nur zw. Reihen)
08 Beisaat	32
09 Konv. 2	99

#### 4.4 Behandlungsindex 2022/23 & 2023/24

Tabellen 24 und 25 zeigen die Behandlungsindices in den beiden Versuchsjahren für Herbizide und Hackmaßnahmen. Die angewendeten Herbizide sind dem Kapitel drei zu entnehmen. Für die Graminizide wurden im Versuchsjahr 2022/23 Agil-S (EC 13) und Kerb-Flo (EC 18) über alle Varianten angewendet. Die Varianten Lebendmulch und Direktsaat wurden zusätzlich mit Fusilade Max im Voraufbau behandelt. Im zweiten Versuchsjahr fand keine zusätzliche Behandlung in diesen beiden Varianten statt.

Es zeigt sich, dass die Varianten Hacke, Lebendmulch, Direktsaat und Rapsbeisaat den Behandlungsindex von Herbiziden reduzieren können. Bei der Varianten Hacke Band wird nicht die Häufigkeit der Anwendungen reduziert dafür jedoch die behandelte Fläche da nur rund 40 Prozent des Ackers mit Herbiziden behandelt wurden.

Tabelle 24: Behandlungsindex 2022/23

Variante	Herbizid	Graminizid	Hacke
01 Kontrolle	-	2	-
02 Konv. 2	2	2	-
03 Hacke	-	2	2
04 Hacke Herb	2	2	2
05 Hacke Band	2*40%	2	2
06 Lebendmulch	-	3	-
07 Direktsaat	-	3	-
08 Beisaat	-	2	-

Tabelle 25: Behandlungsindex 2023/24

Variante	Herbizid	Graminizid	Hacke
01 Kontrolle	-	2	-
02 Konv. 2	2	2	-
03 Hacke	-	2	2
04 Hacke Herb	2	2	2
05 Hacke Band	1*40%	2	2
06 Lebendmulch	-	3	-
07 Direktsaat	-	3	-
08 Beisaat	-	2	-
09 Konv. 2	1	2	-

#### 4.5 Kostenvergleich der unterschiedlichen Versuchsvarianten

Neben der erfolgreichen Unkrautbekämpfung hat auch die Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Varianten einen Einfluss auf die Akzeptanz der alternativen Verfahren. Im Folgenden werden die Kosten dargestellt. Als Startpunkt für die Betrachtung wird hierbei die Grundbodenbearbeitung vor der Rapsaussaat angenommen, da andere Bodenbearbeitungsschritte vor der Grundbodenbearbeitung sehr Betriebsindividuell durchgeführt werden. Zur Ermittlung der Kosten wird auf KTBL-Daten für den Maschineneinsatz zurückgegriffen. Hierfür wurden die Daten der Webanwendung MaKost der KTBL aus 11/2024 verwendet (KTBL 2024). Für die Kosten der Herbizide werden die tatsächlich im Projekt angefallenen Kosten im Versuchsjahr 2024 angenommen. Für die Personalkosten wird ein Satz von 20 € pro Arbeitsstunde angesetzt. Es werden die Kosten für Bodenbearbeitung, Aussaat (Lebendmulch, Beisaat, Raps), Herbizide exkl. Graminizide & Hacke betrachtet. Hierbei ergeben sich die in Tabelle 23 dargestellten Kosten je Variante. Die Zusammensetzung der Kosten kann dem Anhang „Kosten je Variante“ entnommen werden.

Für die Kontrolle entfallen dabei nur Kosten auf die Grundbodenbearbeitung und die Aussaat. Für Variante zwei kommen hier noch die Kosten für die Anwendung von zwei Herbizidbehandlungen mit Belkar und Synero, bzw. Belkar hinzu. In Variante drei, vier und Fünf setzten sich die Kosten aus Grundbodenbearbeitung, Aussaat, und Hackeinsatz zusammen. In Variante vier kommt der Herbizideinsatz mit Belkar Synero mit der Großflächenspritze hinzu, für Variante fünf kommen zusätzliche Kosten für die Bandspritzung hinzu. Bei Variante sechs setzten sich die Kosten aus der Aussaat des Lebendmulchs, der Streifenlockerung und der Einzelkornaussaat zusammen. Die Variante sieben setzt sich ähnlich wie die Variante sechs zusammen. Hier entfallen jedoch die Kosten für die Lebendmulchaussaat im Vorfeld und es kommen die Kosten für eine Behandlung mit dem Wirkstoff Glyphosat hinzu. Diese Behandlung ist jedoch von der bestehenden Verunkrautung des Schlags vor der Aussaat abhängig und kann unter Umständen auch entfallen. Für Variante acht fallen Kosten für die Grundbodenbearbeitung und die kombinierte Aussaat der Beisaat und des Rapses an. Hier wird angenommen das beides in einem Arbeitsgang ausgesät wird. Für die Variante Konv. 2 fallen ebenfalls, wie in Variante zwei nur Kosten für Bodenbearbeitung, Aussaat und Herbizidausbringung an. (Details siehe Anhang Tab. 7) Die höchsten Kosten entfallen auf die Variante Hacke-Herbizid, gefolgt von Hacke-Band. Günstiger als das Nachauflaferherbizid (Var. 2) sind Direktsaat und Beisaat.

Tabelle 26: Kosten je Variante

Variante	Kosten in €	Kosten (%) relativ zu Konv. 1
01 Kontrolle	109,66	53
02 Konv. 1	208,08	100
03 Hacke	220,74	106
04 Hacke Herb	319,16	153
05 Hacke Band	261,74	126
06 Lebendmulch	246,37	118
07 Direktsaat	157,61	76
08 Beisaat	198,86	96
09 Konv. 2	236,27	114

## 5 Zusammenfassung und Einordnung der Versuchsergebnisse

### Etablierung der unterschiedlichen Versuchsvarianten

Der Raps wurde in den beiden Versuchsjahren auf allen vier Standorten praxisüblich nach Winterweizen oder Wintergerste im Mulchsaatverfahren angebaut. Die beiden Vorfrüchte unterscheiden sich maßgeblich in der Länge des Zeitraums zwischen Ernte der Vorfrucht und der Rapsaussaat. Die Länge dieses Zeitraums bestimmt auch die Möglichkeiten der mechanischen Unkrautbekämpfung vor der Aussaat des Rapses. Insbesondere im Zusammenhang mit der Altverunkrautung der Vorfrucht und dem auflaufenden Ausfallgetreide.

Darüber hinaus hat dieser Zeitraum auf die Entwicklung der Variante Lebendmulch im Versuch einen maßgeblichen Einfluss. Sowohl nach Wintergerste oder Winterweizen als Vorfrucht bietet es sich an, den Lebendmulch schnellstmöglich zu etablieren, um eine möglichst gute unkrautunterdrückende Leistung zu generieren. Ist der Zeitraum zwischen Aussaat des Lebendmulchs und der Rapsaussaat jedoch zu lang kann es passieren das der Lebenmulch auch den Raps in seiner Etablierung unterdrückt. Die Sortenwahl für den Lebendmulch, sowie die Witterung zu dessen Etablierungsphase sind entscheidend darüber, wie sich der nachfolgende Raps entwickeln kann.

Im ersten Versuchsjahr wurde am Standort Merklingsen der Raps nach Wintergerste angebaut. Aufgrund einer starken Sommertrockenheit entwickelte sich die am 6.7.2022 gesäte Mischung nur sehr ungleichmäßig. Die gleiche Variante entwickelte sich am Standort Borgeln nach Winterweizen vollkommen anders. Hier wurde diese am 29.7.2022 ausgesät. Hier entwickelte sich der Bestand zu gut und hatte dem folgenden Raps gegenüber eine sehr stark unterdrückenden Wirkung. Die Abbildungen 41 und 42 zeigen die unterschiedlich entwickelten Lebendmulchbestände im ersten Versuchsjahr.



Abbildung 41: Mischung Terra Gold 11 Streufix in Merklingsen 2022



Abbildung 42: Mischung Terra Gold 11 Streufix in Borgeln 2022

Für das zweite Versuchsjahr wurde eine andere Mischung genutzt, die einen höheren Kleeanteil und deutlich geringen Phaceliaanteil aufweist. Darüber hinaus konnte der Lebendmulch aufgrund der sehr nassen Sommerwitterung 2023 erst Mitte August etabliert werden. Die geänderte Mischung und der spätere Saattermin sorgten für eine gleichmäßige Bedeckung des Bodens, ohne den nachfolgenden Raps in seiner frühen Entwicklung übermäßig zu unterdrücken.

In allen Varianten wurde der Raps nach einer Streifenbearbeitung mittels Einzelkorndrille im Saatreihenabstand von 45 Zentimetern ausgesät. Dies ermöglichte den Einsatz von mechanischen Unkrautregulierungsmaßnahmen. Im ersten Versuchsjahr entwickelte sich der Raps im frühen Stadium eher zögerlich. Dies lag insbesondere an der langanhaltenden Sommertrockenheit und den geringen Bodenwasservorräten. Der Raps entwickelte sich über die Varianten hinweg gleichmäßig. Die einzige Ausnahme hiervon stellte die Variante Lebendmulch dar. Hier entwickelte sich der Raps deutlich schlechter.

Im zweiten Versuchsjahr wurde am Standort Merklingsen der gesamte Versuchsacker ausschließlich mit einem Striptillgerät unmittelbar vor der Aussaat bearbeitet. Dies entsprach der Bearbeitung für die Variante Direktsaat. Durch die unterlassene Bodenbearbeitung in Kombination mit der feuchten, warmen Witterung gab es zur frühen Entwicklungsphase des Rapses einen sehr hohen Druck an Mäusen und Schnecken. Dies sorgte dafür, dass einige Parzellen verworfen werden musste, da diese nicht mehr repräsentativ waren. Auch im ersten Versuchsjahr war ein etwas höherer Mäusedruck in den Direktsaatparzellen aufgefallen.

Die Bonitur Rapspflanzen pro Quadratmeter stellt ebenfalls einen guten Indikator für die Rapsentwicklung der unterschiedlichen Varianten dar. Es fällt auf, dass die Variante Lebendmulch im ersten Versuchsjahr deutlich geringere Pflanzenzahlen aufweist. Auch die Variante Hacke Herbizid weist geringfügig niedrigere Pflanzenzahlen auf. Allerdings nicht im zweiten Versuchsjahr. Auch fiel die hemmende Wirkung der Lebendmulchvariante deutlich geringer aus, was für eine Optimierung der Zwischenfruchtmischung spricht. Die gehackten Varianten hingegen weisen keine besonderen Abweichungen in der Rapspflanzenzahl auf. Die Hacke hat sich aufgrund der Kame-rasteuerung gut durch den Bestand geführt und nur minimale Beschädigungen am

Blattwerk des Rapses angerichtet. Am Standort Merklingsen kam es im zweiten Versuchsjahr verstärkt zum Verschütten des Rapses mit Strohresten der Vorfrucht, da dieses im Vorfeld nicht eingearbeitet wurde. Jedoch habt der größte Teil der Verschütteten Rapspflanzen es geschafft durch die Strohecke hindurchzuwachsen.

### **Wirkungsgrad der Varianten**

Die Wirkungsgrade der Versuchsvarianten wurden im Verlauf der Rapsentwicklung bis zum Stand nach Winter regelmäßig bonitiert. An den unterschiedlichen Standorten fielen insbesondere die Unkrautarten echte Kamille (MATCH) und Vogelmiere (STEME) auf. Hierauf haben sowohl die Herbizide als auch die Hacke eine unterschiedliche Wirkung. Zwischen den Standorten gab es unterschiedliche Unkrautaukommen. Am Standort Borgeln war dieses im ersten Versuchsjahr so gering, dass die Aussagekraft der Wirkungsgrade eher gering ist. An diesem Standort ließen sich jedoch gut die Auswirkungen der Versuchsvarianten auf die Rapsentwicklung beobachten.

Im zweiten Versuchsjahr zeichnete sich der Standort Borgeln ebenfalls durch eine relevante Verunkrautung aus. Im ersten Versuchsjahr zeigte sich die bekannte Minderwirkung der Herbizide Belkar und Synero auf STEME. Die gleiche Minderwirkung wurde auch beim Hacken erzielt. Zwar schnitt der zweifache Hackeinsatz die Vogelmierepflanzen flach ab, aufgrund ihres des flachen und breitflächigen Wuches wurden sie jedoch nicht umgedreht. Die Pflanze lag also wie vor dem Hackgang oben an der Bodenoberfläche auf und konnte wieder anwachsen. Eine gute Wirkung erzielt die Hacke im sehr frühen Entwicklungsstadium von STEME. Zu diesem Zeitpunkt besteht aber auch ein großes Risiko die Rapspflanzen zu verletzen und zu verschütten. Darüber erzielt die Hacke einen deutlich besseren Wirkungsgrad zwischen den Rapsreihen als in der Rapsreihe.

Die Variante Beisat konnte im ersten Versuchsjahr zunächst das Unkraut gut unterdrücken. Bei der Bonitur nach Winter fiel jedoch auf, dass sich die Vogelmiere am Standort Borgeln und Merklingsen unter der Zwischenfrucht etabliert und nach dem Absterben der Beisat durchgesetzt hatte. Insgesamt stellten sich aufgrund des geringeren Unkrautdrucks höhere Wirkungsgrade ein. Im zweiten Versuchsjahr zeigten alle Varianten zunächst eine gute Wirkung, welche im späteren Herbst nachließ.

Die Direktsaat zeichnete sich durch eine höhere Verunkrautung innerhalb der Saatreihe aus, während im unbearbeiteten Reihenzwischenraum kaum bis kein Unkraut vorzufinden war. Hier wäre zu prüfen, ob eine reine Direktsaat ohne vorherige Streifenlockerung ein besseres Ergebnis in der Unkrautunterdrückung erzielt. Die Variante Beisat wies am Standort Merklingsen keine zufriedenstellenden Wirkungsgrade auf. Insbesondere auf die echte Kamille erzielte sie keinerlei Wirkung und zeigte sich wie in Abbildung 35 zu sehen vergleichbar zur unbehandelten Kontrolle. Am Standort Borgeln hingegen wurden hier eine gute Unkrautunterdrückung erreicht.

Die gehackten Varianten zeigen wie im ersten Versuchsjahr eine Minderwirkung gegen STEME insbesondere innerhalb der Rapsreihen, wobei am Standort Borgeln die Varianten Hacke, Hacke Herbizid und Hacke Band ähnliche Ergebnisse erzielen, während am Standort Merklingsen die Varianten Hacke Band und Hacke Herbizid

etwas besser abschneiden als die Variante Hacke. Hier hat scheinbar der zusätzliche Herbizideinsatz die Leistung der Hacke ergänzt.

Die Variante Lebendmulch wies in diesem Jahr an beiden Standorten einen schlechten Wirkungsgrad von rund 75 % auf. Insbesondere im späteren Verlauf nach dem Absterben des Lebendmulchs entwickelten sich die Unkräuter vermehrt.

In Bezug zu den beschriebenen Versuchszielen sind die Ergebnisse wie folgt einzuordnen: Die Wirkungsgrade der unterschiedlichen Versuchsvarianten schwanken von Jahr zu Jahr, bedingt durch Witterung und standortspezifische Verunkrautung. Die konventionellen Herbizidbehandlungen im Vor- oder Nachauflauf weisen bereits in der Gebrauchsanweisung der Herbizide auf eventuelle Minderleistungen hin und können so gezielt ausgewählt werden. Die Hacke zeigt auch in den nassen Herbstphasen einen gewissen Bekämpfungserfolg, jedoch keine Einsatzsicherheit. Bei langen Phasen mit nasser Witterung ist es, wie im zweiten Versuchsjahr möglich, dass ein Befahren des Ackers mit Pflegebereifung nicht stattfinden kann. Hier kann jedoch mittels eines Nachauflaufherbizides die ausgefallene Hackmaßnahme unter Umständen ausgeglichen werden. Die Wirkungsgrade fallen technikbedingt innerhalb der Rapsreihe deutlich geringer als zwischen den Rapsreihen aus.

Die Saat in eine freigeräumte vormals begrünte Reihe des Lebendmulchs lässt sich mittels Strip Till-Technik problemlos durchführen. Jedoch darf der Lebendmulch den Raps nicht überwachsen und in seiner Entwicklung unterdrücken. Die Wirkungsgrade variieren hier stark und lassen insbesondere im Herbst eine geringe Verunkrautung erhoffen, die jedoch im Frühjahr nach dem Absterben des Lebendmulchs wieder stark zunehmen kann. Die Direktsaat weist sich in den unbearbeiteten Bereich als gut und in der Saatreihe als schlecht aus. Problematisch können Mäuse- und Schnecken- druck werden. Die Beisat führt in der frühen Rapsentwicklung zu unzureichenden Wirkungsgraden, die sich bis zum Winter etwas steigern. Nach dem Abfrieren der Beisat gehen diese wieder gegen Null.

## **Ertrag und Ölgehalt**

Maßgeblich für die Anbauwürdigkeit von Raps sind die Parameter Ertrag in Kombination mit guten Verkaufspreisen sowie der Ölgehalt. Letzter kann je nach Höhe und Verkaufsmodalitäten zu einer Steigerung des Verkaufserlöses führen. Um zu ermitteln, ob die unterschiedlichen Versuchsvarianten negative Auswirkungen auf diese Parameter haben, wurden sie an zwei von vier Versuchsstandorten erhoben.

Im ersten Versuchsjahr erzielte die Herbizidvariante im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle an beiden Standorten einen geringeren Ertrag. Dies deutet darauf hin, dass die vorhandene Verunkrautung dem Raps im Ertrag nicht negativ beeinflusst hat, der Herbizideinsatz hingegen schon. Hieraus sollte jedoch nicht die Schlussfolgerung entstehen das es besser wäre den Raps herbizidfrei anzubauen. Dies würde eine immer stärker werdende Verunkrautung im Nachgang des Rapses bedeuten die nur mit entsprechendem Mehraufwand zu bekämpfen wäre. An beiden Standorten zeigten sich die Varianten Hacke und Hacke Herbizid mit erhöhten Erträgen gegenüber der Variante Konv. 1. Bei der dritten gehackten Variante in Kombination mit der Bandsprit-

zung zeigt sich hingegen eine neutrale bis negative Auswirkung. Eine Erklärung hierfür könnte ein negativer Einfluß des Herbizids durch die Applikations oberhalb der Rapsreihe sein. Trotz der starken negativen Einflüsse des Lebendmulchs auf die Etablierung des Raps konnte die Variante sechs im ersten Versuchsjahr leicht erhöhte Erträge gegenüber der Variante Konv. 1 erzielen. Die Direktsaat zeigte sich im ersten Versuchsjahr ertragsneutral, ebenso wie die Beisaatvariante.

Im zweiten Versuchsjahr zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier wurden zum Teil sogar signifikante Ertragsunterschiede generiert. Die Variante Hacke konnte auch im zweiten Versuchsjahr erhöhte Erträge auf beiden Versuchsstandorten aufweisen, ebenso wie die Variante Lebendmulch. Die Variante Hacke Herbizid zeigte sich ertragsneutral und die Variante Hacke -Band, je nach Standort, ertragsneutral bis deutlich ertragspositiv. Die Direktsaatvariante wies in Merklingsen einen deutlichen Minderertrag auf, während sie am Standort Borgeln ertragsneutral blieb. Ein ähnliches Bild zeigte die Variante Beisaat. Die in diesem Versuchsjahr eingeführte Vergleichsvariante Konv. 2 zeigte stellte sich ähnlich der Vergleichsvariante Konv. 1 dar.

Bei der Betrachtung der Erträge bleibt also festzuhalten, dass die Varianten Hacke und Lebendmulch über den Versuchszeitraum einen positiven Einfluss zu haben scheinen. Einerseits könnte dies im Herbizidverzicht begründet sein, insbesondere in der Variante Lebendmulch kann es aber auch an Stickstoffeffekten durch den Lebendmulch und dessen Umsetzung nach dem Absterben sein. In beiden Versuchsjahren konnte beobachtet werden, dass diese Variante verzögert den Wechsel von vegetativer zu generativer Phase begonnen hat und sich auch die Abreife verzögerte (siehe Abb. 34 und 35). Die Ölgehalte zeigten sich über die Standorte und Versuchsjahre hinweg sehr konstant. Den unterschiedlichen Versuchsvarianten konnte kein signifikanter Einfluss auf diesen nachgewiesen werden.

### **Kostenvergleich**

Die Kosten der Varianten wirken sich neben dem Ertrag und den Wirkungsgraden maßgeblich auf deren Akzeptanz aus. Diese sollten im besten Falle die Kosten der konventionellen Varianten nicht übersteigen. Dies war im Versuch einzig bei der Variante Direktsaat und Beisaat der Fall. Alle anderen Varianten, inklusive der Variante Konv. 2 übersteigen die Kosten der Variante Konv. 1 (zweifache Behandlung mittels Nachauflaufherbizid). Dabei liegt die Variante Hacke nur sechs Prozent oberhalb dieser Vergleichsvariante. Die Variante Lebendmulch liegt knapp oberhalb der Bodenherbizidvariante. Die Kombination aus Hacken und Herbizideinsatz steigert die Kosten deutlich. Bei flächiger Anwendung des Herbizids und der Hacke entsteht das 1,53-fache der Kosten. Dies lässt sich durch den Einsatz einer Bandspritzung beim Hacken auf das 1,26-fache reduzieren.

## **Gesamtheitliche Einordnung und Übertragbarkeit in die landwirtschaftliche Praxis**

Die Varianten Herbizidvarianten Konv. 1 und Konv. 2, die zur Zeit der angewandten Praxis entsprechen, weisen sehr gute Wirkungsgrade in der Unkrautregulierung auf und ermöglichen dem Raps eine gute Jugendentwicklung, haben wie es scheint, jedoch einen zumindest geringfügig negativen Einfluss auf den Ertrag. Die Kosten variieren je nach eingesetztem Mittel. Diese Varianten stehen jedoch im Widerspruch zum integrierten Pflanzenschutz, da nicht alle alternativen nichtchemischen Methoden angewendet wurden.

Die Variante Hacke zeigte im Versuch keine negativen Auswirkungen auf die Etablierung des Rapses. Die Wirkungsgrade schwankten je nach Witterung und Verunkrautung. Schwächen weist dieses Verfahren insbesondere innerhalb der Saatreihen auf. Darüber hinaus ist in nassen Jahren die Einsatzsicherheit des Verfahrens nicht zwingenderweise gegeben. Es ermöglicht jedoch - wie in Variante Hacke Herbizid gezeigt - die Möglichkeit, bei Minderwirkung der Hacke chemisch nachzubehandeln. Die Variante Hacke weist sich durch geringfügig höhere Kosten gegenüber Konv. 1 und niedrigere Kosten gegenüber Konv. 2 auf. Sie liegt somit in einem akzeptablen Bereich. Muss jedoch mit einer flächigen Herbizidbehandlung nachgearbeitet werden, beispielsweise durch Minderwirkung der Hacke, so steigen die Kosten sehr schnell stark an. Wenn mit der Hacke allein gute Wirkungsgrade erzielt werden, ist dies auch mit einer hohen Pflanzenschutzmitteleinsparung verbunden. Positiv war darüber hinaus die Auswirkung auf den Ertrag. Im Vergleich zur Variante Konv. 2 konnte die Hacke durchweg leicht erhöhte Erträge erzielen.

Die Kombination aus Hacke und Bandspritzung vereint die mechanische und chemische Unkrautbekämpfung. Sie ermöglicht eine Pflanzenschutzmittelreduktion von 60 Prozent. Kostentechnisch liegt sie zwischen den Varianten Hacke und Hacke Herbizid. Sie konnte im Versuch jedoch nicht wie die reine Hackvariante einen dauerhaft positiven Einfluss auf den Ertrag aufweisen. Je nach Verunkrautung wurden gleiche bis bessere Wirkungsgrade insbesondere innerhalb der Rapsreihe nachgewiesen.

Die Variante Lebendmulch und Beisat haben beide den Ansatz, den Unkrautwuchs durch eine Deckfrucht zu unterdrücken. Sie unterscheiden sich in dem Aussaatzeitpunkt und der Technik. Durch den früheren Aussaatzeitpunkt der Variante Lebendmulch kann diese einen deutlich gleichmäßigeren, dichteren Bestand etablieren, der Unkräuter stärker unterdrückt. Bei zu früher Etablierung oder zu starker Entwicklung des Bestandes kann dieser jedoch auch negative Auswirkungen auf den Raps haben. Die Wirkungsgrade variieren von Jahr zu Jahr und von Standort zu Standort. Es ist jedoch festzuhalten, dass diese zum Teil mit deutlichen Minderleistungen behaftet sind. Im zweiten Versuchsjahr wurden nur Wirkungsgrade von 75 Prozent erreicht. Im Falle der Beisat waren die Wirkungsgrade deutlich geringer. Hier gab es deutliche Probleme mit Spätverunkrautungen des Rapsbestandes. Die Kosten der Variante Lebendmulch liegen knapp oberhalb der Variante Konv. 2. Die Herizidreduktion beträgt in diesem Fall 100 Prozent.

Auch die Variante Direktsaat in Strohmulch reduziert den Herbizideinsatz theoretisch zu 100 %. Wichtig hierfür ist eine Rapsaussaat in einen unkrautfreien Acker. Altver-

unkrautung kann in dieser Variante nur mittels Totalherbiziden im Voraufbau bekämpft werden. Dies würde das eigentliche Reduktionspotential wiederum negieren. Die unkrautunterdrückende Wirkung des Strohmulchs der Vorfrucht ist nur dann gegeben, wenn dies auf der Ackeroberfläche verbleibt. Bereits das Freiräumen der Saatreihe mittels Strip Till Grubber hatte ausgereicht, um die Wirkungsgrade des Verfahrens massiv zu verschlechtern. Es bleibt zu überprüfen, ob eine Einzelkornsaat mit einer direktsaatfähigen Einzelkorndrille dieses Problem umgehen würde. Vielversprechend zeigten sich die Wirkungsgrade zwischen den Rapsreihen, hier ging der Unkrautdruck gegen Null. Dies stellt in Kombination mit den sehr geringen Kosten der Variante eine vielversprechende Unkrautregulierungsalternative dar.

Aus diesem zweijährigen Versuch gehen nun diverse Ansätze zur Herbizid Reduktion im Winterraps hervor. Insbesondere die Varianten „Hacke“, „Lebendmulch“ und mit Einschränkungen auch die Variante „Direktsaat“ stellen vielversprechende Verfahren dar, die ihren Weg in die landwirtschaftliche Praxis finden könnten. Die vorgestellten Versuche liefern dazu gute Ansätze, die durch weitere Versuche langjähriger evaluiert werden sollten.

## 6 Zusammenfassung

Raps gehört in Deutschland zu den wichtigsten Ackerbaukulturen und stellt die wichtigste Ölf Frucht dar. Dabei sticht die Flächenkultur Raps mit einem hohen Pflanzenschutzmittel-Behandlungsindex vor allem im Bereich der Herbizide hervor. In der landwirtschaftlichen Praxis ist es üblich, die Unkrautbekämpfung im Raps im Vorauf- lauf, beziehungsweise im frühen Nachauf- lauf durchzuführen. Diese Anwendungen stehen im Widerspruch zu den Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes.

Das Projekt „Rabe“ (Integrierte Unkrautkontrolle im Winterraps durch Hacke oder Beisat) untersuchte in der fruchtbaren Soester Börde im Nordwesten von Deutschland in zweijährigen Feldversuchen von 2022 bis 2024 (n=4) verschiedene integrierte An- sätze. Hierzu zählen vorbeugende Maßnahmen wie Direktsaat in Getreidemulch, Planting-green in Lebendmulch und Beisaaten sowie die direkte mechanische Un- krautregulierung mittels Hacke solo oder in Kombination mit Herbiziden (absätzig o- der als Hack-Bandspritzung kombiniert). Diese wurden auf Wirksamkeit der Unkraut- unterdrückung, Einfluss auf den Winterraps, Ertrag, Ölgehalt und deren Kosten hin analysiert.

Beide Versuchsjahre waren durch eine nasse Herbstwitterung geprägt. Dies er- schwerte die mechanische Bekämpfung der Unkräuter. Dennoch zeigte die Hacke, wie auch die Variante Lebendmulch, bei der eine Begleitfrucht bereits vor dem Raps ausgesät wird, sowie die Direktsaatvariante vielversprechende Wirkungsgrade. Die Hacke konnte durchschnittliche Wirkungsgrade von 92 %, die Variante Lebendmulch 87 % aufweisen. Die Direktsaatvariante erreicht zwischen den Reihen 92 %.

Sowohl die Direktsaatvariante als auch die Lebendmulchvariante erschweren jedoch die Bestandesentwicklung des Winterrapses. Ein stark entwickelter Lebendmulch kann den Raps in seiner Jugendentwicklung stören und sorgte im Versuch für weniger Rapspflanzen pro Quadratmeter, was die verbliebenen Rapspflanzen jedoch vollstän- dig kompensieren konnten. Die Direktsaat hingegen stellt höhere Ansprüche an die Bestandeskontrolle auf Schädner und Schnecken. Unter nassen Witterungsbedin- gungen ist der Einsatz von Hacketechnik nicht einsatzsicher. Dies führte im zweiten Versuchsjahr dazu, dass ein zweiter geplanter Hackgang nicht durchgeführt werden konnte. Die Variante Beisat konnte in beiden Versuchsjahren keinen zufriedenstel- lenden Behandlungserfolg erzielen. Zunächst unterdrückten die Beisaaten zwar die Unkrautentwicklung, nach dem Abfrieren der Beisat konnte sich das Unkraut jedoch wieder ungehindert weiterentwickeln.

Über die Versuchsjahre und Standorte hinweg konnten keine signifikanten Unter- schiede im Ertrag und Ölgehalt festgestellt werden. In der Einzelbetrachtung der Ver- suchsjahre wurden im Jahr 2024 jedoch signifikant erhöhte Erträge bei den Hackva- rianten und der Variante Lebendmulch festgestellt.

Die Varianten Hacke, Lebendmulch, Direktsaat und Beisat führten zu einer Reduk- tion des Behandlungsindex und Pflanzenschutzmittelaufwands. Die Variante Hacke- Bandspritzung reduzierte zwar nicht die Häufigkeit der Pflanzenschutzmittelanwen- dung, aber die Menge, da nur rund 40 Prozent des Ackers mit Herbiziden behandelt wurden.

## Literaturverzeichnis

- BLE (2021): Ökologischer Rapsanbau. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/speziellerpflanzenbau/oelfruechte/oekologischer-rapsanbau/>
- BLE (2019): Kleine Striegelkunde. <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagenpflanzenbau/landtechnik/unkrautregulierung/kleine-striegelkunde/>
- BZL (2018): Zwischen- und Zweitfrüchte im Pflanzenbau
- BERGKVIST, G. (2003): Influence of White Clover Traits on Biomass and Yield in Winter Wheat- or Winter Oilseed Rape-Clover Intercrops. *Biological agriculture & horticulture* 21(2):151–164, 2003
- CLIMATEDATA (o.J.):
- Klima Waldhausen – Daten und Graphen zum Klima und Wetter in Waldhausen. <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/nordrhein-westfalen/waldhausen-168888/> (08.11.2024).
  - Klima Werl – Daten und Graphen zum Klima und Wetter in Werl. <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/nordrhein-westfalen/werl-22823/> (08.11.2024).
- DESTATIS (STATISTISCHES BUNDESAMT) (2024): Anbauflächen, Hektarerträge und Erntemengen ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/liste-feldfruechte-zeitreihe.html#123344> (18.10.2024).
- FIBL (2011): Merkblatt Bio-Raps. <http://orgprints.org/31994/1/1343-raps.pdf>
- GESELLSCHAFT FÜR KONSERVIERENDE BODENBEARBEITUNG (2020): Anbau von Raps mit Begleitpflanzen im Anbausystem Einzelkornsaat und weite Reihe. [https://www.gkb-ev.de/publikationen/eip/2019-endbericht\\_gkb\\_begleitpflanzen.pdf](https://www.gkb-ev.de/publikationen/eip/2019-endbericht_gkb_begleitpflanzen.pdf) (Abrufdatum: 14.01.2020).
- HAMID, A., DALLA-MONTANA, L., BATTISTI, A. (2006): Undersowing cruciferous vegetables with clover: the effect of sowing time on flea beetles and diamondback moth. *Bulletin of Insectology* 59 (2):121-127, 2006.
- HAUS DÜSSE (o.J.): Soester Börde und die Haar. [http://www.duesse.de/busfest/region/boerde\\_haar/index.htm](http://www.duesse.de/busfest/region/boerde_haar/index.htm) (20.04.2019).
- HEIMBACH, U. (2017): Warum haben Resistenzen so große Bedeutung bekommen? Vortrag auf der 29. DPGJahrestagung des Arbeitskreises Raps, 15. Februar 2017, Folie 19
- HEIMBACH, U., EGGERS C & THIEME T. (2001): Optische Beeinflussung von Blattläusen durch Strohmulch, *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 13, S. 289-292
- JKI (Julius Kühn-Institut) (o.J.): Behandlungsindex. <https://papa.julius-kuehn.de/index.php?menuid=43> (18.10.2024).
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.) (2024): Webanwendung MaKost – Maschinen und Reparaturkosten. <https://www.ktbl.de/home/webanwendungen/makost> (11/2024).
- Landesbetrieb IT.NRW (2024): Ergebnisse der repräsentativen Bodennutzungshaupterhebung in NRW 2023 und 2024 (Reg.-Bez.-Ebene). [https://www.it.nrw/system/files/media/document/file/249\\_23.pdf](https://www.it.nrw/system/files/media/document/file/249_23.pdf) (18.10.2024).

- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2023): Informationen zum Herbizideinsatz in Winterraps. <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/032316/> (18.10.2024).
- MERTENS, H. (o.J.): Über Lößlehm und sogenannte Verwitterungslehme am Hellweg, auf dem Haarstrang und der Paderborner Hochfläche. [https://www.lwl.org/geko-download/Spieker/Spieker\\_35/07\\_Loesslehm.pdf](https://www.lwl.org/geko-download/Spieker/Spieker_35/07_Loesslehm.pdf) (05.05.2019).
- MINISTERIUM DES INNERN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (o.J.): Bodenrichtwerte NRW. <https://www.geoportal.nrw/?activetab=map> (01.09.2024)
- PIFFNER, L., MÜLLER, A. (2016): Wildbienen und Bestäubung. Fibl Nr. 1633 <https://shop.fibl.org/CHde/mwdownloads/download/link/id/632/?ref=1> (14.11.2024).
- SCHÄFER, B. C., STEMANN, G., HÜNNIES, S., JENSCHKE, D. (2018): Versuchsfeldführer 2018. [https://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw\\_1/merklingsen/downloads\\_5/feldversuchsfhrer/Feldversuchsfuehrer\\_2018.pdf](https://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw_1/merklingsen/downloads_5/feldversuchsfhrer/Feldversuchsfuehrer_2018.pdf) (06.04.2019).
- VAN ELSSEN, T., LORITZ, H. (2012): Vielfalt aus der Samentüte? Positionspapier zur Integration des Ackerwildkrautschutzes in Ansaat-Blühstreifen-Programme. Netzwerk blühende Landschaft. [http://bluehende-landschaft.de/fix/doc/Positionspapier\\_Bluehstreifen\\_final.pdf](http://bluehende-landschaft.de/fix/doc/Positionspapier_Bluehstreifen_final.pdf) (14.11.2024).
- WERNER, B., KÖHLER, L., WARNECKE-BUSCH, G., WOLBER, M (2020): Strategien zum Herbizideinsatz in Winterraps in Wassersensiblen Gebieten. 29. Deutsche Unkrauttagung, JKI-Archiv 464,2020

## Anhänge

### Anhang 1: Schlagkartei Merklingsen Goldacker 2022/23

<b>Schlag</b>	<b>Goldacker</b>						Jahr:	22/23	Fläche:	9,53
<b>Fruchtfolge</b>	Ende FF-Projekte : 2016	SM	SM	SM	WW	WW	WG			
<b>Bodenanalyse:</b>	0 bis 30	30 bis 60	60 bis 90	N-min. gesamt		Datum				
N-min Mittel kg/ha	6	3	<2	9		08.02.2023				
Mittelwert mg/100g Boden	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		MgO		pH - Wert		% Humus 0-30	
	17,3	C	13,7	C	7,00	D	6,6	C	1,9%	
	Cu		B		Mn		Zn		Datum Probe	
	2,6	C	0,6	C	153,00	E	10,5	E	01.09.2021	
<b>Vorfrucht</b>	Kulturart		Ertrag dt/ha	Blatt / Stroh	Häckselqual.	Ernte				
	Wintergerste		105	gehäckselt	ok	04.07.22				
<b>Bearbeitung</b>	Gerät		Tiefe	km/h	Bodenzustand		Datum			
	Coverseeder			9	ausgetrocknet 1/2		06.07.22			
	Strohstriegel Claydon		0-1	29	ausgetrocknet 1/1		15.07.22			
	Strohstriegel Claydon		0-1	29	ausgetrocknet 1/1		29.07.22			
	Catros		6	15	ausgetrocknet 1/2		02.08.22			
	Allrounder		5	13	d.trocken 2/2		18.08.22			
	Köckerling Vario (Gülle eingearbeitet)		15	5,9	optimal 3/3		31.08.22			
	EKS Saat				staubig !!! 1/1		02.09.22			
<b>Aussaat</b>	Sorte	Ziel: Pfl./m <sup>2</sup>	FA	KF	Kö. / m <sup>2</sup>	TKG	kg/ha			
02.09.2022	Famulus	30	95		#DIV/0!		#DIV/0!			
Anerk. Nr.	Versuchssaatgut		Beizung		Standard					
<b>Kalkulation der N- Düngung zu Raps 2023</b>			Max. N - Menge nach LWK:					kg/ha		
N - Bedarfswert	Basis bei 40dt/ha B	200	Ø Ertrag 5J.:	47 dt/ha	Zuschlag	14	Sollwert:	214		
N - Kalkulation:	Org.Vorj 10%N	Vorfrucht	Zwischenfrucht	Sonderkorrektur		N_min				
Zu- / Abschläge:	7	0	0	-25		9				
Berechnung:	214	Korrektur:	-27		Ergänzung:		187			
Information:	-25 kg wegen Aufwuchsmessung 1,8kg/m <sup>2</sup> am 06.02.2023									

					Gülle-N = NH <sub>4</sub> zu 100 % gem. DVO				
Düngung	Produkt (Menge / ha)				N	P	K	EC	Datum
<i>Herbstgaben</i>	Kohlens. Kalk, 53 % CaO + 5 % MgO				2500 CaO				19.08.22
	Gülle	14	m <sup>3</sup>	N <sub>ges.</sub> 50	29	30	78		31.08.22
<i>Frühjahrgaben</i>	Gülle	20	m <sup>3</sup>	N <sub>ges.</sub> 74	50	63	109		15.02.23
	ATS	100	16N/dl	34,3 S/dl	16				15.03.23
	AHL	200	36N/dl		72				15.03.23
	AHL		36N/l						
	<b>Summe (incl. Herstdüngung)</b>				<b>167</b>	<b>92</b>	<b>187</b>		
<b>Pflanzenschutz</b>									
Zielorganismus	Produkt				Menge / ha			EC	Datum
<i>Ausfallgerste</i>	Fusilade Max				1,0			12	21.09.22
<i>Unkraut</i>	Belkar+Synero (Var:2,4,6,7)				0,25	0,25		14	07.10.22
<i>Unkraut</i>	Belkar+Synero (Var:5) (Band=40%der Fläche)				0,25	0,25		14	10.10.22
	Belkar				0,3			18	28.10.22
	Helocur + Lebosol Bor				0,8	1,25		18	11.11.22
	Kerb				1,90			18	07.12.22
<i>Schädlinge</i>	Karate				0,075	0,8			22.03.23
	Zoon +								
	Azbany + Aurelia				0,5	0,5		65	04.05.23
<b>Varianten:</b>	<b>FAKTOR 1: Unkrautmanagement</b>								
	1	Unbehandelte Kontrolle							
	2	Konventionell							
	3	Hackeinsatz							
	4	Hacke + Herbizid NA							
	5	Hacke + Bandspritze							
	6	Lebendmulch							
	7	Direktsaat in Strohmulch							
	8	Rapsbeisat							
<b>Versuchsanlage:</b>	Streifenanlag n = 3								



Düngung										
Datum	BBCH	Produkt (Menge/ha)		Nährstoffgehalte				N	P	K
21.02.24	14-15	ATS (l)	100	16	kg N/l	34	kg S/l	16		
21.02.24	14-15	AHL (l)	153	36	kg N/l			55		
28.02.24		Gülle (m³)	30	2,3	kg NH4/m³	4,5	kg N <sub>ges.</sub> /m³	69	74	166
								0		
								0		
								<b>Summe:</b>	<b>140</b>	<b>74</b>
										<b>166</b>

Pflanzenschutz							
Datum	BBCH	Ziel	Produkt	Menge/ha			H <sub>2</sub> O l/ha
28.08.23	0	Gräser	Fusilade Max	1,00			220
14.09.23	11	Unkraut	Butisan Gold (Var 9 Rabe Versuch)	2,50			260
15.09.23	11	Schnecke	Schneckenkorn	6,00			0
26.09.23	13	Gräser	Agil S	1,00			260
11.10.23			Hacke 2cm/5 km/h (Var.3-5 Rabe Vers.)				0
11.10.23			Bandspr. (Var 5 Rabe Vers.) Belkar+Synero	0,25	0,25		220
18.10.23	16		Belkar + Synero (ohne DS)	0,25	0,25		250
17.11.23	16-18	Unkraut	Belkar	0,25			220
23.10.23	16-18		250 Prothioc + 250 Tebucon + Bortop	0,60	0,20	4,90	225
06.12.23	16-19		Kerb flo	1,88			220
20.03.24	52		Tokyo 250 + Folicur 250 + Bor Top	0,60	0,20	4,80	225
26.03.24	55	Schädling	Karate Zeon	0,08			200
13.04.24	65	Bl.beh.	Chamane + Protendo 250 EC	0,50	0,50		275

Bemerkungen		
Datum	BBCH	
11.09.2023	11	Auflauf Raps
		Flächige Bodenbearbeitung entfallen, alle Varianten wie Direktsaat mit Striptill

Anhang 3: Schlagkartei Borgeln Dörendahl Dorf 2022

Dörendahl Dorf (Projektfläche/Auftragsbewirtschaftung VGM A.Dörendahl)										
<b>Versuchsthema</b>	Anbau von Winterraps in Mulchsaat bei möglichst geringem produktionstechnischen Aufwand auf tonigem Boden									
<b>Versuchsfrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie entwickelt sich der Raps im Striptillverfahren im vgl. zu schluffigem Boden ?</li> <li>Welche alternativen Maßnahmen finden sich zur Unkrautbekämpfung ?</li> </ul>									
<b>Schlag</b>	<b>Dörendahl Dorf</b>					<b>Jahr:</b>	22/23	<b>Fläche</b>	4,6	
<b>Fruchtfolge</b>							SM	WW	WRa	
<b>Bodenanalyse:</b>	0 bis 30	30 bis 60		60 bis 90		<b>N-min. gesar</b>		<b>Datum</b>		
N-min Mittel kg/ha	7	9		6		22		08.02.2023		
S-min Mittel kg/ha	3,7	7,7		29		40,4		08.02.2023		
Mittelwert mg/100g Boden	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		MgO		pH - Wert		% Humus 0-30	
	18,0	C	18	C	5	C	7,4	E	1,8%	
	Cu		B		Mn		Zn		Datum Probe	
									01.03.2018	
<b>Vorfrucht</b>	<b>Kulturart</b>			<b>Ertrag dt/ha</b>	<b>Blatt / Stroh</b>	<b>Häckselqual.</b>	<b>Ernte</b>			
	WW			100	gehäckselt	ok				
<b>Bearbeitung</b>	<b>Gerät</b>			<b>Tiefe</b>	<b>km/h</b>	<b>Bodenzustand</b>		<b>Datum</b>		
	Amazone Catros			3	18	d. Trocken		2/2	03.08.22	
	Vario (ohne RaBe)			10	8-9	d. Trocken		2/2	05.09.22	
	Kultistrip (nur RaBe)			10	8			2/2	02.09.22	
<b>Aussaat ZF</b>	<b>Sorte</b>	<b>Ziel:</b>	<b>Pfl./m</b>	<b>FA</b>	<b>KF</b>	<b>Kö. / m<sup>2</sup></b>		<b>TKG</b>	<b>kg/ha</b>	
<b>29.07.2022</b>	TG11 (Var6)								15,0	
<b>Aussaat</b>	<b>Sorte</b>	<b>Ziel:</b>	<b>Pfl./m<sup>2</sup></b>	<b>FA</b>	<b>KF</b>	<b>Kö. / m<sup>2</sup></b>		<b>TKG</b>	<b>kg/ha</b>	
<b>02.09.2022</b>	Famolus		30						0	

Kalkulation der N- Düngung zu Raps 2023					Max. N - Menge nach LWK:		kg/ha		
N - Bedarfswert	Basis bei 40dt/ha	<b>200</b>	Ø Ertrag 5J.:	47 dt/ha	Zuschlag	<b>14</b>	Sollwert	<b>214</b>	
N - Kalkulation:	Org.Vorj 10%N	Vorfrucht	Zwischenfrucht	Sonderkorrektur	N_min				
Zu- / Abschläge:	-10	0	0	-25	-22				
Berechnung:	<b>214</b>	Korrektur:	<b>-57</b>	Ergänzung:	<b>157</b>				
Information:	-25 kg wegen Aufwuchsmessung 1,8kg/m <sup>2</sup> am 06.02.2023								
Gülle-N = 60 % von Nges. gem. DVO									
Düngung	Produkt (Menge / ha)				N	P	K	EC	Datum
Frühjahrgaben	ATS	118	16N/dl	34,3 S/dl	19				22.02.23
	AHL	200	36N/dl		72				22.02.23
	AHL	150	36N/dl		54				28.03.23
	<b>Summe (incl. Herbstdüngung)</b>				<b>145</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
Pflanzenschutz									
Zielorganismus	Produkt				Menge / ha			EC	Datum
Ausfallweizen	Fusilade Max				1,0			12	23.09.22
Unkraut; Bandspritze	Belkar+Synero 18cm Band (40% Applikationsfläche)				0,25	0,25		12-14	11.10.22
Unkraut; Hacke	Var 3+4+5							12-14	11.10.22
Unkraut	Belkar+Synero Var 2+4+7				0,25	0,25		12-14	11.10.22
Unkraut	Belkar + Synero (Betriebsfläche + RaBe)				0,25	0,25		18	28.10.22
Unkraut; Hacke	Var 3+4+5							18	28.10.22
	Helocur + Lebosol Bor (Versuchsbereich Süd)				0,8	1,25		18	11.11.22
	Lebosol Bor (Bereich Nord)				1,3			18	11.11.22
	Kerb flo (Rabe)				1,88			18	07.12.22
	Milestone				1,5			18	07.12.22
Schädlinge	Karate Zeon + Bor				0,075	0,8			22.03.23
	Azbany + Aurelia				0,5	0,5		65	03.05.23
Ernte - Datum	Ertrag brutto	% H <sub>2</sub> O	dt/ha 14 %	Abgang	Ertrag netto				
					42				
Qualität	45% Öl								

Anhang 4: Schlagkartei Borgeln Dörendahl Feldscheune 2023/24

Betriebsübliche Schlagkartei 2023 / 24									
Fruchtfolge:									
Aussaat:	Datum	Sorte		Pfl./m <sup>2</sup>	TKG	% KF	% FA	kg/ha	Fläche
	08.09.23	Detlef (WRH 650)		35	5,5	90	90	2,4	
	Anerk. Nr	Versuchssaatgut		Beizung:					
Bodenanalysen									
Datum	N-min. gesamt			0 -30 cm		30 -60 cm		60 - 90 cm	
15.02.23	59			<2		<2		59	
	Humus	ph- Wert		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		MgO	
20.09.21	2,20%	69,9	C	21,0	D	27,0	D	7,00	D
Vorfrucht:	Kulturart		Ertrag	Blatt/Stroh		Häckselqualität		Ernte	
Bodenbearbeitung									
Datum	Bearbeitung		Gerät	Tiefe cm	km/h	Bodenzustand			
07.09.23	Grubber		Rabe Grubber	13	12	mäßig feucht		4/3	
07.09.23	Sämaschine RaBe (Var. 8)		Edrill	2	7	optimal		3/3	
08.09.23	Sämaschine Versuch Rabe		Optima EKS	2	7	optimal		3/3	
Kalkulation der N-Düngung zu Raps 2024									
N - Bedarfswert:	N Basis bei 450dt/ha Ertra		200	Ø Ertrag dt/ha 5J.:		47	N Zuschlag nach DüV:		14
N - Kalkulation:	Org.Vorj 10%N ges.	Vorfrucht	Zwischenfrucht	Sonderkorrektur		N-min			
Zu-/Abschläge:	0		0	0		-30		-7	
N-Düngebedarf:	Bedarfswert:		214	Korrektur:		-37	Ergänzung:		177
Information:									



Anhang 5: Schlagkartei Waldhausen Haardorn Sauers unten 2022/23



**Schlagdokumentation Erntejahr 2023**

Betrieb: Hütte (59581 Warstein)  
 Betriebsnummer: 276 05 974 044 2822

Schlag: Haardorn Sauers (1) unten / Nr. 10 / FLIK: DENWLI0544150550

Fläche: 7,0100 ha

USchlag-ID: MY015802712

Kultur: Winterraps Sorte: Scotch Vorfrucht: Wintergerste Vorvorfrucht: Ackerbohnen DüV Bedarf Frühjahr: 177 kg N/ha	Saatdatum: 29.08.22 Saatmenge: 330 000K/ha Zertifiziert, 33 Kö./m <sup>2</sup> Bestellverf.: Mulchsaat	Erntedatum: Ertrag:	Bodenart: Keine Angabe WSG: Nein Erosion: Keine Angabe Umweltprogr.: Nein
---	---	------------------------	--

**Analysen**

pH-Wert: 7	P-Klasse: C	K-Klasse: D	Mg: 6,2 mg/100g	Analyse: 22.11.20 (CAL)
N-min 30: 0 kg	N-min 60: 0 kg	N-min 90: 0 kg	N-min ges: 0 kg	Analyse:

**Aussaat**

Datum	Sorte	Fläche ha	Menge je ha		Bemerkungen
29.08.22	Scotch (Zertifiziert)	7,01	330	000K	

**Düngung**

Datum	BBCH	Dünger	Fläche ha	Menge je ha		N gesamt	N anrech.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	CaO	Bemerkungen
29.08.22		Schwefelsaures Ammoniak 21/24	7,01	0,821 dt		17	17				20	-52	
05.11.22	17	Lebosol Bor	7,01	2,007 l									
05.11.22	17	Epsö Microtop	7,01	0,046 dt						1	1		
<b>Summe Nährstoffe (kg/ha)</b>						<b>17</b>	<b>17</b>			<b>1</b>	<b>20</b>	<b>-52</b>	

**Nährstoffsaldo**

	N gesamt	N anrech.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	CaO
N-min							
Düngung mineralisch	17	17			1	20	-52
Düngung organisch							
<b>Summe Zufuhr (kg/ha)</b>	<b>17</b>	<b>17</b>			<b>1</b>	<b>20</b>	<b>-52</b>
Entzug Erntegut							
Entzug Erntereste							
<b>Summe Abfuhr (kg/ha)</b>							
<b>Saldo</b>		<b>17</b>			<b>1</b>	<b>20</b>	<b>-52</b>

**Pflanzenschutz**

Datum	BBCH	Produkt	Wirkstoffe	Fläche ha	Menge je ha		Bemerkung / Indikation
30.09.22		VextaDim 240 EC	240 g/l Clethodim	7,01	0,5 l		
30.09.22		Targa Super PI-110	46,3 g/l Quizalofop-P (50 g/l Ethylester)	7,01	0,5 l		
30.09.22		VEXZONE	50% anionische und nicht-ionische Tenside, 30% verestertes Pflanzenöl (80 Gew.-%)	7,01	0,5 l		
29.10.22	17	Belkar	10 g/l Halauxifen-methyl; 48 g/l Picloram	7,01	0,25 l		
29.10.22	17	Synero 30 SL	30 g/l Aminopyralid (35,5 g/l Kalium-Salz)	7,01	0,25 l		
05.11.22	17	Fezan	250 g/l Tebuconazol	7,01	0,73 l		Phoma, Wachstumsregulation
05.11.22	17	Karate Zeon	100 g/l lambda-Cyhalothrin	7,01	0,075 l		
12.11.22	17	Belkar	10 g/l Halauxifen-methyl; 48 g/l Picloram	3	0,25 l		Nur Randbehandlung + untere Spitze

**Dokumentation**

Datum	Artikel	Menge	Bemerkungen
-------	---------	-------	-------------

29.08.22	Kommentar:	0	
----------	------------	---	--

**Arbeiten**

Datum	BBCH	Arbeit	Fläche ha	Bemerkungen
29.08.22		Saat, Einzelkornsaat, Unterfußdüngung, Schlepper	7,01	
30.09.22		PS, Anhängespritze, Schlepper	7,01	
18.10.22	17	Pflege mechanisch, Hacken oder Häufeln	7,01	
29.10.22	17	PS, Anhängespritze, Schlepper	7,01	
05.11.22	17	PS, Anhängespritze, Schlepper	7,01	
12.11.22	17	PS, Anhängespritze, Schlepper	3	

**Allgemeines**

Datum	Artikel	Menge		Bemerkungen
30.09.22	Wasser/Spritzbrühe	220	l/ha	
29.10.22	Wasser/Spritzbrühe	250	l/ha	
05.11.22	Wasser/Spritzbrühe	220	l/ha	
12.11.22	Wasser/Spritzbrühe	250	l/ha	

Inhalt der Checkliste "Gute fachliche Praxis" ist bekannt.

Geografische Lage des Schlags (WGS 84): N 51,5083, E 8,2697

# Anhang 6: Schlagkartei Waldhausen Haardorn Sauers oben 2023/24



## Schlagdokumentation Erntejahr 2024

Betrieb: Hütte (59581 Warstein)  
 Betriebsnummer: 278 05 974 044 2822

Schlag: Haardorn Sauers (2) oben (1) / Nr. 10 / FLIK: DENWLI0544150550

Fläche: 6,8300 ha

USchlag-ID: MY016581136

Kultur: Wintertraps Sorte: Famulus Vorfrucht: Wintergerste Vorvorfrucht: Sommerhafer DüV Bedarf Frühjahr: 141 kg N/ha	Saatdatum: 05.09.23 Saatmenge: 3500 000K/ha Zertifiziert, 35 Kö./m <sup>2</sup> Bestellverf.: Mulchsaat	Erntedatum: Ertrag:	Bodenart: Keine Angabe WSG: Nein Erosion: Keine Angabe Umweltprogr.: Nein Rotes Gebiet: N
---	--	------------------------	---

### Analysen

pH-Wert: 6,8	P-Klasse: D	K-Klasse: E	Mg: 6,9 mg/100g	Analyse: 22.11.20 (CAL)
N-min 30: 10 kg	N-min 60: 6 kg	N-min 90: 2 kg	N-min ges: 18 kg	Analyse: 12.02.24

### Aussaat

Datum	Sorte	Fläche ha	Menge je ha		Bemerkungen
29.08.23	Famulus (Zertifiziert)	4,663	3500	000K	
05.09.23	Famulus (Zertifiziert)	2,137	3500	000K	Vorgewende und spitze

### Düngung

Datum	BBCH	Dünger	Fläche ha	Menge je ha		N gesamt	N anrech.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	CaO	Bemerkungen
02.10.23		Lebosol Bor	6,83	0,768	l								
02.10.23		Epso Microtop	6,83	0,057	dt					1	1		
23.10.23	15	Lebosol Bor	6,83	0,142	l								
23.10.23	15	Epso Microtop	6,83	0,036	dt					1			
21.02.24	25	RMDSulfat 1/5 17.03.2023	6,83	450	l	86	86				32		
01.03.24		AmaSul 85 24.01.2022	6,83	483,54 4	l	51	51				55		
20.03.24		AHL 28	6,83	7,105	l	3	3						-3
20.03.24	30	Lebosol Bor	6,83	1,738	l								
20.03.24	30	Epso Microtop	6,83	0,057	dt					1	1		Mikronährstoffe
13.04.24	65	Lebosol Bor	6,83	0,58	l								
13.04.24	65	Epso Microtop	6,83	0,058	dt					1	1		
<b>Summe Nährstoffe (kg/ha)</b>						<b>139</b>	<b>139</b>			<b>3</b>	<b>90</b>	<b>-3</b>	

### Nährstoffsaldo

	N gesamt	N anrech.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S	CaO
N-min	18	18					
Düngung mineralisch	139	139			3	90	-3
Düngung organisch							
<b>Summe Zufuhr (kg/ha)</b>	<b>157</b>	<b>157</b>			<b>3</b>	<b>90</b>	<b>-3</b>
Entzug Erntegut							
Entzug Erntereste							
<b>Summe Abfuhr (kg/ha)</b>							
<b>Saldo</b>		<b>157</b>			<b>3</b>	<b>90</b>	<b>-3</b>

### Pflanzenschutz

Datum	BBCH	Produkt	Wirkstoffe	Fläche ha	Menge je ha		Bemerkung / Indikation
03.09.23		Fuego	500 g/l Metazachlor	4,663	1,024	l	
02.10.23		AGIL-S	100 g/l Propaquizafop	6,83	1,422	l	
02.10.23		Fezan	250 g/l Tebuconazol	6,83	0,256	l	Phoma, Wachstumsregulation
23.10.23	15	Tebu Super 250 EW PI-185	250 g/l Tebuconazol	6,83	0,107	l	
17.12.23	18	Milestone	5,3 g/l Aminopyralid (6,3 g/l Kalium-Salz); 500 g/l Propyzamid	6,83	1,489	l	

02.03.24	25	Korvetto	120 g/l Clopyralid; 5 g/l Halauxifen-methyl	1,457	1 l	
20.03.24	30	Helocur 250 EW	250 g/l Tebuconazol	6,83	0,756 l	
20.03.24	30	Karate Zeon	100 g/l lambda-Cyhalothrin	6,83	0,075 l	
13.04.24	65	Propulse	125 g/l Fluopyram; 125 g/l Prothioconazol	6,83	0,871 l	
13.04.24	65	TRACIAFIN	250 g/l Prothioconazol	6,83	0,29 l	

#### Ernte

Datum	Artikel	Fläche ha	Menge je ha		Bemerkungen
30.07.24	Erntemenge Hauptfrucht	6,83	37,7	dt	

#### Dokumentation

Datum	Artikel	Menge		Bemerkungen
30.07.24	Erntefeuchte	5	%	

#### Arbeiten

Datum	BBCH	Arbeit	Fläche ha	Bemerkungen
29.08.23		Saat, Einzelkornsaat, Unterfußdüngung, Schlepper	4,663	
03.09.23		PS, Anhängespritze, Schlepper	4,663	
05.09.23		Saat, Einzelkornsaat, Unterfußdüngung, Schlepper	2,137	
23.10.23	15	PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
17.12.23	18	PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
21.02.24	25	PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
01.03.24		PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
02.03.24	25	PS, Anhängespritze, Schlepper	1,457	
10.03.24		Pflege mechanisch, Hacken oder Häufeln	6,83	
20.03.24	30	PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
13.04.24	65	PS, Anhängespritze, Schlepper	6,83	
30.07.24		Ernten, Mähdrusch, Raps	6,83	

Inhalt der Checkliste "Gute fachliche Praxis" ist bekannt.

Geografische Lage des Schlags (WGS 84): N 51,5070, E 8,2708

Anhang 7: Kosten je Variante

	Arbeitskosten pro ha	Traktorkosten pro ha	Maschinenkosten pro ha	Kosten Zwischenfrucht- mischung pro ha	Herbizidkosten pro ha	Kosten	Kontrolle	Konv. 1	Hacke	Hacke Herb	Hacke Band	Lebend mulch	Direkt saat	Beisaat	Konv. 2
Aussaat ZWF	10,00 €	19,62 €	23,53 €	89,20 €		142,35 €						142 €			
Coverseeder															
Grundbodenbearbeitung	10,00 €	19,62 €	12,17 €			41,79 €	42 €	42 €	42 €	42 €	42 €			42 €	42 €
Strip Till	8,00 €	15,70 €	12,46 €			36,16 €						36 €	36 €		
Beisaat nur															
Saatgutkosten				89,20 €		89,20 €								89,20 €	
Aussaat EKS	8,00 €	15,70 €	44,17 €			67,87 €	67,87 €	67,87 €	67,87 €	67,87 €	67,87 €			67,87 €	67,87 €
Glyphosat	5,00 €	9,81 €	21,38 €		17,40 €	53,59 €							53,59 €		
Ausbringung															
Bodenherbizid	5,00 €	9,81 €	21,38 €		90,43 €	126,62 €									126,62 €
Hacke 1	13,33 €	26,16 €	16,05 €			55,54 €		55,54 €		55,54 €					
Bandspritzung +															
Hacke 1	13,33 €	26,16 €	31,34 €		6,94 €	77,78 €					77,78 €				
Blattaktives															
Herbizid 1	5,00 €	9,81 €	21,38 €		17,36 €	53,55 €		53,55 €		53,55 €					
Hacke 2	13,33 €	26,16 €	16,05 €			55,54 €			55,54 €	55,54 €					
Bandspritzung +															
Hacke 2	13,33 €	26,16 €	31,34 €		3,47 €	74,31 €					74,31 €				
Blattaktives															
Herbizid 2	5,00 €	9,81 €	21,38 €		8,68 €	44,87 €		44,87 €		44,87 €					
<b>Gesamtkosten</b>							<b>109,66</b>	<b>208,08</b>	<b>220,74</b>	<b>319,16</b>	<b>261,74</b>	<b>246,37</b>	<b>157,61</b>	<b>198,86</b>	<b>236,27</b>