



HOCHSCHULE
NEUBRANDENBURG
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Landtechnik

Prof. Dr. Sandra Rose

Dipl. -Ing. Kai Potthoff

Bachelorthesis

Chancen und Risiken der Direktsaat im Vergleich zu konventionellen Anbaumethoden für die nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2024-0189-4

von
Max Kolbe

Hermannshöhe, 10.09.2024

Thema der Bachelorarbeit:**Chancen und Risiken der Direktsaat im Vergleich zu konventionellen Anbaumethoden
für die nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland**

Die Direktsaat beschreibt eine Anbaumethode, bei der auf eine vollständige Bearbeitung und Lockerung des Bodens verzichtet wird. Der Boden erfährt lediglich während der Aussaat in den eigentlichen Saatreihen einen mechanischen Eingriff. Dadurch können sich beispielsweise Vorteile hinsichtlich Bodenleben, Erosionsschutz und Verfahrenskosten etablieren. Dennoch dominiert in Deutschland und Mitteleuropa die konventionelle, wendende Bodenbearbeitung vor der Aussaat, die sich durch einen intensiven Eingriff in den Boden und damit verbundenen, höheren Verfahrenskosten auszeichnet.

Daher soll mit einem qualitativen Ansatz in Form von Experteninterviews erhoben werden, mit welchen Chancen, aber auch Risiken die Einführung und Etablierung der Direktsaat auf hiesigen Agrarbetrieben verbunden ist.

Folgende Arbeitsschritte sind zu bearbeiten:

1. Vorbetrachtungen zum Stand des Wissens und der Direktsaattechnik
2. Entwicklung eines Interviewleitfadens
3. Durchführung und Auswertung der Experteninterviews
4. Ableitungen von Implikationen für die landwirtschaftliche Praxis

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis.....	6
1. Einleitung	7
2 Stand des Wissens	9
2.1 Definition und Prinzipien der Direktsaat	9
2.2 Technik und Ausrüstung	11
2.3 Einflüsse auf die Landwirtschaft	15
2.4 Verbreitung der Direktsaat	20
2.4.1 Deutschland.....	20
2.4.2 Weltweit.....	21
3 Methodik.....	23
3.1 Forschungsdesign und Beschreibung des Interviewleitfadens	23
3.2 Stichprobenbeschreibung	26
4 Ergebnisse	28
4.1 Datenanalyse	28
4.2 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse	29
4.2.1 Gründe für die Umstellung auf Direktsaat	29
4.2.2 Herausforderungen bei der Umstellung auf Direktsaat.....	30
4.2.3 Auswirkung der Direktsaat auf Boden und Ertrag	32
4.2.4 Veränderungen bei Betriebskosten und Arbeitsbelastung.....	34
5 Diskussion	36
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	36
5.2 Implikationen für die Theorie	38
5.3 Implikationen für die Praxis	40
5.4 Limitationen	41
5.5 Zukünftiger Forschungsbedarf	42
6 Fazit	44
Literaturverzeichnis.....	46

Anhang	48
Eidesstaatliche Erklärung.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: kumulative Infiltration nach intensiver Bodenbearbeitung und nach Direktsaat (Quelle: Bäuml, 2024)	16
Abbildung 2: Übersicht über die verschiedenen Arbeitsschritte mit den dazugehörigen Faktoren (Quelle: Klim GmbH, 2024)	17
Abbildung 3: Kulturarten und deren Erträge unter verschiedenen Bodenbearbeitungstypen (Quelle: Möller, 2024)	19
Abbildung 4: Flächenverteilung Direktsaat auf der Welt (Quelle: Friedrich, Kassam, & Derpsch, 2012)	21
Abbildung 5: Fragenkatalog Experteninterview (Quelle: eigene Darstellung, 2024) ..	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung, 2024).....	27
--	----

1. Einleitung

Der Erhalt und die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit als Lebensgrundlage sind seit Jahrtausenden eine der kontinuierlichen und großen Herausforderungen der Menschheit.¹ Gerade in einer Zeit in denen die Trockenperioden immer länger werden und es immer wieder zu Extremwetterereignissen kommt, ist es von enormer Bedeutung nachhaltig mit seinen Ressourcen umzugehen.

Deshalb rückt die nachhaltige Landwirtschaft zunehmend in den Fokus, um den Herausforderungen des Klimawandels, der Ressourcenschonung und der Sicherstellung der Lebensmittelversorgung gerecht zu werden. Eine Anbaumethode, die in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die Direktsaat. Im Gegensatz zu herkömmlichen, konventionellen Anbaumethoden verzichtet die Direktsaat auf eine tiefgründige Bodenbearbeitung und setzt auf den Erhalt der Bodenstruktur sowie den Schutz des Bodens vor Erosion. Diese Methode verspricht nicht nur betriebswirtschaftliche Einsparungen, insbesondere bei den Betriebskosten und der Arbeitsbelastung, sondern bietet auch ökologische Vorteile, wie die Verbesserung der Bodenqualität und den Schutz vor Erosion.²

Ziel dieser Arbeit ist es, dem Leser dieses Verfahren näherzubringen und umfassend darüber aufzuklären. Die Motivation für diese Untersuchung ist vielfältig: Zum einen soll sie Landwirte dazu anregen, ihre traditionellen Anbauverfahren zu überdenken und möglicherweise Veränderungen auf ihren Betrieben in Erwägung zu ziehen, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Zum anderen soll sie insbesondere jene Landwirte, die bereits Interesse an einer Umstellung auf Direktsaat haben, mit einem Überblick über die Chancen und Risiken versorgen und ihnen die Angst vor einem vermeintlich hohen Risiko nehmen.

Darüber hinaus möchte diese Arbeit einen Beitrag zur landwirtschaftlichen Bildung leisten, indem sie dazu anregt, das Thema Direktsaat stärker in die Lehrpläne von Fachschulen und Universitäten zu integrieren. Gerade in einer Zeit, in der nachhaltige Landwirtschaft und der Schutz der Böden zunehmend an Bedeutung gewinnen, ist es essenziell, junge Landwirte frühzeitig mit innovativen, umweltschonenden Methoden wie der Direktsaat vertraut zu machen. Der Boden als wertvolle Ressource sollte dabei im Zentrum der Ausbildung stehen, um langfristig gesunde und produktive Agrarflächen zu sichern.

¹ (Cropp, 2021)

² (Derpsch, 2008)

In den folgenden Kapiteln wird zunächst der aktuelle Wissensstand zur Direktsaat erläutert. Dabei wird auf die Definition und die grundlegenden Prinzipien dieser Anbaumethode eingegangen. Anschließend wird die benötigte Technik näher beleuchtet, bevor die Vor- und Nachteile der Direktsaat, insbesondere in Bezug auf ihre landwirtschaftlichen Auswirkungen, diskutiert werden. Danach erfolgt eine Analyse der Verbreitung der Direktsaat, sowohl in Deutschland als auch weltweit. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Gründe für eine Umstellung auf Direktsaat, die damit verbundenen Herausforderungen sowie die Auswirkungen auf Boden und Ertrag untersucht. Abschließend werden Veränderungen bei den Betriebskosten und der Arbeitsbelastung analysiert, gestützt durch Erfahrungsberichte von Praktikern. Zum Abschluss werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst, Implikationen für Theorie und Praxis abgeleitet und der zukünftige Forschungsbedarf diskutiert.

2 Stand des Wissens

2.1 Definition und Prinzipien der Direktsaat

Die Direktsaat ist ein innovatives Ackerbausystem, bei dem das Saatgut direkt in den mit Pflanzenresten der Vorfrucht bedeckten, unbearbeiteten Boden eingebracht wird³. Hier kommen Spezialmaschinen zum Einsatz, die entweder mit Scheibenscharen, welche nur einen minimalen Eingriff in den Boden vornehmen, oder mit Zinkenscharen, die einen stärkeren Eingriff bewirken, ausgestattet sind. Diese Maschinen öffnen einen schmalen Schlitz im Boden, um das Saatgut einzubringen, und schließen ihn unmittelbar danach wieder.

Das Hauptziel dieser Methode ist es, den Boden so wenig wie möglich zu bewegen, um das Aufsteigen neuer Unkrautsamen an die Oberfläche oder in einen keimfähigen Horizont zu verhindern. Abgesehen von diesem minimalen Eingriff wird keine weitere Bodenbearbeitung durchgeführt. Die Erntesterne der vorherigen Kultur verbleiben weitgehend unberührt als schützende Mulchdecke an der Bodenoberfläche, was zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und -struktur beiträgt.⁴

Die Direktsaat basiert auf mehreren zentralen Prinzipien, die sie zu einer nachhaltigen und effizienten Ackerbaumethode machen:

Verzicht auf Bodenbearbeitung: Bei der Direktsaat wird der Boden vor der Aussaat nicht bearbeitet. Dies bedeutet, dass keine Pflüge oder Eggen verwendet werden, um den Boden zu wenden oder zu lockern. Dadurch bleibt die Bodenstruktur intakt und die Bodenlebewesen werden nicht gestört.⁵

Bodenschutz durch Pflanzenreste: Nach der Ernte verbleiben Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche. Diese Mulchschicht schützt den Boden vor Erosion durch Wind und Wasser und trägt zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit bei.⁶

³ (Köller & Linke, 2001)

⁴ (Cropp, 2021)

⁵ (Derpsch, 2008)

⁶ (Wagner, Wagner, Schlichenmaier, & Schlichenmaier, Solify, 2024)

Minimale mechanische Eingriffe: Direktsaat-Maschinen öffnen nur schmale Schlitze im Boden, um das Saatgut einzubringen, und schließen diese sofort wieder. Dadurch wird der Boden nur minimal gestört, was die Bodenstruktur und die darin lebenden Organismen schützt.⁷

Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit: Die Direktsaat trägt dazu bei, die organische Substanz im Boden zu erhalten, indem die Zersetzung von Pflanzenresten langsam und kontinuierlich erfolgt. Dies verbessert die Freisetzung von Nährstoffen und die langfristige Bodenfruchtbarkeit.⁸

Förderung der biologischen Vielfalt: Durch die Schonung der Bodenlebewesen und die Erhaltung der Bodenstruktur wird die biologische Vielfalt im Boden gefördert. Dies trägt zu einem gesunden und widerstandsfähigen Ökosystem bei, das für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion unerlässlich ist.⁹

Diese Prinzipien tragen dazu bei, die Bodenqualität zu verbessern und die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion zu erhöhen. Der nächste Abschnitt widmet sich nun der Technik und der Ausrüstung welche man für das Verfahren der Direktsaat benötigt.

⁷ (Väderstad GmbH, 2024)

⁸ (Derpsch, 2008)

⁹ (Wagner, Wagner, Schlichenmaier, & Schlichenmaier, Solify, 2024)

2.2 Technik und Ausrüstung

Direktsämaschinen sind landwirtschaftliche Geräte, die zur Saatgutablage direkt in den unvorbereiteten Boden eingesetzt werden. Die Relevanz von Direktsämaschinen nimmt zu, da sie eine nachhaltige Landwirtschaft fördern und den Einsatz von Maschinen und Ressourcen optimieren. Aufgrund des unvorbereiteten Bodens stellt die Direktsaat einige Anforderungen an die Sämaschine.

- Die Mulchschicht muss aufgetrennt werden. Dabei darf die Maschine nicht verstopfen und muss hundertprozentig schneiden. Auch rankige Pflanzen, wie z.B. Winterwicke, müssen sicher durchtrennt werden
- Der Säschlitz muss geöffnet und geformt werden. Hierbei sollte möglichst wenig Boden aufgewühlt und ausgeworfen werden, sondern krümelig und porig sein. Gleichzeitig muss das Saatgut sicher abgelegt und angedrückt werden
- Die Ablagetiefe muss präzise, die Maschine also in der Tiefe exakt einstellbar sein. Der Säschlitz muss verschlossen, das Saatgut und die Mulchschicht wieder zugeschoben werden. Der Säschlitz darf nicht offen liegen und austrocknen ebenfalls nicht für Fraßfeinde wie Vögel zugänglich sein
- Idealerweise kann die Maschine während des Arbeitsgangs unter dem Sähorizont eine Düngung unterfuß oder seitlich versetzt ablegen.
- Ziel ist, dass die Saat kaum Spuren hinterlässt und die Mulchdecke nach dem Vorgang ohne offensichtliche Schlitze daliegt ¹⁰

Bei der Direktsaat stehen vier verschiedene Schar Typen zur Verfügung. Am häufigsten werden Zinken- und Scheibenschar verwendet. Strip-Till findet seltenere Anwendung, da es zu einer stärkeren Bodenbewegung führt. Eine neue, innovative Sätechnik ist der Kreuzschlitz, der zunehmend an Bedeutung gewinnt. Jedes Schar hat seine Vor- und Nachteile im Bezug auf die extremen Anforderungen, welche in folgenden Absätzen dargelegt werden:

¹⁰ (Cropp, 2021)

Zinkenschar: Zinkenscharmaschinen reißen einen Schlitz in den Boden und legen hinter der Zinkenschar das Saatgut ab. Die Varianten reichen von sehr simplen bis zu sehr komplexen Konstruktionen. Zinkenscharmaschinen sollten bei entsprechenden Böden mit einer Steinsicherung ausgerüstet sein. Bei manchen Maschinen wird durch eine Parallelführung eine optimale Boden Anpassung ermöglicht. Ein Scheibenfeld vor der Zinkenschar sind für oben beschriebenen Anforderungen eine bedingte Voraussetzung.¹¹

Vorteile Zinkenschar:

- Räumen die Saatrille gut aus
- Ziehen sehr gut eigenständig in den Boden ein, dadurch wird nur ein geringer Schar-
druck benötigt
- Haben einen geringen Zugkraftbedarf
- Können relativ einfach und dadurch günstig konstruiert werden (Eigenbau möglich)
- Breitsaat und Unterfußdüngung sind häufig möglich

Nachteile Zinkenschar:

- Meist sind nur weite Reihenabstände (>18cm) realisierbar
- Oft keine Einzelschar-Tiefenführung und wenn ja, dann sehr aufwendige und teure
Konstruktion
- Braucht zwingend ein Scheibenfeld als Vorwerkzeug, dafür sind nicht alle Geräte kon-
struiert
- Brauchen ggf. eine recht aufwendige Steinsicherung ¹²

¹¹ (Cropp, 2021)

¹² (Cropp, 2021)

Im Gegensatz zu Zinkenschar-Sämaschinen kommen Scheibenschar-Sämaschinen häufig zum Einsatz, wenn eine präzisere Ablage des Saatguts in den Boden erforderlich ist.

Scheibenschar: In Ländern, in denen die Direktsaat weit verbreitet ist, finden vor allem Scheibenschare ihre Verwendung. Grundprinzip ist eine verschiedene Anzahl an Scheiben, die durch den Druck des Eigengewichts in den Boden gedrückt werden, damit einen Schlitz öffnen und das Saatgut hierin platzieren. Man unterscheidet Einscheibenschare, bei denen eine Schar den Boden seitlich zur Seite schiebt, Zweiseibenschare, wo durch eine Doppelscheibe der Boden beidseitig zur Seite gedrückt wird, und Dreisibenschare wo vor einer Zweiseibenschar noch ein Scheibensech läuft, um eine etwaige Mulchauflage zusätzlich zu schneiden.¹³ In der Direktsaat werden jedoch größtenteils Einscheibenschare verwendet.

Vorteile Scheibenschar:

- Arbeiten zuverlässig und sicher, verstopfen nicht
- Passen sich sehr gut an den Boden mit seinen Unebenheiten an
- Schare können nach oben ausheben. Eine Steinsicherung ist daher bei den meisten Geräten implizit
- Die Maschine kann mit hohen Geschwindigkeiten (> 9km/h) gefahren werden.

Nachteile Scheibenschar:

- Sehr hohe Schardrücke nötig. Dadurch notwendig:
 - höheres Gewicht
 - höherer Zugkraftbedarf
- Das Schließen des Säschlitzes kann manchmal problematisch sein
- Es sind an die Bodenart angepasste Andruckrollen bzw. Verschlussräder erforderlich¹⁴

Die Wahl des richtigen Scharsystems spielt eine entscheidende Rolle in der Landwirtschaft. Ein modernes und innovatives Verfahren, ist die Kreuzschlitz-Technik, welche in der Direktsaat zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Kreuzschlitzschar: Speziell für die Direktsaat entwickelt – allerdings sehr teuer – sind sogenannte Kreuzschlitz-Sämaschinen. Sie formen einen kreuzartigen Schlitz, indem eine Schar mit zwei Flügeln an den Seiten durch den Boden läuft. Das Ganze ist ebenfalls kombiniert mit Schneidwerkzeugen bei dicken Mulchauflagen. Die Flügel formen einen Querschlitz, in dem

¹³ (Cropp, 2021)

¹⁴ (Cropp, 2021)

auf der einen Seite das Saatgut und auf der anderen Seite der Dünger abgelegt werden kann. Der Vorteil gegenüber Scheibenscharmaschinen ist, dass noch sicherer mit noch höheren Geschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Außerdem erzeugt das Gerät einen sehr luftigen Säschlitz, in dem Feuchtigkeit zirkuliert und die Saat optimale Keimbedingungen vorfindet. Zudem besteht durch die Scharform keine Gefahr der Seitenwand- und Sohlenverpressung und -verdichtung. Der Nachteil der Geräte ist jedoch, dass sie noch schwerer, noch teurer und brauchen noch mehr Zugkraft als Scheibenscharmaschinen.¹⁵

Ein Verfahren bei dem mehr Boden bewegt wird ist das Strip-Till-Verfahren, dabei kommen sowohl Zinken als auch Scheiben zum Einsatz. Dieses Verfahren ist eine Mischung aus Mulch- und Direktsaat, weshalb es nicht vollständig der Direktsaat zugeordnet werden kann.

Strip-Till: Grundsätzlich ist bei hohen Mulchauflagen auch eine Bestandsetablierung über Strip-Till-Verfahren möglich. Hierbei wird ein Streifen aus dem Boden herausgearbeitet und die Kultur dann in den offenen gelockerten Boden gesät oder gepflanzt. Bei der streifenweisen Beseitigung der Mulchaufgabe und der flachen Saatbettbereitung bzw. Bodenbearbeitung werden Streifen von etwa 10-20 cm Breite bearbeitet. In diesen Streifen kann, je nach Bedarf, eine Lockerung des Bodens in einer Tiefe von 10-25 cm erfolgen. Die möglichen Reihenabstände variieren dabei zwischen 25-75 cm. Die Aussaat kann entweder im selben Arbeitsgang oder separat mit entsprechender Sätechnik durchgeführt werden. Zu beachten ist, dass bei breiteren Streifen mehr offener Boden entsteht, was zu einem erhöhten Unkrautauflkommen führen kann. Der Strip-Till-Anbau bietet mehrere Vorteile, darunter eine schnellere Bodenerwärmung im Vergleich zur reinen Direktsaat und eine dadurch erhöhte Nährstoffverfügbarkeit. Besonders in jungen Zwischenfruchtbeständen oder bei leguminosendominanten Kulturen führt die Bearbeitung zu einer verbesserten Nährstoffversorgung.

Allerdings hat das Verfahren auch Nachteile. Der offene Bodenstreifen fördert das Keimen von Unkraut, da keine schützende Mulchaufgabe mehr vorhanden ist, was eine regelmäßige Unkrautbekämpfung erfordert. Außerdem gibt es nur wenige Geräte, die für Strip-Till in Kombination mit hohen Mulchaufgaben geeignet sind, da das Mulchmaterial vor der Bearbeitung oft zur Seite geschoben werden muss.¹⁶

¹⁵ (Cropp, 2021)

¹⁶ (Cropp, 2021)

2.3 Einflüsse auf die Landwirtschaft

Die Direktsaat bietet der Landwirtschaft zahlreiche positive Einflüsse, bringt jedoch auch einige Risiken mit sich. Einer der bedeutendsten Effekte der Direktsaat ist die Reduzierung von Bodenerosion. Bodenerosion ist der Prozess, bei dem Bodenpartikel durch Wasser oder Wind abgetragen werden. Dies ist ein bedeutendes Problem in der Landwirtschaft, da es die Bodenfruchtbarkeit und die landwirtschaftliche Produktivität erheblich beeinträchtigen kann. In Deutschland und weltweit stellt Bodenerosion die größte Herausforderung für den Bodenschutz dar¹⁷. Durch eine dauerhaft bewachsene Fläche und den Verzicht auf intensive Bodenbearbeitung bleibt die Bodenstruktur intakt und die Bodenbedeckung erhalten. Dies reduziert den Verlust von Oberboden durch Wind- und Wassererosion erheblich und schützt so die wertvolle obere Bodenschicht, die reich an Nährstoffen und organischer Substanz ist¹⁸.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Förderung des Humusaufbaus und die damit verbundene Kohlenstoffspeicherung. Humus besteht zur Hälfte aus Kohlenstoff und spielt eine entscheidende Rolle im Klimaschutz, indem er große Mengen Kohlendioxid (CO₂) im Boden speichert. Durch gezielte Maßnahmen, wie die Einbringung von organischem Material und den Einsatz vielfältiger Fruchtfolgen, kann der Humusgehalt im Boden nachhaltig erhöht werden.

Durch den Aufbau von Humus wird auch gleichzeitig die Bodenbiologie gefördert. Denn aufgrund der dauerhaften Bereitstellung von organischem Material, hat das Bodenleben immer wieder Futter um humusaufbauende Prozesse stattfinden zu lassen. Es ist ein Zusammenspiel mikrobiologischer Abläufe mit der Fress- und Verdauungstätigkeit von kleineren und größeren Bodentieren¹⁹. Ziel ist es ein möglichst großes Bodennahrungsnetz aufzubauen, dies ergibt sich aus einer großen Anzahl und Diversität von Käfern, Asseln, Regenwürmern, Enchyträen, Spinnen, Springschwänzen usw. Im Boden von einem Hektar Ackerfläche können bis zu 10t Bodenorganismen leben. Die Zusammensetzung besteht aus etwa 40 % Pilzen, 15-30 % Bakterien und rund 20 % Regenwürmern. Somit wird nicht nur Kohlenstoffspeicherung gefördert, sondern auch die Aktivität und Vielfalt von Bodenorganismen, die zur Verbesserung der Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit beitragen²⁰.

Aus den eben genannten Einflüssen ergibt sich ein weiter positiver Effekt der Direktsaat. Durch die erhöhte Aktivität der Bodenlebewesen, vor allem von Regenwürmern und die

¹⁷ (Schmidt & Müller, 2024)

¹⁸ (Schmidt & Müller, 2024)

¹⁹ (Cropp, 2021)

²⁰ (Cropp, 2021)

erhaltene Bodenstruktur wird die Wasserinfiltration und -speicherung verbessert, was besonders in trockenen Regionen von Vorteil ist. Dadurch wird der Wasserverbrauch der Pflanzen effizienter gestaltet. Aufgrund der Regenwurmgänge, wird es dem Boden ermöglicht größere Mengen Wasser in kürzerer Zeit aufzunehmen, als ein Boden auf dem intensive Bodenbearbeitung durchgeführt wird. Dies soll mit dem Versuch der Plattform „Bodenständig“ veranschaulicht werden. Hierbei wurden mehrere Infiltrationsversuche durchgeführt, um die Infiltrationskapazität nach intensiver Bodenbearbeitung und nach Direktsaat abzubilden. Ergebnis der Untersuchung war, dass nach Direktsaat die Infiltrationsrate eine höhere ist als nach intensiver Bodenbearbeitung. Nach dem konventionellen Anbauverfahren konnte der Boden innerhalb von 10 Minuten nur knapp 32mm Wasser aufnehmen, dass sind 25% weniger als nach Direktsaat, dort waren es 42mm (siehe Abb. 1)²¹.

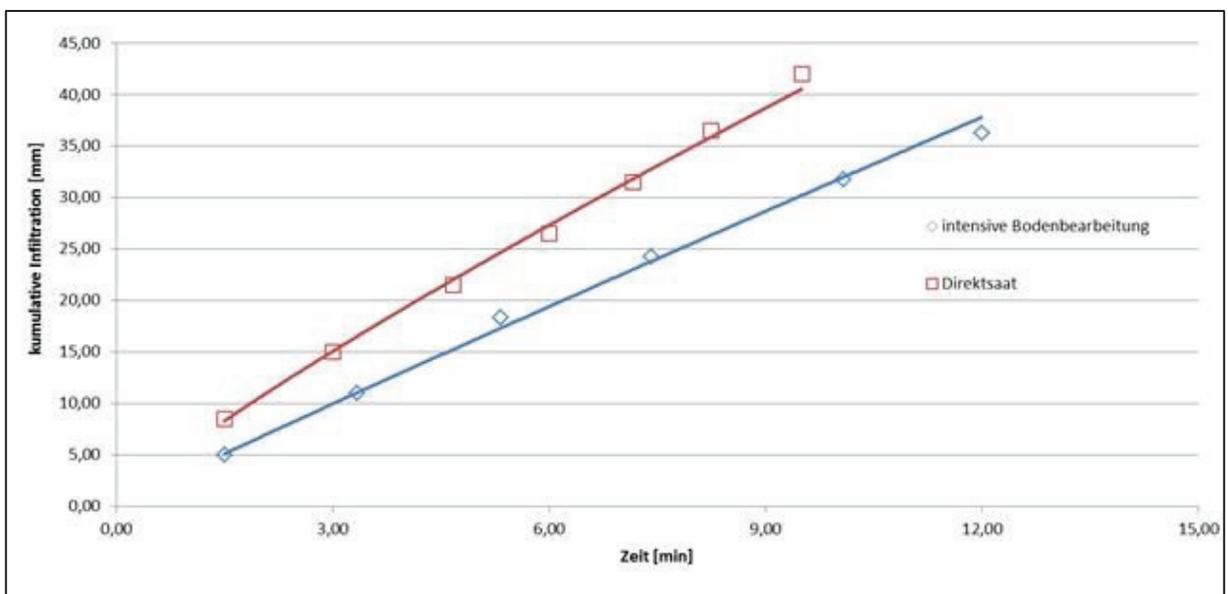


Abbildung 1: kumulative Infiltration nach intensiver Bodenbearbeitung und nach Direktsaat (Quelle: Bäuml, 2024)

Der positive Effekt der Direktsaat hierbei ist, dass der Boden ein größeres Speichervermögen gegenüber dem konventionellen Anbau hat. Er nimmt das Wasser, welches sonst nur oberflächlich auf und kann es den Pflanzen effizient zur Verfügung stellen. Somit bietet die Direktsaat die Möglichkeit negative Auswirkungen des Klimawandels abzumildern, indem sie die Bodenfeuchtigkeit erhält und die Temperaturstabilität des Bodens verbessert²².

Nach dem in den vorherigen Absätzen die positiven Einflüsse auf Biodiversität und Pflanze dargelegt wurden, gibt es einen Aspekt der nur bedingt mit den beiden Themen in Verbindung gebracht werden kann. Eine weitere Auswirkung der Direktsaat sind die

²¹ (Bäuml, 2024)

²² (Sander, 2008)

Kraftstoffeinsparungen, dies resultiert aus mehreren Faktoren. Der größte Gesichtspunkt hierbei ist der Verzicht auf vorbereitende Bodenbearbeitung, weil komplett auf Maßnahmen wie Pflügen oder Grubbern verzichtet wird. Die Aussaat erfolgt in einem Arbeitsschritt, wodurch die Anzahl der Arbeitsgänge stark reduziert wird und somit den Dieserverbrauch senkt (siehe Abb. 2). Aufgrund der geringeren Anzahl an Arbeitsschritten nimmt auch linear die Summe der Überfahrten ab, weshalb weiter Kraftstoff eingespart wird²³.

Arbeitsschritt	Dieserverbrauch (l/ha)	CO ₂ -Äquivalent (kg/ha)	Dieselskosten (€/ha) (2,00€/l)
Stoppelsturz flach	8,6	25,9	17,2
Pflügen mit Packer	31,8	95,8	63,6
Pflügen o. Packer	30,2	91	60,4
Tiefgrubbern (30cm)	18,5	55,7	37
Kreiselegge	11,4	34,3	22,8
Aussaat (Drille)	5,1	15,4	10,2
Streifenbearb.	5,3	16	10,6
Aussaat (Direktsaat)	6,7	20,2	13,4

Abbildung 2: Übersicht über die verschiedenen Arbeitsschritte mit den dazugehörigen Faktoren (Quelle: Klim GmbH, 2024)

Ein weiterer Faktor ist jedoch mit dem Boden in Verbindung zu bringen, nämlich durch den Erhalt der Bodenstruktur verbessert sich die Tragfähigkeit des Bodens. Heißt, dass die Befahrbarkeit des Feldes besser wird, weniger mit tiefen Fahrgassen zu kämpfen hat und einen geringen Kraftaufwand benötigt. Im Umkehrschluss, werden auch die CO₂-Emissionen verringert, durch die Einsparung von Treibstoff, was einen zusätzlichen ökologischen Aspekt darstellt²⁴.

Trotz der vielen positiven Effekte durch die Direktsaat gibt es natürlich auch einige Risiken und Herausforderungen, die mit der Direktsaat verbunden sind. Ein Hauptproblem ist die Unkrautproblematik, da der Boden nicht mechanisch bearbeitet wird, kann die Unkrautbekämpfung

²³ (Klim GmbH, 2024)

²⁴ (Sander, 2008)

schwieriger sein. Um die Unkrautproblematik in den Griff zu bekommen, müssen oft mehr Herbizide, insbesondere glyphosathaltige, eingesetzt werden. Dies kann zu ökologischen Bedenken und höheren Kosten führen²⁵. Es muss also eine alternative Strategie entwickelt werden, um das Unkraut zu bekämpfen. Bei der Direktsaat übernimmt dies die Zwischenfrucht oder eine Beisat in der Hauptkultur, welche dann mit den Unkräutern in Konkurrenz treten. Entscheidend ist, dass sowohl Zwischenfrucht, als auch die Beisat, ein schnelles, dynamisches und dominantes Wachstum aufzeigen, um das Unkraut gut zu unterdrücken²⁶.

Eine weitere Herausforderung ist die Bodenerwärmung. Durch die fehlende Bodenbearbeitung sowie die Mulchdecke, die den Boden bedeckt, kann sich der Boden unter Umständen etwas später erwärmen als ohne Bedeckung²⁷. Das bedeutet, dass die Hauptkultur erst dann gedrillt werden kann, wenn die optimale Bodentemperatur für die Keimung erreicht ist, dementsprechend verschiebt sich der Saatzeitpunkt gegenüber dem konventionellen Anbau. Die Folge daraus ist, dass die Kulturen auch erst später etabliert werden können. Dies führt daher oft zu Wachstumsverzögerungen vor allem in der Jugendentwicklung der Pflanzen, was sich auf die Abreife und Erträge auswirken kann²⁸.

Die im oberen Absatz angesprochen Erträge stellen ebenfalls ein Risiko für die Direktsaat dar. In den ersten Jahren nach der Umstellung auf Direktsaat können die Erträge niedriger sein, da sich das Bodensystem erst an die neue Methode anpassen muss. Jedoch ist die Spanne gar nicht so breit wie angenommen. In den meisten Fällen liegt der Unterschied zwischen Direktsaat und Pflugvariante bei 10%, dabei ist anzumerken, dass die Kulturen nicht einheitlich reagieren (siehe Abb. 3). In der Abbildung ist zu erkennen, dass bei Weizen, Roggen, Triticale, Raps und Erbsen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bearbeitungsvarianten vorliegen. Gründe für die Ertragseinbußen sind die in den oberen Absätzen angesprochenen Herausforderungen²⁹.

²⁵ (Don, 2024)

²⁶ (Cropp, 2021)

²⁷ (Cropp, 2021)

²⁸ (Cropp, 2021)

²⁹ (Möller, 2024)

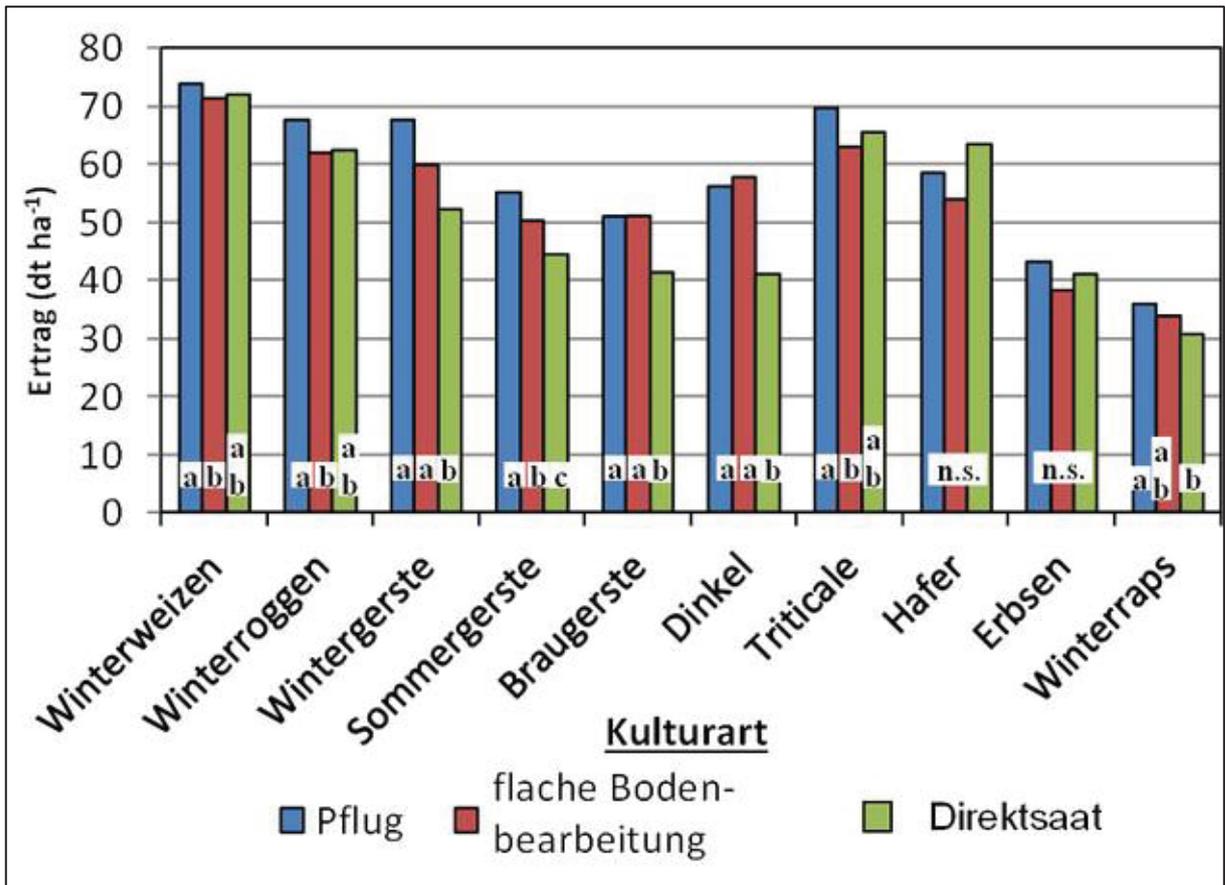


Abbildung 3: Kulturarten und deren Erträge unter verschiedenen Bodenbearbeitungstypen (Quelle: Möller, 2024)

2.4 Verbreitung der Direktsaat

2.4.1 Deutschland

In Deutschland sehen sich Landwirte zunehmend gezwungen, ihre Anbaumethoden an veränderte klimatische Bedingungen sowie an politische Richtlinien zur Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung anzupassen. Der Druck, effizienter und umweltschonender zu wirtschaften wächst stetig. Daher setzt ein deutlicher Trend in der Landwirtschaft ein, der zu einer Umstellung von konventioneller Bodenbearbeitung hin zur konservierenden Bodenbearbeitung führt. Diese Methode richtet sich gezielt danach, den Boden weniger intensiv zu bearbeiten, Erosion zu minimieren und Wasser sowie Nährstoffe besser im Boden zu halten. Viele Betriebe stellen sich dieser Herausforderung, ihre Flächen langfristig fruchtbar zu halten und gleichzeitig den ökologischen Anforderungen gerecht zu werden.

In diesem Zusammenhang gewinnt auch die Direktsaat in Deutschland zunehmend an Bedeutung. Das Direktsaatverfahren ist in Deutschland noch relativ wenig verbreitet. Im Vergleich zu herkömmlichen Anbaumethoden wie dem Pflügen oder der Mulchsaat wird Direktsaat nur auf einem kleinen Teil der landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt. Dies liegt an verschiedenen Faktoren, wie den klimatischen Bedingungen, der Bodenzusammensetzung sowie der Tatsache, dass viele Landwirte weiterhin an traditionellen Methoden festhalten. Obwohl die Verbreitung der Direktsaat bisher gering ist, wächst das Interesse daran. Insbesondere im Hinblick auf Ressourcenschonung und Bodenschutz könnte Direktsaat künftig eine Bedeutung gewinnen, da sie den Boden weitgehend unberührt lässt und somit Erosion und Bodenverdichtung reduziert wird. Der Trend hin zu nachhaltigen Anbaumethoden fördert die schrittweise Einführung der Direktsaat. Dies machen auch die Erhebungen des Statistischen Bundesamts deutlich, waren es im Wirtschaftsjahr 2015/2016 noch 0,1 Millionen Hektar die im No-Till-Verfahren bearbeitet wurden, verdoppelte sich die Anzahl der Flächen auf 0,2 Millionen Hektar im Wirtschaftsjahr 2022/2023.³⁰

Verdeutlicht wird dieser Trend auch durch die Verkaufszahlen von Direktsämaschinen. Eine Markterhebung des Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP hat herausgefunden, dass im Jahr 2023 60 Direktsämaschinen verkauft wurden.³¹

³⁰ (Brand, 2024)

³¹ Markterhebung Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP

2.4.2 Weltweit

Die Verbreitung der Direktsaat hat weltweit in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen, insbesondere in Regionen, die von intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und den damit verbundenen ökologischen Auswirkungen betroffen sind. Vorreiterländer in der Anwendung der Direktsaat sind vor allem die USA, Brasilien und Argentinien (siehe Abb.4). Die Fläche, die mit Direktsaat bewirtschaftet wird, nimmt weltweit kontinuierlich zu. Im Jahr 1973/74 lag die bewirtschaftete Fläche bei lediglich 2,8 Millionen Hektar. Bis 1996/97 wuchs sie auf 38 Millionen Hektar an, und im Jahr 2011 erreichte die Direktsaat eine Fläche von 125 Millionen Hektar.³²

Land	CA-Fläche (ha)
USA	26.500.000
Argentinien	25.553.000
Brasilien	25.502.000
Australien	17.000.000
Kanada	13.481.000
Russland	4.500.000
China	3.100.000
Paraguay	2.400.000
Kasachstan	1.600.000
Bolivien	706.000
Uruguay	655.100
Spanien	650.000
Ukraine	600.000
Südafrika	368.000
Venezuela	300.000
Frankreich	200.000
Sambia	200.000
Chile	180.000
Neuseeland	162.000
Finnland	160.000
Mosambik	152.000
Vereinigtes Königreich	150.000
Simbabwe	139.300
Kolumbien	127.000
Sonstiges	409.440
Gesamt	124.794.840

Abbildung 4: Flächenverteilung Direktsaat auf der Welt (Quelle: Friedrich, Kassam, & Derpsch, 2012)

Die weite Verbreitung in diesen Ländern ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen, darunter der hohe Grad an Mechanisierung, die großflächige Landwirtschaft und die Notwendigkeit, Bodenverluste durch Erosion zu verhindern. Zudem spielen in diesen Regionen auch

³² (Friedrich, Kassam, & Derpsch, 2012)

wirtschaftliche Überlegungen eine Rolle, da Direktsaat den Einsatz von Maschinen und Betriebsmitteln reduziert und somit die Produktionskosten reduziert werden.

Die Verbreitung der Direktsaat ist in Südamerika besonders hoch. Rund 45 % der globalen Fläche, die für Direktsaat genutzt wird, befinden sich auf diesem Kontinent. Dies unterstreicht die Bedeutung der Direktsaat als bevorzugte Anbaumethode in Ländern wie Brasilien und Argentinien, wo sie zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Effizienz und zur Schonung der natürlichen Ressourcen beiträgt. Nordamerika folgt mit einem Anteil von 32 % an der globalen Direktsaatfläche, was ebenfalls die Bedeutung dieser Methode in den USA und Kanada zeigt. Australien und Neuseeland liegen mit einem Anteil von 14 % an dritter Stelle, was ihre Vorreiterrolle in der nachhaltigen Landwirtschaft unterstreicht. In Europa, Afrika und Asien ist die Direktsaat hingegen weniger verbreitet (9%), obwohl auch hier in einigen Regionen, wie in USA und Australien, zunehmendes Interesse an dieser Methode besteht. Gründe für die geringere Verbreitung sind oft klimatische Bedingungen, unterschiedliche Bodenstrukturen, die traditionellen Präferenzen für konventionelle Bodenbearbeitungsmethoden und, dass die Direktsaat nicht in landwirtschaftlichen Entwicklungsprogrammen integriert oder durch geeignete politische Maßnahmen unterstützt wird.³³

³³ (Friedrich, Kassam, & Derpsch, 2012)

3 Methodik

3.1 Forschungsdesign und Beschreibung des Interviewleitfadens

Für das Forschungsdesign wurde entschieden, ein Experteninterview mit zehn verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben durchzuführen, die Direktsaat auf ihren Flächen anwenden. Diese Methode ermöglicht es, möglichst präzise und praxisnahe Aussagen zur Anwendung und den Auswirkungen der Direktsaat zu erhalten. Durch die Auswahl von Betrieben, die bereits Erfahrungen mit dieser Anbaumethode gesammelt haben, sollen fundierte Einblicke gewonnen und unterschiedliche Perspektiven auf die Effizienz und Herausforderungen der Direktsaat erfasst werden.

Die Interviews mit den landwirtschaftlichen Betrieben wurden in vier von zehn Fällen telefonisch und in sechs von zehn Fällen persönlich durchgeführt. Der Grund für die telefonischen Interviews war die große Entfernung zu den vier Betrieben in Schleswig-Holstein. Die anderen sechs Betriebe befinden sich in Mecklenburg-Vorpommern und konnten daher persönlich besucht werden. Die Interviews fanden an verschiedenen Tagen und zu unterschiedlichen Zeiten statt, um sich nach der Verfügbarkeit der Betriebsleiter zu richten. Der Befragungszeitraum wurde bewusst auf den Juni gelegt, da in dieser Zeit noch keine Hochsaison ist und somit mehr Zeit zur Verfügung steht. Die Dauer der Interviews variierte zwischen 30 und 50 Minuten. Während der Interviews wurden alle Aussagen der Experten stichpunktartig mitgeschrieben, um sicherzustellen, dass jede relevante Information in die Untersuchung einbezogen werden konnte. Im Anschluss an die Interviews wurden die gesammelten Stichpunkte transkribiert und systematisch zusammengefasst. Dieser Prozess ermöglichte eine umfassende Analyse der Expertenmeinungen und sicherte die Berücksichtigung aller wesentlichen Aspekte für die Zukunft.

Die Interviews wurden primär an die Betriebsleiter gerichtet, da sie für die Einführung und Umsetzung der Direktsaat auf ihrem Betrieb verantwortlich sind. Diese Personen haben sich umfassend mit dem Thema auseinandergesetzt und verfügen über fundiertes Wissen, das für die Arbeit von wesentlicher Bedeutung ist. Durch ihre zentrale Rolle und Expertise konnten fundierte und relevante Einblicke gewonnen werden, die entscheidend für die Qualität und Tiefe der Untersuchung sind.

Für das Interview wurde ein Fragenkatalog mit insgesamt 20 Fragen entwickelt (siehe Anhang), der in drei verschiedene Abschnitte unterteilt ist. Der erste Abschnitt umfasst die Fragen eins bis fünf und dient als Einführung in das Thema. In diesem Abschnitt werden folgende

Aspekte behandelt: die Gründe für die Umstellung auf Direktsaat, die Herausforderungen der Landwirtschaft in den kommenden Jahren, die Rolle der Direktsaat in der langfristigen Betriebsstrategie, die Herausforderungen bei der Umstellung auf Direktsaat sowie die Vorteile gegenüber herkömmlichen Anbaumethoden. Dieser Einstieg soll den Gesprächsfluss fördern und eine solide Grundlage für die weiterführenden Fragen bieten.

Im zweiten Teil des Interviews, der die Fragen 6 bis 18 umfasste, wurden die zentralen Themen der Untersuchung eingehend behandelt. Die Fragen richteten sich an die Betriebsleiter und umfassen mehrere wichtige Bereiche, die für die Analyse der Direktsaat von besonderer Bedeutung sind.

Zunächst konzentrierte sich das Interview auf den Standort des Betriebs, insbesondere auf die Beschaffenheit des Bodens und die klimatischen Bedingungen. Dabei wurde ermittelt, ob die Böden des Betriebs eher homogen oder heterogen sind, und ob die Ackerflächen überwiegend kupiertes oder flaches Gelände umfassen. Weitere Fragen basieren auf der Bewertung der Bodenpunkte des Betriebs und der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge. Ein wesentlicher Aspekt war dabei die Frage, ob sich die Bodenqualität durch die Praxis der Direktsaat, die mit einer geringeren Bodenbearbeitung einhergeht, verbessert oder verschlechtert hat. Darüber hinaus wurde untersucht, inwieweit die Direktsaat zur Reduzierung von Erosion und Bodenverlusten beitragen konnte, was für den langfristigen Erhalt der Bodenfruchtbarkeit von entscheidender Bedeutung war

Der zweite Schwerpunkt des Interviews lag auf den Themen Ertrag und Kulturen. Die Betriebsleiter wurden dazu befragt, wie sich der Ertrag seit der Einführung der Direktsaat entwickelt hat, ob dieser konstant geblieben ist, gestiegen oder gesunken ist. Darüber hinaus wurde untersucht, welche Kulturen auf den Betrieben unter Verwendung der Direktsaat aufgebaut werden und welche dieser Kulturen sich besonders gut für dieses Verfahren eignen. Diese Erkenntnisse sind entscheidend, um die Eignung verschiedener Kulturen für die Direktsaat besser einschätzen zu können und mögliche Anpassungen im Anbau zu identifizieren.

Ein weiterer wichtiger Teil des Interviews befasste sich mit dem Maschinenpark der Betriebe. Die Betriebsleiter sollten darlegen, welche Direktsämaschine auf ihrem Betrieb zum Einsatz kommt, warum sie sich für genau diese Maschine entschieden haben und ob es im Laufe der Zeit Verbesserungsvorschläge oder Anpassungen an der Maschine gab. Darüber hinaus wurde hinterfragt, ob traditionelle Maschinen wie Pflug, Grubber und Scheibenegge weiterhin auf den Betrieben vorhanden sind oder ob sie durch die Einführung der Direktsaat weitgehend überflüssig sind. Das Thema Pflanzenschutz und Düngemittel spielte ebenfalls eine zentrale

Rolle. Dabei wurde erörtert, ob und wie sich der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln durch die Einführung der Direktsaat verändert hat. Es wurde untersucht, ob Einsparungen möglich waren oder ob möglicherweise mehr Mittel eingesetzt werden mussten. Diese Informationen sind wichtig, um die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Direktsaat auf die Betriebe zu verbessern.

Abschließend wurden die Betriebsleiter zu den Kosteneinsparungen befragt, die durch die Direktsaat erzielt werden konnten. Insbesondere geht es um die Auswirkungen auf die Betriebskosten und die Arbeitsbelastung, die auch durch die Direktsaat im Rahmen der Lohn- und Betriebskosten erzielt werden können. Abschließend sollten die Betriebsleiter die Vor- und Nachteile der Direktsaat darlegen und erläutern, wo das Verfahren seiner Meinung nach besonders effektiv ist und wo es an seine Grenzen stößt.

Der dritte und letzte Abschnitt des Interviewleitfadens konzentrierte sich auf zwei abschließende, allgemeinere Fragen. Zunächst wurden die Befragten bei Frage 19 gebeten, ihre Vermutungen und Meinungen darüber zu äußern, warum das Verfahren der Direktsaat in Mitteleuropa noch nicht so weit verbreitet ist, wie dies beispielsweise in Nord- oder Südamerika der Fall ist. Diese Frage richtet sich darauf, mögliche regionale Unterschiede und Hemmnisse zu identifizieren, die eine breitere Akzeptanz der Direktsaat in Mitteleuropa ermöglichen.

Die letzte Frage des Interviews richtete sich darauf, welche Tipps oder Ratschläge die Befragten anderen Landwirten geben würden, die erwägen, auf Direktsaat umzusteigen. Dabei sollten sie auch überlegen, welche Maßnahmen das Verfahren für andere Landwirte attraktiver machen könnten.

Die Termine mit den Befragten wurden auf vielfältige Weise koordiniert, um größtmögliche Flexibilität und Effizienz zu gewährleisten. Dazu gehören sowohl telefonische Absprachen als auch die Kontaktaufnahme per E-Mail. Ein wesentlicher Bestandteil der Terminfindung war der Kontakt zu einer Mehrheit der Probanden, der durch den ersten Befragten hergestellt wurde. Dies ist nicht nur ein guter Bekannter des Autors, sondern auch hervorragend in der Direktsaat-Community in Deutschland vernetzt. Seine umfassenden Kontakte und seine Bekanntheit in der Branche haben die Suche nach geeigneten Interviewpartnern maßgeblich erleichtert. Zusätzlich nahm der Autor an Feldtagen teil, die sich mit dem Thema Direktsaat beschäftigten, um dort potenzielle Experten direkt anzusprechen und für ein Interview zu gewinnen.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Die vorliegende Stichprobe setzt sich aus zehn Betriebsleitern zusammen, die jeweils auf unterschiedlichen Betrieben tätig sind. Diese Betriebe verteilen sich auf zwei verschiedene Bundesländer, was eine gewisse regionale Vielfalt in der Analyse ermöglicht (siehe Tabelle 1). Die landwirtschaftliche Nutzfläche der einzelnen Betriebe variiert und reicht von 150 Hektar bis 2300 Hektar, was einen breiten Überblick über verschiedene Betriebe bietet. Die Betriebe produzieren eine Vielzahl von Erzeugnissen sowohl aus der Pflanzenproduktion als auch aus der Tierhaltung. Zu den angebauten Kulturen zählen unter anderem Weizen, Silomais, Körnermais, Raps, Gerste, Roggen, Erbsen, Sojabohnen, Sommergerste und Hanf. Zusätzlich werden tierische Produkte wie Milch und Rindfleisch hergestellt.

Die Stichprobe umfasst Betriebsleiter mit unterschiedlich viel Erfahrung im Umgang mit Direktsaat, was zu einer breiten Palette an Praxiserfahrungen führt. Die Erfahrung der Betriebsleiter variiert erheblich, von langjähriger Anwendung bis hin zu relativ neuem Einstieg in das Verfahren. Beispielsweise setzt ein Betrieb die Direktsaat bereits seit 2013 erfolgreich ein, während ein anderer Betrieb erst im Jahr 2022 mit dem Verfahren begonnen hat. Diese unterschiedlichen Horizonte ermöglichen eine vielfältige Betrachtung der Direktsaatpraxis und bieten wertvolle Einblicke in die Entwicklung und Anpassung des Verfahrens. Alle Probanden wurden aus datenschutzrechtlichen Gründen ausdrücklich gefragt, ob ihre Namen in dieser Arbeit verwendet werden dürfen. Dabei wurde sichergestellt, dass die Zustimmung zur Nennung der Namen freiwillig erfolgte und auf einer klaren Information über die geplante Nutzung der Daten beruhte. In Fällen, in denen keine Zustimmung erteilt wurde, werden die entsprechenden Daten anonymisiert dargestellt, um den Schutz der Privatsphäre der Probanden zu gewährleisten.

Proband	Name	Bundesland	Landwirtschaftliche Nutzfläche in Hektar	Direktsämaschine	Jahr der Umstellung
1	n.n.	MV	850	Novag	2021
2	Thomas Engfer	MV	475	Novag	2022
3	Matthias Zeitke	MV	730	Novag	2018
4	Philipp Franz	MV	600	Mzuri	2022
5	Alexander Rabe	MV	2300	Horsch Focus, Avatar 12.25, Maestro	2018
6	Nils Schramm	MV	600	Horsch Avatar	2021
7	Carl Hesse	MV	700	Novag	2020
8	Jan-Francke-Schwarz	SH	150	Horsch Avatar	2020
9	Georg Schuhmacher	SH	450	Novag	2013
10	Malte Carstens	SH	200	Sly-Boss	2020

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung, 2024)

4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel wird die Vorgehensweise der Datenanalyse erläutert und die daraus resultierenden Ergebnisse dargestellt und interpretiert.

4.1 Datenanalyse

Nachdem der Transkriptionsvorgang der Interviews abgeschlossen ist, beginnen die weiteren Schritte zur Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse der vorhandenen Daten.

Nach jedem geführten Interview werden die Interviewdaten sorgfältig und umfassend gelesen, um einen ersten Überblick über die Antworten und deren Inhalte zu gewinnen. Diese initiale Durchsicht dient dazu, ein Gefühl für die Schwerpunkte und wiederkehrenden Muster in den Aussagen der Befragten zu entwickeln. Anschließend werden alle relevanten Themen und Aspekte, die in den Interviews zur Sprache kommen, systematisch herausgearbeitet. Dabei liegt der Fokus darauf, die Inhalte der Aussagen prägnant zusammenzufassen, um die Kernaussagen der Teilnehmer deutlich hervorzuheben. Diese inhaltsbeschreibenden Zusammenfassungen bilden die Grundlage, um die verschiedenen Themen in Kategorien zu unterteilen und somit eine klare Struktur in den Daten zu schaffen.

In der Datenanalyse wurden die Kategorien nach den zentralen Themen eingeteilt, die im Verlauf der Interviews als besonders relevant identifiziert wurden. Ein wichtiger Punkt war dabei die Untersuchung der Gründe für die Umstellung auf Direktsaat, wobei die Motivationen und Beweggründe der Betriebsleiter im Fokus standen. Weiterhin wurden die Herausforderungen bei der Umstellung erfasst, um die Schwierigkeiten und Hindernisse zu beleuchten, die während dieses Prozesses auftraten. Ein weiterer zentraler Aspekt der Analyse war die Auswirkung auf den Boden, wobei die beobachteten Veränderungen von Bodenorganismen, der Bodenbeschaffenheit und -qualität nach der Umstellung auf Direktsaat untersucht wurden. Auch die Auswirkungen auf den Ertrag wurden erfragt, um die Effekte der Direktsaat auf die Ernteerträge, sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht, darzustellen. Schließlich wurde der Bereich der Veränderungen bei Betriebskosten und Arbeitsbelastung analysiert, um zu abbilden, inwieweit die Umstellung zu einer Reduktion dieser Kosten geführt hat. Durch diese Kategorisierung werden die gewonnenen Informationen geordnet und dargestellt, was letztlich zu einer tiefergehenden und detaillierten Analyse der Interviewinhalte beiträgt. Für die Darstellung der Daten bekommt jeder Proband eine Nummer, für eine bessere Übersicht bei der Darstellung der Ergebnisse.

4.2 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

4.2.1 Gründe für die Umstellung auf Direktsaat

Der erste wesentliche Aspekt bei der Analyse der Ergebnisse bestand darin, die Gründe für die Umstellung auf Direktsaat genau zu betrachten. Diese Gründe bildeten die Grundlage für ein umfassendes Verständnis der Motivationen und Herausforderungen, die mit der Umstellung einhergehen. Indem wir diese Faktoren identifizieren und analysieren, können wir einen Überblick darüber gewinnen, welche Überlegungen für die Landwirte von entscheidender Bedeutung sind. Zusätzlich hilft diese Analyse dabei, potenzielle Barrieren und Widerstände zu erkennen, die die Implementierung von Direktsaat behindern könnten.

Die Gründe für die Umstellung auf Direktsaat überschneiden sich bei allen Probanden oder sind im Ansatz die gleichen, wobei einige individuelle Unterschiede bestehen. Der Hauptgrund, der von allen genannt wurde, ist die Notwendigkeit, aufgrund des Klimawandels Wasser zu sparen. Durch den Klimawandel treten vermehrt Trockenperioden auf, insbesondere im Sommer während der Aussaat. Durch die Direktsaat wird auf die Bodenbearbeitung verzichtet, wodurch Wasser eingespart wird, das die Pflanzen für die Keimung und Wurzelbildung nutzen können. Gleichzeitig führt der Klimawandel auch immer wieder zu Starkregenereignissen, was viele Probanden dazu bewogen hat, auf ein Anbauverfahren zu setzen, das zum einen die Bodenerosion vermindert, um wertvollen Boden zu erhalten, und zum anderen das Infiltrationsvermögen des Bodens erhöht, um das Wasser im Boden zu speichern.

Ein weiterer wichtiger Grund für die Umstellung auf Direktsaat sind die erheblichen Kostensparnisse. Zum einen werden Arbeitskosten durch die verringerte Arbeitszeit gesenkt. Dies führt dazu, dass weniger Mitarbeiter benötigt werden, was ein weiteres Problem löst: Die immer größere Schwierigkeit, gutes und zuverlässiges Personal zu finden. Ein großer Vorteil der Direktsaat ist die Zeitersparnis durch den Wegfall mehrerer Arbeitsgänge auf dem Feld. Proband 1 gab an, dass es durch die Umstellung möglich wurde, seinen Mitarbeitern im August eine Woche Urlaub zu gewähren—etwas, das bei konventioneller Bodenbearbeitung undenkbar ist. Zum anderen spart man auch Betriebskosten ein. Es werden weniger Maschinen benötigt, und es fallen keine Kosten für Verschleißteile von Geräten wie Grubber, Pflug oder Scheibenegge mehr an. Zudem wird eine erhebliche Menge Diesel eingespart, was sich wiederum positiv auf das Klima auswirkt.

Alle Probanden gaben an, dass sie mit diesem Anbausystem aktiv zum Klimaschutz beitragen und so ressourcenschonend wie möglich arbeiten wollen. Ein weiterer Aspekt in der

Auswertung der Ergebnisse ist der individuelle Grund, den Proband 3 und Proband 5 genannt haben: die Problematik mit Unkräutern auf ihren Flächen, insbesondere mit dem Ackerfuchsschwanz. Dieses Unkraut stellt ein erhebliches Problem dar, da es zunehmend Resistenzen gegen herkömmliche Bekämpfungsmethoden entwickelt. Die Umstellung auf Direktsaat bietet hier eine effektive Gegenmaßnahme. Zum einen wird durch die fehlende Bodenbearbeitung keine Erde mehr bewegt, wodurch Unkrautsamen nicht mehr an die Oberfläche gelangen und keimen können. Zum anderen trägt die ausgedehnte Fruchtfolge dazu bei, dass die Abstände zwischen den Kulturen vergrößert werden, was den Unkrautdruck weiter reduziert und so das Problem mit resistenten Unkräutern eindämmt.

Einige Probanden, insbesondere Proband 1, 6 und 10, zeigten ein starkes Interesse an der Einführung eines neuen Anbausystems und hinterfragten den Einsatz sowie den Nutzen traditioneller Anbaumethoden. Dieses kritische Hinterfragen führte bei ihnen zu der Überzeugung, dass alternative Anbausysteme wie die Direktsaat möglicherweise besser geeignet sind, um aktuellen landwirtschaftlichen Herausforderungen zu begegnen. Zusätzlich gaben Proband 1 und 6 an, dass ein Seminar zur Förderung des Bodens entscheidend für ihr Umdenken war. Dieses Seminar vermittelte ihnen neue Erkenntnisse über die Bedeutung einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung, was letztlich den Impuls zur Umstellung auf Direktsaat gab.

4.2.2 Herausforderungen bei der Umstellung auf Direktsaat

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Analyse waren die Herausforderungen, die bei der Umstellung auf Direktsaat auftreten. Diese Schwierigkeiten variierten stark: Einige Probanden berichteten von erheblichen Problemen, während andere weniger betroffen waren. Die Unterschiede in den Herausforderungen hängen oft von spezifischen betrieblichen und geografischen Gegebenheiten ab. Die Auseinandersetzung mit diesen Herausforderungen ist entscheidend, um die Umstellung auf Direktsaat erfolgreich zu gestalten und mögliche Probleme frühzeitig zu erkennen.

Bei allen Probanden stellte sich die Bekämpfung von Mäusen und Schnecken als die größte Herausforderung bei der Direktsaat heraus. Der Verzicht auf die traditionelle Bodenbearbeitung, die normalerweise Gänge und Nester der Tiere zerstört, hat dazu geführt, dass sich Mäuse und Schnecken ungehindert auf den Feldern ausbreiten können. Diese Tiere verursachen erhebliche Schäden an den Pflanzen und stellen ein ernstes Problem für die Landwirtschaft dar. Alle Probanden berichteten, dass sie die Zeit, die früher für das Sammeln von Steinen verwendet wurde, nun gezielt dafür nutzen, Mäusegänge aufzufinden und diese mit Ködern auszustatten. Dies ist notwendig, um die Population der Mäuse zu kontrollieren und die

Schäden zu minimieren. Proband 1 hat zusätzlich eine innovative Methode zur Mäusebekämpfung entwickelt. Er verwendet sogenannte "Sitzkrücken" für Greifvögel. Diese Sitzkrücken werden strategisch auf den Feldern verteilt, um einen möglichst großen Bereich abzudecken. Greifvögel, wie Mäusebussarde oder Eulen, nutzen diese Sitzkrücken als Aussichtspunkte, von denen aus sie nach Mäusen Ausschau halten. Durch diese natürliche Form der Schädlingsbekämpfung kann die Mäusepopulation reduziert werden, da die Greifvögel aktiv nach Mäusen jagen und somit zur Kontrolle der Schädlinge beitragen. Die Probanden haben also nun die Aufgabe sich mit neuen biologischen Problemen auseinanderzusetzen, die es vorher - durch die konventionelle Arbeit - in diesem Ausmaß noch nicht gab.

Alle Probanden berichteten, dass die Umstellung auf Direktsaat nicht nur auf dem Feld, sondern auch abseits des Feldes Herausforderungen mit sich bringt. Eine wesentliche Schwierigkeit bestand darin, die Mitarbeiter von den Vorteilen der Direktsaat zu überzeugen. Es ist erforderlich, sie von der neuen Methode zu begeistern, damit sie diese aktiv unterstützen. Zusätzlich war eine umfassende Aufklärungsarbeit im traditionellen Umfeld notwendig, insbesondere gegenüber Verpächtern und anderen konventionellen Kollegen. Ein häufiges Problem war, dass der Acker nicht „sauber“ erscheint, da die Direktsaat direkt in die alten Stoppeln der Vorfrucht erfolgt, wodurch Erntereste an der Oberfläche verbleiben. Dies kann bei vielen als unansehnlich wahrgenommen werden und Bedenken hervorrufen. Ein weiteres Problem stellt der Einsatz von Glyphosat dar, das in der Bevölkerung einen negativen Ruf hat. Glyphosat wird häufig kritisch betrachtet, insbesondere im Hinblick auf Umwelt- und Gesundheitsaspekte. Dennoch ist es schwierig, die Direktsaat ohne Glyphosat erfolgreich umzusetzen, was die Akzeptanz der Methode zusätzlich erschwert.

Die Probanden 1, 2, 4, 5, 6, 7 und 9 beschrieben die Umstellung auf Direktsaat als eine erhebliche persönliche Herausforderung, die sie als „Kopfsache“ bezeichneten. Ein wesentlicher Aspekt dieser Herausforderung war das Management der veränderten Anbauweise. Durch die fehlende Bodenbearbeitung und die Mulchdecke verhält sich der Boden anders als bei konventionellen Methoden. Der Boden erwärmt sich langsamer, was dazu führt, dass sich die Aussaatzeitpunkte verschieben. Dies erfordert die Entwicklung eines neuen Rhythmus für die präzise Bestimmung des optimalen Aussaatzeitpunkts. Zusätzlich müssen die Probanden ihre Herbizid-Strategie neu überdenken. Der Einsatz von Bodenherbiziden ist aufgrund der Mulchdecke nicht möglich, weshalb auf blattaktive Herbizide umgestellt werden muss. Dies erfordert eine präzise Planung und Anpassung, um die Wirksamkeit der Unkrautbekämpfung sicherzustellen. Die Gefahr von Fehlermanagement ist zu Beginn besonders hoch, da sich die Probanden viele Aspekte der Direktsaat selbst aneignen müssen. Beispielsweise kam es bei Proband 2 zu einem vollständigen Ertragsausfall auf einigen Flächen, bedingt durch Fehler

während der Aussaat. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer gründlichen Einarbeitung und sorgfältigen Anpassung an die neue Anbaumethode.

Für Proband 2 und Proband 4 stellte die technische Anpassung bei der Umstellung auf Direktsaat eine erhebliche Herausforderung dar. Eine der wesentlichen Aufgaben war die Auswahl der geeigneten Direktsämaschine, die den spezifischen Anforderungen ihrer Betriebe gerecht wird. Die richtige Drillmaschine muss exakt auf die Bedingungen und Bedürfnisse des jeweiligen Betriebs abgestimmt sein, um eine effiziente und effektive Aussaat zu gewährleisten. Zusätzlich ist es wichtig, den passenden Traktor für die Direktsaatmaschine zu finden. Proband 2, der über kuperierte Flächen verfügt, benötigt einen leistungsstarken Traktor mit hoher PS-Zahl, um die Drillmaschine problemlos ziehen zu können. Diese technische Herausforderung umfasst nicht nur die Auswahl und Anpassung der Maschinen, sondern auch die Sicherstellung, dass die gesamte Ausrüstung harmonisch zusammenarbeitet, um optimale Ergebnisse bei der Direktsaat zu erzielen.

4.2.3 Auswirkung der Direktsaat auf Boden und Ertrag

Ein weiterer Schwerpunkt der Analyse war es, herauszufinden, ob und wie sich die Umstellung auf Direktsaat auf den Boden ausgewirkt hat. Die Probanden wurden befragt, ob sie nach der Umstellung Veränderungen im Boden beobachten konnten und welche spezifischen Auswirkungen festgestellt wurden.

Alle Probanden berichteten übereinstimmend, dass durch den Umstieg auf Direktsaat die Probleme mit Wasser- und Winderosion vollständig beseitigt wurden, unabhängig davon, wie lange dieses Anbauverfahren bereits in ihrem Betrieb angewendet wird. Der Grund für diese positiven Veränderungen liegt in der dauerhaften Bodenbedeckung, die durch die Direktsaat gewährleistet wird. Der kontinuierliche Pflanzenbewuchs spielt eine entscheidende Rolle: Zum einen fängt er Niederschläge ab, sodass die Wassertropfen nicht direkt auf den Boden treffen, was die Gefahr von Wassererosion erheblich reduziert. Zum anderen bremst die Bodenbedeckung den Wind über der Bodenoberfläche ab, wodurch die Gefahr von Winderosion minimiert wird. Diese Effekte tragen maßgeblich zur Stabilisierung des Bodens und zum Schutz vor Erosion bei.

Alle Befragten berichteten, dass der Boden durch die Umstellung auf Direktsaat deutlich tragfähiger geworden ist und das Bodenleben sich regeneriert sowie die Aktivität im Boden erheblich gesteigert wurde. Diese positiven Veränderungen sind auf die schonende Bodenbearbeitung und die kontinuierliche Bodenbedeckung zurückzuführen, die es den Bodenlebewesen

ermöglicht, sich besser zu entwickeln und zu einer gesünderen sowie stabileren Bodenstruktur beizutragen. Die erhöhte Aktivität der Organismen führt gleichzeitig zu einer verbesserten Wasserinfiltration, wodurch der Boden in der Lage ist, größere Wassermengen aufzunehmen als ein herkömmlich gepflügter Acker. Dies verbessert die Tragfähigkeit des Bodens erheblich. Alle Probanden gaben an, dass sie im nassen Frühjahr 2024 ein bis zwei Wochen früher Dünger streuen konnten als ihre konventionell arbeitenden Kollegen, was einen bedeutenden Vorteil darstellt.

Proband 8 berichtete von einer erheblichen Verbesserung auf einem zuvor problematischen Standort seines Betriebs, der es nie oder nur selten geschafft hatte, den Winter zu überstehen. Durch die Umstellung auf Direktsaat hat sich die Situation jedoch deutlich gewandelt. Die Methode ermöglichte eine bessere Etablierung des Bestandes über den Winter hinweg, was auf die positive Auswirkung der Direktsaat auf die Bodenbedingungen zurückzuführen ist. Zusätzlich gaben die Probanden 1, 3, 6 und 8 an, dass die Direktsaat insgesamt vorteilhafte Auswirkungen auf die Bodenqualität hat. Proband 1, 6 und 8 stellten fest, dass sich die Bodenstruktur von einem polidären Zustand in ein Krümelgefüge verwandelt hat. Diese Veränderung ist besonders auf sandigen Standorten bemerkenswert, da das Krümelgefüge eine höhere Wasserstabilität bietet und den Boden widerstandsfähiger gegen Erosion und Austrocknung macht. Proband 3 berichtete zudem von einer positiven Veränderung des Humusgehalts seines Bodens. Der erhöhte Humusgehalt ist ein Indikator für eine verbesserte Bodenfruchtbarkeit und eine gesteigerte Fähigkeit des Bodens, Wasser und Nährstoffe zu speichern. Diese Verbesserungen tragen insgesamt zu einer gesünderen und produktiveren Bodenstruktur bei, die durch die Direktsaat begünstigt wird.

Bei den Probanden 2, 4 und 7 konnte keine detaillierte Aussage zur Veränderung der Bodenqualität gemacht werden, da der Zeitraum seit der Umstellung auf Direktsaat noch zu kurz ist, um umfassende und verlässliche Beobachtungen zu ermöglichen, weshalb die langfristigen Auswirkungen auf die Bodenstruktur, -qualität und -fruchtbarkeit noch nicht abschließend bewertet werden können. Daher sind detaillierte Rückmeldungen über mögliche Veränderungen in der Bodenqualität bisher noch nicht verfügbar.

Bei der Ertragsentwicklung unter Direktsaat berichteten die meisten Probanden, dass ihre Erträge entweder konstant geblieben sind oder leicht unter dem Durchschnitt der konventionellen Nachbarn liegen. Es wurde festgestellt, dass bei bestimmten Kulturen gelegentlich geringere Erträge auftreten können. Diese Differenzen sind häufig auf Schädlinge oder Verdichtungen zurückzuführen, die durch die vorhergehende Vorkultur entstehen. Einige Probanden integrieren weiterhin Rüben oder Silomais in ihre Fruchtfolge, da diese Kulturen aktuell wirtschaftlich

vorteilhaft sind oder für die Versorgung ihrer Kühe benötigt werden. Die Direktsaat lässt sich mit diesen Kulturen jedoch oft schwieriger kombinieren, da die schwere Erntetechnik und der Erntezeitpunkt der Rüben und Silomais zu Verdichtungen im Boden führen können. Diese Verdichtungen beeinträchtigen die Bodenstruktur und erschweren es, die Folgefrüchte ausreichend aufzulockern. Daher können diese spezifischen Faktoren zu einer verringerten Ertragsleistung bei den betroffenen Kulturen führen. Proband 3 berichtete, dass sein Ertrag derzeit etwa eine Tonne unter dem Durchschnitt liegt, sich jedoch allmählich verbessert. Die Entwicklung zeigt, dass sich die Erträge unter Direktsaat im Laufe der Zeit stabilisieren können. Probanden 2 und 6 haben ebenfalls Erfahrungen mit erheblichen Mindererträgen gemacht, bei denen die Erträge zeitweise nur etwa die Hälfte des Durchschnitts betragen. Diese starken Schwankungen verdeutlichen, dass der Ertrag unter Direktsaat stark vom Management abhängt. Alle Probanden bestätigten, dass der Erfolg der Direktsaat maßgeblich von der präzisen Einhaltung der Aussaatzeitpunkte und den jeweiligen Bedingungen abhängt. Ein verpasster Zeitpunkt oder ungünstige Bedingungen bei der Aussaat können die Etablierung eines guten Bestandes erheblich erschweren und somit zu einem geringeren Ertrag führen.

4.2.4 Veränderungen bei Betriebskosten und Arbeitsbelastung

Der abschließende Teil der Analyse konzentrierte sich auf die Einsparungen, die durch die Umstellung auf Direktsaat erzielt werden können, sowie auf deren Auswirkungen auf die Arbeitsbelastung. Es wurde untersucht, welche Kostenreduktionen konkret realisiert werden und wie sich diese Einsparungen auf die betriebliche Effizienz auswirken. Zudem wurde analysiert, inwieweit die geringere Arbeitsbelastung es ermöglicht, Arbeitskräfte effizienter einzusetzen und ob dies die allgemeine Betriebssituation verbessert hat.

Die Analyse zur Direktsaat hat gezeigt, dass diese Anbaumethode bei einigen Probanden zu spürbaren Kosteneinsparungen geführt hat, insbesondere bei den Betriebs- und Lohnkosten. Probanden 1, 3, 4, 5 und 7 berichteten, dass sie durch die Umstellung auf Direktsaat ihre Betriebskosten senken konnten. Proband 1 hob besonders hervor, dass es ihm möglich ist, den Dieselverbrauch um rund 50 % zu reduzieren. Neben den geringeren Kraftstoffkosten profitiert er auch von einem reduzierten Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln sowie von niedrigeren Maschinenkosten, da weniger intensive Bodenbearbeitungsmaßnahmen erforderlich sind. Proband 3 bestätigte ebenfalls eine signifikante Einsparung bei den Dieselskosten. Früher benötigte er etwa 150 Liter Diesel pro Hektar, doch durch die Direktsaat konnte dieser Verbrauch auf nur 49 Liter pro Hektar reduziert werden. Zusätzlich konnte er den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um etwa 25 % bis 30 % senken, was weitere Betriebskosten spart.

Proband 5 verzeichnete eine Reduktion der Betriebskosten um etwa 150 Euro pro Hektar. Diese Einsparungen unterstreichen das Potenzial der Direktsaat, die Betriebskosten deutlich zu senken und gleichzeitig einen positiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, insbesondere durch die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Im Gegensatz dazu berichteten die Probanden 2, 6, 8, 9 und 10, dass ihre Betriebskosten durch die Direktsaat nicht gesunken sind. Dies liegt daran, dass diese Probanden entweder noch in der Umstellungsphase auf Direktsaat sind oder als Mischbetriebe weiterhin auch Tierhaltung betreiben, was die Betriebskosten insgesamt höher hält. In diesen Betrieben wirken sich die Vorteile der Direktsaat noch nicht voll aus, was eine geringere Effizienzsteigerung und somit weniger Einsparungen zur Folge hat.

Bei 80 % der Probanden konnte eine Reduzierung der Arbeitsbelastung durch die Einführung der Direktsaat festgestellt werden. Dies ist hauptsächlich auf die geringere Anzahl an Überfahrten über das Feld zurückzuführen, die durch den Wegfall der intensiven Bodenbearbeitung ermöglicht wird. Besonders auffällig ist, dass Probanden 1 und 3 nun in der Lage sind, während der Erntezeit im Sommer Urlaub zu nehmen. Diese Entlastung ergibt sich nicht nur durch die reduzierte Arbeitszeit, sondern auch durch eine entzerrte Fruchtfolge, die den Erntestress erheblich verringert hat. Im Gegensatz dazu gaben Probanden 5 und 6 an, dass sich ihre Arbeitsbelastung eher verlagert hat. Anstelle der traditionellen Bodenbearbeitung liegt der Fokus ihrer Arbeit nun stärker auf der Bonitur, also der Bewertung und Kontrolle des Pflanzenbestands. Diese Verschiebung zeigt, dass die Direktsaat nicht nur zu einer Reduktion der Arbeitszeit führen kann, sondern auch zu einer Umverteilung der Aufgaben auf dem Feld.

5 Diskussion

Im folgenden Diskussionskapitel der Arbeit werden zunächst die Ergebnisse der Analyse zusammengefasst und nochmals interpretiert. Anschließend werden Implikationen für die Theorie und Praxis aufgezeigt. Den Abschluss des Kapitels bilden die Grenzen der Arbeit und der zukünftige Forschungsbedarf.

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass die Direktsaat sowohl bei großen als auch bei kleinen landwirtschaftlichen Betrieben funktionieren kann. Der Diffusionsprozess von Direktsaatmaschinen schreitet offenbar voran. Diese Schlussfolgerung ergibt sich zum einen aus den Investitionen der Landwirte, zum anderen aus dem immer größer werdenden Markt für die entsprechenden Drillmaschinen. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Akzeptanz von Direktsaat bei den Landwirten im sozialen Umfeld der Befragten hoch ist und das Interesse immer weiter steigt.

Die Untersuchung zur Umstellung auf Direktsaat hat umfassende Einblicke zum einen über die Gründe für die Umstellung und die daraus resultierenden Herausforderungen gegeben, zum anderen die Auswirkungen dieser Anbaumethode Bodenqualität, Ertragsentwicklung und betriebswirtschaftliche Aspekte dargestellt. Die Landwirte haben klare individuelle Erwartungen im Bezug auf die Umstellung von Direktsaat. Die Hauptziele bei der Implementierung ist die Nachhaltigkeit, es soll so naturnah und ressourcenschonend gearbeitet werden wie möglich, den Bodenstruktur und -organismen regenerieren und Kosten bei der Arbeit einzusparen. Ein wesentliches Ergebnis ist, dass die Direktsaat einen erheblichen Einfluss auf die Verbesserungen der Bodenqualität hat. Die Probanden berichteten übereinstimmend von einer erhöhten Tragfähigkeit des Bodens und einer deutlichen Regeneration des Bodenlebens. Besonders hervorzuheben ist die Entwicklung der Bodenstruktur von polidärem Gefüge hin zu einem stabileren Krümelgefüge, was insbesondere auf sandigen Standorten für eine bessere Wasserstabilität und -speicherung sorgt. Die schonende Bodenbearbeitung und die kontinuierliche Bodenbedeckung haben dazu geführt, dass die Aktivität von Bodenorganismen gefördert wurde, was wiederum die Wasserinfiltration verbessert und die Anfälligkeit für Wind- und Wassererosion deutlich reduziert hat.

Die Ertragsentwicklung stellte sich unter der Direktsaat als variabel dar. Während einige Probanden stabile oder leicht unterdurchschnittliche Erträge im Vergleich zu konventionellen Methoden verzeichneten, berichteten andere von erheblichen Mindererträgen. Diese

Unterschiede sind vor allem auf das Management zurückzuführen. Probanden, die bei der Ernte nicht auf die richtige Strohverteilung geachtet und bei der Aussaat den richtigen Zeitpunkt verpasst haben oder deren Böden durch vorherige Kulturpflanzen verdichtet waren, hatten Schwierigkeiten, gute Erträge zu erzielen. Besonders problematisch erwiesen sich Kulturen wie Rüben und Silomais, die aufgrund der Erntetechnik und Erntezeitpunkte oft Verdichtungen im Boden hinterlassen, die sich negativ auf die Folgefrüchte auswirken.

In Bezug auf die Betriebskosten und Arbeitsbelastung zeigte die Analyse, dass bei einem Großteil der Probanden signifikante Einsparungen erzielt werden konnten. Durch die Direktsaat ist es möglich seinen Dieserverbrauch bis auf 50% zu reduzieren, was zudem durch geringere Ausgaben für Dünger und Pflanzenschutzmittel unterstützt wurde. Probanden berichteten, dass ihre Maschinenkosten deutlich gesunken sind, was auch zur Einsparung von CO₂-Emissionen beiträgt. Bei 80% der Probanden hat sich zudem die Arbeitsbelastung verringert, hauptsächlich durch die Reduktion der Überfahrten. Bei einigen Probanden führte dies sogar dazu, dass sie während der Erntezeit Urlaub nehmen konnten, da der Arbeitsaufwand durch entzerrte Fruchtfolgen deutlich gesunken ist. Allerdings gab es auch Probanden, bei denen sich die Arbeitsbelastung lediglich verschoben hat, weg von der Bodenbearbeitung hin zu Aufgaben wie der Bonitierung.

Dennoch stehen die Landwirte bei der Direktsaat vor verschiedenen Herausforderungen. Die eben angesprochene Umstellung des Managements ist dabei ein großer Punkt. Die Landwirte müssen sich mehr mit ihrem Boden auseinandersetzen und beachten, dass ohne die übliche Bodenbearbeitung, die Erwärmung des Bodens vermindert abläuft. Dies kann dazu führen, dass sich Aussaatzeitpunkte verschieben, wodurch ein neuer Rhythmus bei der Aussaat gefunden werden muss, um den optimalen Zeitpunkt für die Aussaat zu bestimmen. Dass ist insbesondere in der Anfangsphase der Umstellung von großer Bedeutung, da das Risiko von Fehlentscheidungen sehr hoch ist, da viele Landwirte sich das notwendige Wissen und die Erfahrungen selbst aneignen müssen. Fehler können zu deutlichen Ertragsminderungen führen, wie es in Kapitel 4.2.3 bei einigen Probanden der Fall war. Die nächste Herausforderung für die Landwirte ist die Erarbeitung einer neuen Herbizid-Strategie. Durch die stetige Bodenbedeckung von Pflanzenresten oder Mulch wird der Einsatz von Bodenherbiziden deutlich erschwert oder unmöglich. Die Probanden müssen wie angesprochen ihren Betrieb auf blattaktive Herbizide umstellen, was eine gründliche Überarbeitung der bisherigen Pflanzenschutzstrategie darstellt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Direktsaat ein nachhaltiges und wirtschaftlich vorteilhaftes Anbauverfahren darstellen kann, das jedoch eine präzise Anpassung des

landwirtschaftlichen Managements erfordert, um sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Potenziale voll ausschöpfen zu können.

5.2 Implikationen für die Theorie

Die Implikationen für die Theorie bei der Direktsaat umfassen mehrere Bereiche der agrarwissenschaftlichen und umweltökonomischen Forschung. Diese Implikationen bieten wertvolle Erkenntnisse und Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung bestehender Modelle und Theorien.

Der erste Bereich bezieht sich auf die Bodenökologie und Fruchtbarkeitsmodelle. Die Einführung der Direktsaat auf den Betrieben hat gezeigt, dass traditionelle Modelle der Bodenfruchtbarkeit, die stark auf Bodenbearbeitung setzen, überdacht werden müssen. Die theoretischen Ansätze müssen stärker die Rolle der minimalen Bodenstörung und der dauerhaften Bodenbedeckung miteinbeziehen. Diese neuen Erkenntnisse zeigen, dass durch eine reduzierte Störung und die aktive Förderung des Bodenlebens, die Bodenfruchtbarkeit langfristig gesteigert werden kann.

Die Anpassung der Pflanzenwachstumsmodelle an die Bedingungen der Direktsaat ist von zentraler Bedeutung, da diese Anbaumethode das Mikroklima im Boden tiefgreifend verändert. Unter Direktsaat bleibt der Boden weitgehend unberührt und ist oft mit einer Mulchschicht bedeckt, was zu einer langsameren Erwärmung des Bodens im Frühjahr führt. Diese veränderten thermischen Bedingungen können den Keimungsprozess und das frühe Pflanzenwachstum beeinflussen, da die Samen und Wurzeln in einer kühleren und feuchteren Umgebung gedeihen müssen. Dies bietet der Forschung die Möglichkeit zu schauen, wie stark die dauerhafte Bodenbedeckung die thermischen Bedingungen im Boden beeinflusst und sich auf die Verschiebung von Aussatzzeitpunkten auswirkt.

Die Ertragsstabilität und -variabilität müssen ebenfalls angepasst werden. Traditionelle Theorien zur Ertragsbildung unterstellen oft eine stabile Ertragsentwicklung bei optimaler Bodenbearbeitung. Die Direktsaat hingegen zeigt, dass Erträge stärker vom Management und den Umweltbedingungen abhängen können. Dies führt zu der Erkenntnis, dass theoretische Modelle zur Ertragsstabilität flexibler gestaltet werden müssen, um die variablen Erträge unter der Direktsaat besser abbilden zu können.

Ein großer Punkt ist die Nachhaltigkeit und der Beitrag zum Klimaschutz. Die Direktsaat verfügt über eine Großzahl an Einflüssen, die zu einer nachhaltigen Landwirtschaft und zur Steigerung der Ressourceneffizienz führen können. Ihre potenziellen Vorteile, durch den Verzicht auf

tiefgreifende Bodenbearbeitung wird die Bodenstruktur langfristig erhalten und die biologische Vielfalt im Boden gefördert. Mikroorganismen, Pilze und Regenwürmer können ungestört arbeiten, was zu einer verbesserten Humusbildung führt. Dieser Humus bindet Kohlendioxid und trägt somit aktiv zur Reduktion der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bei. Zusätzlich reduziert die stetige Bodenbedeckung auf der Bodenoberfläche die Bodenerosion durch Wind und Wasser. Diese kontinuierliche Bodenbedeckung verhindert den Abtrag fruchtbarer Erde und hilft, die Wasserspeicherkapazität des Bodens zu erhalten. Diese Punkte verdeutlichen, dass ein Umdenken der theoretischen Konzepte erforderlich ist, um den Beitrag von verschiedenen Anbaumethoden zur ökologischen Nachhaltigkeit besser bewerten zu können.

Die Umstellung auf Direktsaat erfordert auch eine Anpassung der sozialen und betrieblichen Aspekte von landwirtschaftlichen Betrieben. Die Einführung hat enorme Auswirkungen auf die Arbeitsbelastung und Lebensqualität der Betriebsleiter und deren Angestellten. Bei 80% der Probanden wurden durch die geringeren Überfahrten eine deutliche Reduzierung der Arbeitsbelastung geschaffen. Dies ermöglicht den Betrieben flexiblere Arbeitszeiten, zum Beispiel in Arbeitsspitzen wie der Erntephase wird es möglich Urlaub zu nehmen. Somit verbessert sich zum einen das Betriebsklima, zum anderen wird es möglich Mitarbeiter langfristig zu binden. Ein weiterer sozialer Aspekt ist der Austausch des Wissens und die Zusammenarbeit innerhalb der landwirtschaftlichen Gemeinschaft. Die Umstellung auf Direktsaat erfordert oft ein Umdenken und aneignen neuen Fachwissens, was verstärkt zum Austausch mit anderen Direktsäern führt. Dieser Wissensaustausch und die gemeinschaftliche Herangehensweise stärkt die sozialen Netzwerke, was Einsteigern oder Interessierten einen Umstieg auf Direktsaat erleichtern könnte.

Betriebswirtschaftlich hat die Direktsaat auch einige Vorteile. Viele Landwirte berichten von signifikanten Einsparungen bei den Betriebskosten, insbesondere beim Dieserverbrauch, der Düngung und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Bei einigen Probanden wurde es durch die Umstellung möglich einen Großteil des Dieserkraftstoffs einzusparen. Diese Kostensenkung wirken sich positiv auf die Rentabilität der Betriebe aus, da die Erträge stabil bleiben oder nur geringfügig gesunken sind. Trotz der Vorteile ist jedoch zu beachten, dass es auch zu Mindererträgen kommen kann, diese Einbußen müssen vermieden werden. Hinzukommt, dass die Umstellung auf Direktsaat in den ersten Jahren mit Investitionen in neue Maschinen oder Anpassungen der Fruchtfolge verbunden sein, was für kleinere Betriebe eine finanzielle Herausforderung darstellt. Langfristig trägt die Direktsaat jedoch zur Stabilität der Betriebe bei, da sie neben Kosteneinsparungen auch klimatische Risiken, wie Bodenerosion und Wasserknappheit, besser abfedern kann.

5.3 Implikationen für die Praxis

Die Direktsaat reduziert die herkömmliche Bodenbearbeitung auf ein Minimum, was sich wiederum positiv auf die Bodenstruktur auswirkt. Da auf regelmäßiges Pflügen verzichtet wird und der Boden dauerhaft mit Pflanzen oder Mulch bedeckt ist, wird das Erosionsrisiko deutlich verringert. Dies ist besonders vorteilhaft für Standorte, die stark erosionsgefährdet sind. Die Praxis zeigt, dass die Struktur des Bodens durch die ständige Bedeckung stabiler und tragfähiger wird, was auf weite Sicht die Fruchtbarkeit und Wasserinfiltrationsrate steigert. Hinzu kommt, dass mehr Humus aufgebaut wird, wodurch heterogene Standorte mehr homogenisiert werden können.

In der Praxis führt die Umstellung auf Direktsaat zu deutlichen Einsparungen bei den Betriebskosten, wie Diesel, Dünger und Pflanzenschutzmitteln. Durch die minimale Anzahl an Überfahrten wird auch der Maschinenverschleiß reduziert, was auf weite Sicht ebenfalls zu weiterer Senkung der Betriebskosten führt. Viele Landwirte berichten davon, dass die Arbeitsbelastung sinkt, da weniger Zeit für die Feldbearbeitung benötigt wird. Dies ermöglicht den Betriebsleitern die Arbeitsbelastung ausgeglichener zu verteilen und allgemein flexibler zu gestalten, um den Angestellten mehr Freizeit zu bieten.

Die Sicherung des Ertrages bei der Direktsaat erfordert ein hohes Maß an Managementkompetenz. Entscheidend dabei ist die richtige Planung der Fruchtfolge und der richtige Aussaatzeitpunkt. Bei falscher Planung und falschen Wetterbedingungen kann es zu Senkung der Erträge führen. Daher ist es wichtig, die Direktsaat an den lokalen Bedingungen und die betrieblichen Ressourcen anzupassen. Die Praxis zeigt, dass nicht alle Kulturen lassen sich mit dem mit dem Direktsaat-Verfahren verknüpfen. Zuckerrüben und Silomais beispielsweise lassen sich durch die schwere Erntetechnik und die späte Ernte schwieriger Handhaben. Für Betriebe mit diesen Kulturen in der Fruchtfolge ist von großer Bedeutung Strategien zu entwickeln, um Bodenverdichtungen zu vermeiden. Etwa durch den Einsatz von Maschinen mit optimaler Bereifung und Gewichtsverteilung oder durch den Verzicht auf bestimmte Kulturen, jedoch hat dies wieder Auswirkungen auf die Fruchtfolge.

Die Umstellung auf Direktsaat ist auch immer mit hohen Investitionen für die speziellen Direktsämaschinen verbunden. Diese Investition ist für viele Betriebe in der Anfangsphase eine finanzielle Hürde. In der Praxis ist es zu Beginn der Umstellung aber auch möglich auf Lohnunternehmen zu setzen, damit die Landwirte nicht direkt in eine neue Maschine investieren müssen. Des Weiteren ist ein generelles Umdenken bei der Bewirtschaftung der Flächen erforderlich, da konventionelle Anbaumethoden nicht immer übertragbar sind. Das bedeutet,

dass der aktive Wissensaustausch mit erfahrenen Landwirten gesucht werden sollte, hinzu kommt die Teilnahme an Bodenseminaren und Feldtagen mit dem Thema Direktsaat.

Die Direktsaat bietet praktische Vorteile sowohl für den Betrieb an sich als auch für die Umwelt und den Klimaschutz, da der geringere Einsatz von Maschinen und Betriebsmitteln den CO₂-Ausstoß reduziert. Auf langfristige Sicht kann das Verfahren durch die Förderung der Bodenbiologie und Humusbildung zur CO₂-Speicherung im Boden beitragen und so den ökologischen Fußabdruck der Landwirtschaft verringern. In der Praxis könnte zum einen die Politik das Verfahren mehr fördern und zum anderen könnte der Handel versuchen mit CO₂-Zertifikaten zu arbeiten um die Einsparungen von CO₂ zu belohnen, um die Landwirte für einen Umstieg auf Direktsaat zu motivieren.

5.4 Limitationen

Die vorliegenden Forschungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen mit Vorsicht zu interpretieren. Aufgrund der folgenden Limitationen dieser Arbeit sollten die Ergebnisse sowie die angenommenen Zusammenhänge mit weiterer Forschung validiert werden.

Zunächst ist die Auswahl der Probanden eine entscheidende Einschränkung. Die Befragung umfasste nur eine begrenzte Anzahl von Landwirten, was bedeutet, dass die Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf die gesamte landwirtschaftliche Praxis der Direktsaat projiziert werden können. Unterschiede in geografischen Bedingungen, Betriebsgrößen und den jeweiligen Betriebsstrategien könnten zu anderen Ergebnissen führen.

Ein weiterer wesentlicher Punkt der zu beachten ist, ist der Zeitraum der Direktsaat-Umstellung. Einige der Probanden nutzen das Verfahren der Direktsaat erst seit kurzem, weshalb langfristige Auswirkungen auf den Boden, sowie Ertrag noch nicht abschließend bewertet werden konnten. Für eine verlässliche Analyse ist der Zeitraum deshalb zu kurz, weil langfristige Beobachtungen, wie etwa die Veränderung der Bodenstruktur oder die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, erst nach mehreren Jahren sichtbar werden.

Darüber hinaus variiert das Management der Direktsaat von Betrieb zu Betrieb, was eine weitere Unsicherheit darstellt. Unterschiede in der Fruchtfolge, Düngung und im Pflanzenschutz können zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Diese Variabilität erschwert es, allgemeingültige Aussagen über die Wirksamkeit der Direktsaat zu treffen.

Schließlich muss berücksichtigt werden, dass langfristige Effekte, insbesondere im Hinblick auf die Bodenfruchtbarkeit und die Anreicherung von Humus, in dieser Arbeit nicht vollständig erfasst werden konnten. Viele dieser Effekte benötigen mehrere Jahre, um sich zu manifestieren. Da diese Studie nur kurzfristige Beobachtungen erfasst, bleibt das langfristige Potenzial der Direktsaat teilweise unberücksichtigt.

5.5 Zukünftiger Forschungsbedarf

Aus den gewonnenen Erkenntnissen und den genannten Limitationen ergeben sich einige Anregungen für die zukünftige empirische Untersuchungen auf diesem Gebiet. Grundsätzlich sollten die genannten Einschränkungen dieser Arbeit in weiteren Untersuchungen aufgearbeitet werden.

Der zukünftige Forschungsbedarf zur Direktsaat ist vielfältig und erfordert detailliertere Langzeitstudien, um die bisher gewonnenen Erkenntnisse weiter zu vertiefen. Ein zentraler Aspekt sind die Auswirkungen auf die Bodenstruktur und -fruchtbarkeit, dafür sind aussagekräftige Langzeitanalysen erforderlich. Bisherige Studien und Praxiserfahrungen deuten auf positive Veränderungen hin, doch ist es notwendig, die Entwicklung über längere Zeiträume und unter verschiedenen klimatischen und geografischen Bedingungen genauer zu untersuchen. Insbesondere die Veränderung des Humusgehalts und die Langzeitwirkung auf das Bodenleben sollten intensiver erforscht werden.

Ein weiterer Punkt ist die Ertragsentwicklung unter Direktsaat. Da einige Landwirte von anfänglichen Ertragsminderungen berichten, sollte untersucht werden, welche Faktoren zu diesen Schwankungen führen und wie diese überwunden werden können. Hier wäre es hilfreich, Vergleichsstudien durchzuführen, die unterschiedliche Anbausysteme, Fruchtfolgen und Managementpraktiken analysieren, um eine optimale Anpassung der Direktsaat an verschiedene Standortbedingungen zu ermöglichen.

Ebenfalls sollte der Einfluss der Direktsaat auf Biodiversität und das gesamte Ökosystem genauer untersucht werden. Zwar gibt es Hinweise darauf, dass schonende Bodenbearbeitung und kontinuierliche Bodenbedeckung die biologische Vielfalt im Boden fördern, jedoch fehlen umfassende Studien, um genau abbilden zu können wie sich die Direktsaat auf die oberirdische Biodiversität und das Zusammenspiel zwischen Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen auswirkt.

Zusätzlich besteht weiter Forschungsbedarf im Bereich der sozialen und betriebswirtschaftlichen Implikationen der Direktsaat. Während bereits Kosteneinsparungen durch den geringeren Dieserverbrauch und den reduzierten Einsatz von Betriebsmitteln nachgewiesen wurden, bleibt offen, wie sich diese Einsparungen langfristig auf die Rentabilität von landwirtschaftlichen Betrieben auswirken. Hier könnte sich die zukünftige Forschung dem Thema widmen und gleichzeitig beleuchten, wie sich Ertragsausfälle im Verhältnis zu den Einsparungen auf die Rentabilität auswirken. Zudem wird es immer wichtiger werden, die soziale Akzeptanz der Direktsaat in verschiedenen landwirtschaftlichen Gemeinschaften und die damit verbundenen Herausforderungen genauer zu erforschen, um zum einen das Interesse an der Direktsaat zu wecken und zum anderen viele Landwirte beim Umstellungsprozess zu unterstützen.

6 Fazit

Die vorliegende Arbeit setze sich mit dem Thema der Direktsaat und dessen Einflussfaktoren auf die Einführung und Anwendung auseinander. Zu diesem Zweck wurden zehn Interviews mit verschiedenen Betriebsleitern aus zehn unterschiedlichen Betrieben geführt. Die Motivation dieser Forschung lag in der wachsenden Bedeutung nachhaltiger Landwirtschaftspraktiken, insbesondere der Direktsaat. Angesichts des zunehmenden Bewusstseins für den Klimaschutz und die Ressourcenschonung, sowie der Herausforderung, die Bodenqualität langfristig zu erhalten, bietet die Direktsaat eine interessante Alternative zu konventionellen Anbaumethoden.

Die Forschungsfrage dieser Arbeit bezog sich auf die Chancen und Risiken der Direktsaat im Vergleich zu konventionellen Anbaumethoden für die nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland. Ziel war es, herauszufinden, wie sich diese Anbaumethode auf die Bodenqualität, die Ertragsentwicklung, die Betriebskosten und die Arbeitsbelastung der Landwirte auswirkt und welche Herausforderungen und Potenziale dabei für die nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland bestehen.

Es lässt sich festhalten, dass die Direktsaat als Anbaumethode viele positive Auswirkungen auf den Boden, die Betriebskosten und das Ertragsmanagement haben kann. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Umstellung auf Direktsaat vor allem in Bezug auf die Bodenstruktur und die Regeneration des Bodenlebens von Vorteil ist. Die Befragten berichten von einer verbesserten Wasserinfiltration, einer verringerten Erosionsanfälligkeit und einer gesünderen Bodenstruktur, die zur Erhöhung der Tragfähigkeit führt. Auch der Kraftstoffverbrauch und die Betriebskosten konnten bei einem Großteil der Betriebe deutlich gesenkt werden, was zusätzlich zur Reduktion der Umweltbelastung beiträgt.

Dennoch zeigte sich, dass die Ertragsentwicklung stark von einer sorgfältigen Bewirtschaftung und guten Managemententscheidungen abhängt. Die Direktsaat stellt besondere Anforderungen an das Timing und die Anpassung an spezifische Standortbedingungen. Bei unsachgemäßer Handhabung kann es zu Ertragsverlusten kommen, die teils erheblich ausfallen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines detaillierten Wissens über die Methode sowie die Notwendigkeit weiterer Seminare, Feldtage und Beratungen für Landwirte.

Auch wenn die Direktsaat viele Vorteile bietet, ist klar, dass nicht alle Betriebe gleichermaßen von den positiven Effekten profitieren. Besonders Mischbetriebe, die noch im Umstellungsprozess sind befinden oder Tierhaltung betreiben, haben geringere Kosteneinsparungen erzielt.

Langfristige Studien und eine stärkere Berücksichtigung betrieblicher Besonderheiten sind daher notwendig, um die Methode optimal in die Praxis zu integrieren. Insgesamt zeigt die Arbeit, dass die Direktsaat ein vielversprechendes System für eine nachhaltige Landwirtschaft ist, jedoch gut durchdacht und an die individuellen Gegebenheiten eines Betriebs angepasst werden muss.

Zusammenfassend bietet die Arbeit mehrere Implikationen für die Theorie und Praxis sowie Möglichkeiten für zukünftige Forschung im Bereich Direktsaat. Die Limitationen der Arbeit stellen Anlässe für zukünftige empirische Untersuchungen dar, um die erzielten Ergebnisse zu validieren und eventuelle neue, aktuellere Determinanten zu erforschen.

Literaturverzeichnis

- Bäumli, N. (15. Juli 2024). *KIGG Gesellschaft für strategische Kommunikation mbH*. Von [https://www.boden-staendig.eu/nachrichten/bodenstaendig-projekt-koednitz#:~:text=Die%20h%C3%B6here%20Infiltrationsrate%20bei%20der,Direktsaat%20\(42%20mm\)\(vgl. abgerufen](https://www.boden-staendig.eu/nachrichten/bodenstaendig-projekt-koednitz#:~:text=Die%20h%C3%B6here%20Infiltrationsrate%20bei%20der,Direktsaat%20(42%20mm)(vgl. abgerufen)
- Brand, D. (15. Juli 2024). *Statistisches Bundesamt*. Von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/05/PD24_212_41.html abgerufen
- Cropp, J.-H. (2021). *Praxishandbuch Bodenfruchtbarkeit*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Derpsch, R. (2008). *Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von No-till*.
- Don, D. (15. Juli 2024). *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*. Von [https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/klimaschutz-durch-pflugverzicht.html# \[3\]](https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/klimaschutz-durch-pflugverzicht.html# [3]) abgerufen
- Friedrich, T., Kassam, A., & Derpsch, R. (2012). *Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture*.
- Klim GmbH*. (15. Juli 2024). Von <https://farms.klim.eco/article/mit-welchem-saatverfahren-spare-ich-diesel-a432c18a-ef6a-4b53-a3b0-b9f3bd49422f> abgerufen
- Köller, K., & Linke, C. (2001). *Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug*. Frankfurt a.M.: DLG-Verlag.
- Möller, D. (15. Juli 2024). *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*. Von <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodennutzungsbearbeitungsverfahren.html#doc11254bodyText2> abgerufen
- Sander, T. (2008). Permanente Direktsaat in Erprobung. *Landwirtschaft ohne Pflug*, 5-8.
- Schmidt, D., & Müller, E. (15. Juli 2024). *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*. Von <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenerosion-durch-wasser.html> abgerufen

Väderstad GmbH. (15. Juli 2024). Von <https://www.vaderstad.com/de/know-how/bodenbearbeitungsverfahren/direktsaat/> abgerufen

Wagner, A., Wagner, J., Schlichenmaier, T., & Schlichenmaier, A. (15. Juli 2024). *Solify*. Von <https://soilify.org/direktsaat/#:~:text=Die%20konservierende%20Landwirtschaft%20ist%20durch,Biologische%20Vielfalt%20in%20den%20Fruchtfolgen> abgerufen

Wagner, A., Wagner, J., Schlichenmaier, T., & Schlichenmaier, A. (15. Juli 2024). *Solify*. Von <https://soilify.org/magazin/direktsaat-no-till-umstellung/#> abgerufen

Anhang

Fragen für die Umfrage Bachelorarbeit

1. Was hat Sie dazu bewogen, Direktsaat auf Ihrem Betrieb einzusetzen?
2. Vor welchen Herausforderungen steht die moderne Landwirtschaft aus Ihrer Sicht und welchen Beitrag kann die Direktsaat hierbei leisten?
3. Welche Rolle spielt die Direktsaat in Ihrer langfristigen Betriebsstrategie?
4. Welche Vorteile sehen Sie in der Direktsaat im Vergleich zu herkömmlichen Anbaumethoden?
5. Welche Herausforderungen haben Sie bei der Umstellung auf Direktsaat erlebt?
6. Wie viel Fläche bewirtschaften Sie und wie viel davon in Direktsaat?
7. Wodurch zeichnet sich Ihr Standort aus? (Boden, Klima, ...)
8. Wie viel Boden darf in Ihren Augen noch bewegt werden?
9. Wie hat sich die Bodenqualität auf Ihrem Betrieb durch die Direktsaat verändert?
10. Haben Sie festgestellt, dass die Direktsaat zu einer Reduzierung von Erosion und Bodenverlusten auf Ihrem Betrieb beigetragen hat?
11. Welche Kulturen bauen Sie unter Verwendung der Direktsaat an?
12. Wie hat sich der Ertrag entwickelt? Bei welchen Kulturen eignet sich die Direktsaat besonders gut?
13. Wie ist die Maschinenausstattung? Was für eine Direktsämaschine setzen Sie ein?
14. Welches Scharsystem wird genutzt? Sind Sie zufrieden oder gibt es Verbesserungspotential?
15. Auf welche Zusatzwerkzeuge bzw. andere Geräte sind sie dennoch angewiesen?
16. Welche Auswirkungen hat die Direktsaat auf Ihre Betriebskosten und Ihre Arbeitsbelastung?
17. Wie hat sich der Umstieg auf den Bedarf/Einsatz an Pestiziden u. Düngemitteln ausgewirkt?
18. Welche Vor- und Nachteile gibt es bei der Direktsaat? Wo stößt das Verfahren an seine Grenzen?
19. Warum ist das Verfahren in Mitteleuropa nicht so sehr verbreitet wie in Nord- / Südamerika?
20. Welche Tipps oder Ratschläge würden Sie anderen Landwirten geben, die erwägen, auf Direktsaat umzusteigen?

Abbildung 5: Fragenkatalog Experteninterview (Quelle: eigene Darstellung, 2024)

Eidesstaatliche Erklärung

Ich, Max Kolbe, erkläre hiermit eidesstaatlich, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Chancen und Risiken der Direktsaat im Vergleich zu konventionellen Anbaumethoden für die nachhaltige Landwirtschaft in Deutschland“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als angegebener Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hermannshöhe, 10.09.2024

Max Kolbe