

Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und Landschaftsentwicklung



Bachelorarbeit

Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim
Kartoffelanbau im separierten Beet

Name, Vorname: Fitschen, Jannik

Matrikel:

Geboren am:

Studiengang: Landwirtschaft/Agrarmanagement (FLW)

1. Gutachter Prof. Dr. Annette Deubel
2. Gutachter Dr. Rolf Peters

Bernburg, den 09. März 2023

Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Fitschen, Jannik

Thema: Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim Kartoffelanbau im separierten Beet

2023/ 80 Seiten/ 19 Tabellen/ 29 Abbildungen

Bernburg: Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotropologie und
Landschaftsentwicklung

Autorreferat:

In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Arten von Fahrgassen im Kartoffelanbau im separierten Beet untersucht. Diese Untersuchung wurde in der Vegetationssaison 2022 durchgeführt.

Dabei wurden Veränderungen im Feldbestand und der Prämissen unterschiedlicher Fahrgassenmaße ausgewertet. Die Grundlage der Auswertungen bildeten die im Versuch hervorgetretenen Veränderungen an der Kartoffelpflanze, der Ertrag sowie die Erntebeimengungen. Näher wurden Pflanzenbeschädigungen und Pflanzenneuaustrieb, sowie Bestandsparameter (Pflanzenanzahl und Stängelanzahl), ebenso die absoluten und marktfähigen Erträge und die Klutenbeimengungen bei maschineller Ernte analysiert. Abschließend wurden die optimalen Fahrgassenmaße für die Bedingungen dieses Versuches bestimmt.

Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen von Fahrgassen beim Kartoffelanbau im separierten Beet herauszufinden, und für Praxisbetriebe einen Anhaltspunkt zu finden, welches Fahrgassenmaß im Optimum zu wählen ist.

Inhalt

Bibliographische Beschreibung.....	I
Inhalt.....	II
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abbildungsverzeichnis Anhang	VII
Tabellenverzeichnis Anhang	VIII
1 Einleitung	1
2 Literatur	3
2.1 Kartoffelverbrauch	3
2.2 Kartoffelanbau.....	4
2.2.1 Statistik.....	4
2.2.2 praktischer Kartoffelanbau	4
2.3 Fahrgassen im Kartoffelanbau	7
2.3.1 technische Auswirkungen der Fahrgasse	8
2.3.2 Auswirkungen der Fahrgasse auf den Ertrag	9
2.3.3 Auswirkungen der Fahrgassen auf Erntebeimengungen	10
2.3.4 Auswirkungen der Fahrgassen auf die Kartoffelstauden	11
2.3.5 monetäre Auswirkungen der Fahrgassen	13
3 Zielstellung.....	14
4 Material und Methode	15
4.1 Versuchsbetrieb.....	15
4.2 Versuchsidee	16
4.3 Versuchsfläche	18
4.4 Anlage der Fahrgassen	19
4.5 Separieren und Pflanzen.....	22

4.6 Durchfahrten mit Geräten.....	24
4.7 Versuchsparameter	26
4.7.1 Dammbeschädigung	26
4.7.2 Kartoffelstaude	26
4.7.3 Sikkation.....	28
4.7.4 Ertrag	29
4.7.5 Kartoffelqualität	31
4.7.6 Kluten	31
4.8 Statistik.....	32
5 Ergebnisse	33
5.1 Dammbeschädigungen	33
5.2 Auswirkungen auf die Kartoffelstaude.....	34
5.2.1 Pflanzenanzahl	34
5.2.2 Stängelanzahl pro Pflanze	35
5.2.3 Pflanzenneuaustrieb	35
5.2.4 beschädigte Stängel	36
5.2.5 sonstige Auswirkungen	37
5.3 Sikkation.....	37
5.4 Ertrag.....	38
5.4.1 absoluter Ertrag	38
5.4.2 marktfähiger Ertrag	39
5.4.3 Gesamtflächenertrag.....	40
5.5 Kartoffelqualität	41
5.6 Kluten	41
6 Diskussion	43
7 Schlussfolgerung	49
8 Zusammenfassung	50
9 Abstract	51

Literaturverzeichnis.....	52
Anhang	57
Erklärungen	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bodenseparierung.....	6
Abbildung 2: optischer Vergleich von Pflege- und Breitreifen (links) und Fahrgasse im Kartoffelfeld (rechts).....	8
Abbildung 3: Beimengungen bei der Kartoffelernte: Kartoffelkraut (links), Kluten (rechts) .	10
Abbildung 4: Beschädigter Stängel (links) und Neuaustrieb (rechts) im Bereich einer Befahrung	12
Abbildung 5: praktische Veränderungen der Maße im Bereich der Fahrgassen (in Rot spätere Fahrbereiche der Räder)	17
Abbildung 6: Witterungsverlauf am Standort 2022	19
Abbildung 7: Veränderung der Maße der Beetbreite im Fahrgassenbereich	21
Abbildung 8: Vergleich der verschiedenen Fahrgassen nach dem Pflanzen.....	24
Abbildung 9:Vergleich verschiedener Fahrgassenvarianten und dem normalen Feldbestand nach fünf Durchfahrten	25
Abbildung 10: Dammbeschädigung infolge von Fahrspuren.....	26
Abbildung 11: Stängelbeschädigung und Pflanzenneuaustrieb im Fahrgassenbereich	28
Abbildung 12: manuelle Ernte der Kartoffeln im Fahrgassenbereich.....	29
Abbildung 13: Aufbau zur Kalibrierung und Verwiegung des Erntegutes	31
Abbildung 14: maschinelle Ernte und darauffolgend zu findende Kluten in der Erntemenge	32
Abbildung 15: Dammmaße	33
Abbildung 16: Fahrgassenvariante 1 (rechts) und Fahrgassenvariante 5 (links)	38
Abbildung 17: Ertrag in kg nach Kaliber und den einzelnen Fahrgassenvarianten	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Niederschlags- und Temperaturdaten (13. April bis 16. September 2022) des Standortes in mm bzw. °C oder K.....	19
Tabelle 2: Pflanzenanzahl je 4 m	34
Tabelle 3: Stängelanzahl je 10 Pflanzen in Reihe	35
Tabelle 4: Neuaustrieb der Pflanzen im Fahrgassenbereich	36
Tabelle 5: beschädigte Stängel	37
Tabelle 6: Durchschnittsertrag im Fahrgassenbereich in kg je 10 m ² bzw. %	38
Tabelle 7: Abstände und Anteile der Fahrgassen in m.....	40
Tabelle 8: Erträge und Ertragsverhältnisse in kg je 10 m ² bzw. t je ha.....	41
Tabelle 9: Klutenmasse je 2 m Schwad in kg	42

Abbildungsverzeichnis Anhang

Abbildung Anhang 1: horizontale Dammvermessung Fahrgassenvariante 1	59
Abbildung Anhang 2: horizontale Dammvermessung Fahrgassenvariante 2	59
Abbildung Anhang 3: Dammbeschädigung durch Fahrspuren	60
Abbildung Anhang 4: Pflanzenneuaustrieb nach Beschädigung	62
Abbildung Anhang 5: durch Fahrspur beeinflusste Pflanzen.....	62
Abbildung Anhang 6: beschädigte Stängel und Neuaustrieb an Fahrgasse	63
Abbildung Anhang 7: beerntete Testfläche in Fahrgasse.....	65
Abbildung Anhang 8: Testflächenabgrenzung durch Markierungsstangen.....	65
Abbildung Anhang 9: Kalibrierungs- und Verwägungsaufbau.....	66
Abbildung Anhang 10: verpackte Proben nach Beerntung	66
Abbildung Anhang 11: Kluten im Kartoffelschwad I.....	68
Abbildung Anhang 12: Kluten im Kartoffelschwad II.....	68

Tabellenverzeichnis Anhang

Tabelle Anhang 1: Ergebnisdaten Protokoll 1	57
Tabelle Anhang 2: Ergebnisdaten Protokoll 2	61
Tabelle Anhang 3: Ergebnisdaten Protokoll 3	64
Tabelle Anhang 4: Ergebnisdaten Protokoll 4	67
Tabelle Anhang 5: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Pflanzenanzahl je 4 m Kartoffeldamm	69
Tabelle Anhang 6: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Stängelanzahl je 10 Pflanzen	69
Tabelle Anhang 7: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung des Neuaustriebes pro 4 m Damm	69
Tabelle Anhang 8: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der beschädigten Stängel pro 25 Stängel	69
Tabelle Anhang 9: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung des Ertrages in kg	69
Tabelle Anhang 10: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Klutenmasse in kg je 2 m Schwad	70

1 Einleitung

Botanisch *Solanum tuberosum L.*, allgemein die Kartoffel, ist eine Kulturpflanze, welche zu der Familie der Nachtschattengewächse gehört. Somit gehört die Kartoffel, deren Ursprung in Südamerika liegt, zur gleichen Pflanzenfamilie wie auch Tomaten oder Tabak. Ende des 16. Jahrhunderts wurde die schon weit vor Christi Geburt von den Inkas kultivierte Pflanze nach Europa gebracht. Anfang des 17. Jahrhunderts gelangte die Pflanze dann auch nach Deutschland. [1]

Der Kartoffelanbau war zur Zeit der Etablierung der Pflanze auf deutschen Feldern stark von Handarbeit geprägt. Die Arbeiten wurden hauptsächlich mit vorhandenen Handwerkzeugen durchgeführt. Als Folge dieser vielen Handarbeit wurde viel Personal für wenig Fläche benötigt. Schon damals wurden die Kartoffeln in Dämmen angebaut, die von Hand errichtet wurden, von Kraut freigehalten und aus welchen am Ende die Kartoffeln manuell ausgegraben wurden. Mit der zunehmenden Industrialisierung fanden technische Lösungen Einzug in den Kartoffelanbau. [2] Um den aufkommenden Traktoren in den Beständen Fahrraum zu geben, wurden Reihenweiten und Dammformen entwickelt, die auf die Maschinen und deren Spur- und Reifenbreiten abgestimmt wurden. Mit der weiter fortschreitenden Rationalisierung und Industrialisierung der Landwirtschaft wurden auch die Traktoren immer größer. Als Folge dessen wurde der Kartoffelanbau auf das heute vielfach vorherrschende Maß von 75 cm Reihenweite eingestellt. [3] Aufgrund der bis heute größer werdenden Technik im Anbau wandelt sich der Kartoffelanbau auch weiter. Eines der auftretenden Probleme ist die Frage, wie immer größere Technik innerhalb der Bestände fahren kann, ohne Nachteile bzw. Wertminderungen an der Kartoffel zu erzeugen. Eine Idee zur Lösung dieser Frage ist die Anlage von Fahrgassen in Kartoffelbeständen. Die Umsetzung dieser Idee war im Standardanbau mit 75 cm Reihenweite das Nichtbepflanzen von Dämmen, in deren Raum die Landtechnik fahren kann. Die abschließenden Folgen dieses Vorgehen wurde zumeist nicht negativ bewertet, da ein Befahren der Bestände mit Großtechnik ohne besondere Veränderungen möglich wurde, ohne nennenswerte Schäden im Bestand zu erzeugen. [4]

Im Kartoffelanbau sind mit der Zeit jedoch auch andere Anbausysteme entstanden, in denen eine solche Idee nicht derartig trivial umsetzbar ist. Eines dieser Anbausysteme ist der Kartoffelanbau im separierten Beet. Hierbei ist es nicht praktikabel im gleichen Muster Fahrgassen anzulegen, jedoch muss auch hier dafür gesorgt werden, dass ein schadloses

Befahren der Bestände zu Pflegearbeiten mit schlagkräftiger Großtechnik möglich ist. Somit müssen für dieses Anbauverfahren andere Ideen gefunden werden, wie Freiräume für Maschinen erzeugbar sind, ohne die Pflanzen zu schädigen, bzw. in welcher Form Fahrgassen in einem solchen Anbau integriert werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit ist es Ziel, dass mittels eines Feldversuches die Auswirkungen von Fahrgassen beim Kartoffelanbau im separierten Beet näher untersucht werden und eine optimale Form bzw. Art der Fahrgassengestaltung gefunden wird.

2 Literatur

Mit dem Kartoffelanbau wurde in der Mitte des 18. Jahrhunderts im damaligen Deutschland im größeren Umfang begonnen [1]. Dieses wurde initiiert durch den Preußenkönig Friedrich dem Großen, der seinerzeit ein Nahrungsmittel benötigte, welches nahrhaft und gleichzeitig einfach zu kultivieren sein musste [2]. Dafür war die Kartoffel prädestiniert, da sich diese durch eine „besonders hohe Kalorienleistung je Hektar“ (vgl. S. 243 [5]) auszeichnet. Als Nahrungsmittel wird das unterirdische Speicherorgan der Kartoffel, die Knolle¹ verwendet. Im Verlaufe der Zeit wurde der Kartoffelanbau für die Menschen immer bedeutender, sodass im 19. Jahrhundert der Einfluss der Kartoffel auf die Nahrungsmittelsicherheit so groß war, dass Missernten zu gravierenden Hungersnöten führten. [6]

Mit der steigenden Bedeutung für die Menschen, wurde auch die Zucht von Kartoffelpflanzen verstärkt. Heutzutage gibt es über 200 Kartoffelsorten in Deutschland [7], weltweit sind es rund 5000 Sorten [8].

2.1 Kartoffelverbrauch

Bis heute ist die Kartoffel in Deutschland ein bedeutendes Konsumgut. Zwar nahm der Pro-Kopf-Verbrauch in den letzten 70 Jahren deutlich ab, dennoch trägt die Kartoffel heutzutage maßgeblich zur Nahrungsmittelversorgung in Deutschland bei. Betrag der Konsum der Erdfrucht im Jahre 1950 noch 186 kg pro Kopf, so sank dieser Wert in 1990 schon auf 75 kg und schrumpfte in den vergangenen 10 Jahren auf ein konstantes Niveau von durchschnittlich knapp unter 59 kg pro Kopf und Jahr. [9] Global betrachtet sinkt der Kartoffelkonsum in den Industriestaaten, wohingegen der Konsum in den Entwicklungsländern eine positive Mengenentwicklung aufweist. Weltweit ist die Kartoffel unter den wichtigsten Grundnahrungsmitteln an vierter Stelle zu finden [8].

¹ Im Weiteren wird die Knolle der Kartoffel ebenso als Kartoffel bezeichnet.

2.2 Kartoffelanbau

2.2.1 Statistik

Der Anbau der Erdfrucht zur Nahrungsmittelgewinnung begann Mitte des 18. Jahrhunderts [1]. Die Fläche auf dem Kartoffelanbau betrieben wird, stieg bis Mitte des 20. Jahrhunderts auf deutschlandweit rund 14,4 % der Ackerfläche an [6]. In den folgenden Jahren bis heute wurde die Kartoffelanbaufläche deutlich verringert, sodass heute auf lediglich 1,6 Prozent der Ackerfläche noch Kartoffelanbau betrieben wird [8]. Gleichzeitig hat sich die Ertragsleistung in gleicher Zeit mehr als verdoppelt [6]. Diese Tatsache kann jedoch nicht den massiven Flächenrückgang aufwägen. Daher sind nach dieser Betrachtung die Gesamtmengen von Kartoffeln im Verlaufe der Zeit zurückgegangen.

Die Verwertung der angebauten Kartoffeln hat sich im Laufe der Zeit stark gewandelt. So wurden die Hauptmengen der angebauten Kartoffeln in den 1950er Jahren als Futtermittel (45 %) verwendet, gefolgt von der Speiseverwendung mit 34 %. Die Anteile von Pflanzgut (9 %) und Kartoffeln für industrielle Zwecke (<5 %) sind eher von untergeordneter Bedeutung gewesen. [6] Im Jahre 2022 wurden in Deutschland die meisten Kartoffeln für die Nahrungsmittelproduktion angebaut (68 %). 14 % fanden eine Verwendung in der industriellen Stärkeproduktion, weitere 8 % der Kartoffeln wurden als Pflanzgut verwendet. Die verbleibenden 10 % fanden ihre Bestimmung in anderen Verwendungszwecken wie z.B. in der Futternutzung oder in der Ethanolgewinnung. [8]

2.2.2 praktischer Kartoffelanbau

Für den praktischen Kartoffelanbau spielen in Deutschland aktuell rund 130 Sorten eine größere Rolle [1]. Unterschieden werden in Deutschland zwei Verwendungsrichtungen für die Kartoffel. Diese Verwertungsrichtungen bilden zum einen Speisesorten, zum anderen Wirtschaftssorten. Eine weitere Untergliederung kann in die genaue Produktverwertung getroffen werden, wie zum Beispiel Kartoffeln zur Chips-Produktion oder Kartoffeln für Pommes frites. [7]

Die Kartoffel gehört aus ackerbaulicher Sicht zu den Hackfrüchten [10]. Des Weiteren zählt die Kartoffel zu den klassischen Reihenkulturen [5]. Als Reihenweiten im Kartoffelanbau gilt am weitesten verbreitet die 75 cm Reihenweite, dies liegt begründet in der Verwendung des gängigen Spurmaßes von 150 cm bzw. 60 Zoll bei Landmaschinen [3]. Weitere mögliche

Reihenweiten im klassischen Kartoffelanbau erstrecken sich von 62,5 cm [11], dann beträgt die genutzte Spur der Landtechnik 125 cm, bis zu Reihenweiten von 90 cm mit Spurweiten bei Landmaschinen von 180 cm [3]. Es finden sich weitere Reihen- und Spurmaße im praktischen Anbau, die jedoch nicht von umfänglicher Bedeutung sind.

Der optimale Reihenabstand ist standortabhängig und kann nicht pauschal festgelegt werden, so wurden bei Kouwenhoven und van Ouenwerker 1978 unter steinfreien Bedingungen Reihenweiten von 75 cm empfohlen. Bei steinbehafteten oder klutigen Böden oder der Nutzung von 180 cm Spur mit 40 cm Reifenbreite bzw. unter trockenen Bedingungen werden Reihenweiten von 90 cm nahegelegt. [12]

Die Reihen in denen die Kartoffeln angebaut werden, sind näher ausgestaltet in Form von Erddämmen in denen die Kartoffeln wachsen. Die Höhe dieser Erddämme beträgt zwischen 19 cm [12] und 25 cm [13]. Die Breite der sogenannten Kartoffeldämme ist Maßgeblich von der Reihenweite abhängig. In diesem Zusammenhang wurde ebenfalls bei Kouwenhoven und van Ouenwerker 1978 [12] eine optimale Dammquerschnittsfläche von 600-700 cm² angegeben. Innerhalb dieses Dammes liegen die Mutterknollen als Ursprung der Kartoffelpflanze mittig mit einer Erdbedeckung von 5-20 cm [14].

Als besondere Form des praktischen Kartoffelanbaus gibt es den Anbau von Kartoffeln in Beeten. Dabei werden klassischerweise Beetbreiten von 180 cm verwendet. Innerhalb dieses Beetes werden 3 Reihen mit 45 cm Reihenabstand angelegt [3]. Andere Beetmaße und Reihenanzahlen innerhalb des Beetes sind ebenfalls möglich. Bei Green 1962 [15] ergaben aber alle getesteten Varianten des Beetanbaus (verschiedene Beetbreiten mit verschiedenen Reihenzahlen im Beet) einen absoluten Ertragsrückgang im Gegensatz zur Standardvariante. Zum Teil gegensätzlich dazu werden später 1999 als Vorteile dieser Anbauvariante unter anderem folgende Punkte angeführt [16]:

- Weniger Beimengungen bei der Ernte (Kluten)
- Gleichmäßigere Größensortierung
- Bessere Erträge
- Weniger Beschädigungen

Als negative Punkte werden in der Literatur angeführt, dass durch den Beetanbau hohe Flächenverluste von über 25 % entstehen, die laut Keller und Hanus kaum zu kompensieren sind [17]. Praktikerstimmen führen ebenfalls an, dass im dreireihigen Beetanbau mit 180 cm Spurweite enorme Behinderungen bei der Ernte entstehen können. Dies liegt begründet darin, dass bei der Ernte eine große Menge an Boden innerhalb der Erntemaschine abgesiebt werden müsse, welches gerade unter feuchten Bedingungen eine starke Verlangsamung der Ernte zur Folge haben kann. Konträr dazu steht die Einschätzung von Bouman, der größeren Erdmengen keine Probleme, eher eine Verbesserung des Erntemaschinen in modernen Erntemaschinen zuschreibt. [18]

Als eine besondere Form des Beetanbaus existiert das in Schottland entwickelte Verfahren der Bodenseparierung [19] (vgl. Abbildung 1). Hierbei werden Beete der Breite 160 cm bis maximal 200 cm angelegt [20]. Diese Beete werden in einem folgenden Arbeitsgang abgesiebt und alle Materialien größer 30 mm [21] zwischen den Beeten in eine dortige



Abbildung 1: Bodenseparierung

Furche abgelegt. Das Ergebnis dieses Verfahrens sind innerhalb eines Beetes 25-30 cm lockerer Boden, der im Folgenden als Wuchsraum für die Kartoffel genutzt wird. Als Vorteile dieses Verfahrens werden unter Anderem angegeben [20]:

- Bessere Bodenerwärmung
- Keine Bodenverdichtungen im Wuchsbereich der Kartoffel
- Gleichmäßiger Größenwuchs
- Wegfall schädlicher Erntebeimengungen (Steine/Kluten)

Nachteile für diese Verfahren finden sich jedoch auf der Seite des Bodenschutzes [21]:

- Beschleunigte Degradation
- Schwerwiegende Eingriffe in die Bodenstruktur
- Bodenverdichtungen

Je nach Verwertungsrichtung bzw. Ziel des Kartoffelanbaus und Standort treffen Betriebsleiter eine Entscheidung über die Form der Durchführung des Kartoffelanbaus.

Ein wichtiges Augenmerk liegt im Kartoffelanbau auf den Kluten, diese sind feste Erdklumpen, die durch Pressung von feuchten Erdboden entstehen [16]. Kluten in den Kartoffeldämmen führen zu vielen negativen Auswirkungen, wie den geförderten Schorfbefall und eine Beeinträchtigung der Wasser- und Nährstoffversorgung, somit stellen Kluten eine Wachstumsbehinderung dar. Zusätzlich sind Kluten als knollenähnlich anzusehen und damit bei der Ernte schwer von den Kartoffeln zu trennen, daher steigt der Trenn- und Verleseaufwand bei der Ernte. [13] Es wird in der Literatur angegeben, dass bereits durch 5-10 % Kluten in Knollengröße dieselbe Menge an Kluten wie Kartoffeln im Damm vorkommen. Begründet wird dieses mit der Tatsache, dass nur etwa 5-10 % des Dammvolumens auf Kartoffelknollen entfallen. [16] Gleichzeitig gelten Kluten als eine der Hauptursachen für Knollenbeschädigungen [22]. Weiterhin können Kluten in der Lagerung Probleme bereiten. Daher ist das Ziel von vielen Maßnahmen die Reduktion von Kluten, bzw. die Verhinderung von Klutenbildung. Dafür stehen viele Maßnahmen zur Verfügung, wie z.B. die Verwendung von Breitreifen mit niedrigem Luftfülldruck. [16]

2.3 Fahrgassen im Kartoffelanbau

Die Kartoffel als sehr arbeitsintensive klassische Reihenkultur [5], die mit zu den pflanzenschutzintensivsten Kulturen zählt [19], stellt durch die angelegten Kartoffeldämme, die als Wuchsraum für das Kartoffelnest dienen, erhöhte Ansprüche an die folgende Umsetzung von Arbeitsmaßnahmen im Bereich der Kulturpflege. Es wird aus pflanzenbaulicher Sicht die Forderung aufgestellt, dass Fahrspuren von Beginn an vom Wuchsraum der Kartoffel zu trennen sind [16], Kartoffeldämme sollten nicht durch das Befahren beschädigt werden [14]. Ein Befahren der Bestände mit breiten Rädern führt unter Anderem zu Knollenbeschädigungen im Damm. Gleichzeitig birgt diese Praktik die Gefahr von Klutenbildung im Wuchsraum und die wiederholt befahrenen Bestände neigen zu einem stärkeren Wiederaustrieb. Aufgrund dieser Tatsachen werden in Fachratgebern bzw. der Literatur maximale Reifenbreiten in Abhängigkeit von der Reihen- bzw. Spurweite angegeben. Diese Reifenbreiten werden bei einer Reihenweite von 75 cm mit 25 cm bzw. 9,5 Zoll angegeben. [3] Bei Reihenweiten von 90 cm können in Verbindung mit einer 180 cm breiten Spur, Reifenbreiten von bis zu 40 cm Verwendung finden [23].

Gleichzeitig muss darauf hingewiesen werden, dass schmale Reifen häufiger Schadverdichtungen hervorrufen und moderne leistungsstarke und gleichzeitig schwere Traktoren nach Möglichkeit mit Breitreifen zu betreiben sind [24]. Gleichwohl werden ebenso möglichst breite Reifen gefordert um durch den geringeren Auflagedruck der Reifen der Klutenbildung insgesamt entgegenzuwirken [16].

Somit stehen sich im Kartoffelbau zum einen die Forderung nach möglichst schmalen Reifen für die Bestandespflege und den Arbeiten in der Kartoffelfläche und zum anderen das Verlangen von Breitreifen aus Gründen des Bodenschutzes und der Klutenvermeidung gegenüber. Da diese beiden Forderungen in keiner Weise ohne weitere Maßnahmen miteinander zu vereinen sind, wurde die Anlage von Fahrgassen² begonnen. Im klassischen Kartoffelbau wird die Anlage von Fahrgassen damit erreicht, dass einzelne Kartoffeldämme nicht bepflanzt werden. Dies sind bei 75 cm Reihenweite gewöhnlicher Weise die beiden äußeren Reihen einer 3 m breiten Pflanzmaschine. [3]

2.3.1 technische Auswirkungen der Fahrgasse



Abbildung 2: optischer Vergleich von Pflege- und Breitreifen (links) und Fahrgasse im Kartoffelfeld (rechts)

Die Auswirkungen der Fahrgassen bezogen auf die technische Seite im Kartoffelanbau, bringt allen voran die Möglichkeit der Nutzung von größeren Reifenbreiten und Spurweiten hervor [3] (vgl. Abbildung 2). Bei Spurweiten von 210 cm ist bei der Anlage von Fahrgassen in Kartoffelbeständen mit 75 cm Reihenweiten die Verwendung von Reifenbreiten bis zu 850 mm

² In einigen Literaturquellen wird in diesem Zusammenhang eine Unterscheidung zwischen Fahrgassen, Fahrspuren und Fahrbahnen getroffen. In dieser Arbeit wird keine weitere Differenzierung der Begriffe vorgenommen, sondern unter Fahrgassen die Anlage/das Vorhandensein von Freiflächen verstanden. Diese Freiflächen dienen in diesem Zusammenhang der möglichst schadlosen Befahrung der Feldbestände mit Landmaschinen.

möglich [23]. Somit können höhere Gewichte und höhere Zugkräfte besser auf den Boden übertragen werden. Die benannten breiteren Reifen führen im Feld zu weniger schadhaften Bodenverdichtungen und können so einen Ertragsrückgang in Folge von diesen Verdichtungen vermeiden. [24] Ebenso kann unter sehr feuchten Bedingungen zum einen durch die Verwendungsmöglichkeit von Breitreifen [25] und zum anderen durch das verbesserte Abtrocknen der Fahrgassen [26] eine dauerhafte [25] und termingerechte Befahrung [16] der Bestände sichergestellt werden. Gleichwohl können höhere Spurweiten die Standsicherheit von Fahrzeugen verbessern [27]. Durch die verbesserte Standsicherheit können gleichzeitig weitere Faktoren positiv beeinflusst werden, wie zum Beispiel die Arbeitsgeschwindigkeit. In Bezug zu großen Pflanzenschutzspritzen kann eine verbesserte Standsicherheit zur ausgeglichenen Gestängeführung mit Vorteilen für das Arbeitsergebnis beitragen [25].

Ein weiterer Vorteil von Fahrgassen ist, dass das Anroden von Feldbeständen auch mit größeren Erntemaschinen des Typs gezogener Seitenroder aus den Fahrgassen heraus deutlich vereinfacht ist [3]. Ein zeitlicher Vorteil ergibt sich bei der Anlage der Fahrgassen noch daraus, dass die unbepflanzten Kartoffeldämme, die als Fahrgassen dienen, nicht vom Kartoffelroder bei der Ernte mit aufgenommen werden müssen [19]. Nicht zu vernachlässigen ist für die Anlage von Fahrgassen jedoch auch der technische Aufwand in Form von Fahrgassenschaltung oder besonders zu beachtenden Arbeitsschritten, bzw. Änderungen an der Maschine, sowie weitere Veränderungen bei darauffolgenden Arbeitsgängen [4].

2.3.2 Auswirkungen der Fahrgasse auf den Ertrag

Mit der Anlage von Fahrgassen werden beträchtliche Teile des Ackers nicht bepflanzt. Dieser nicht bepflanzte Teil des Ackers kann als „teurer Flächenverlust“ angesehen werden [14]. Unter Standardbedingungen (75 cm Reihenabstand) sind bei Fahrgassen, die im 24 m Abstand angelegt sind, 6 % der Ackerfläche nicht bepflanzt. Diese unbepflanzte Ackerfläche führt erst einmal zu einer Verringerung des absoluten Ertrags. Es muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass im Standardverfahren mit schmaler „Pflegebereifung“ im Bereich der befahrenen Furchen ebenso ein Ertragsrückgang stattfindet. Betrachtet man den marktfähigen Ertrag, so sind bei 24 m Fahrgassenabstand nur Rückgänge von 3 % bei Pflanzgut und unter 2 % bei Speise und Stärkekartoffeln zu verzeichnen. Diese liegt begründet in der veränderten Größensortierung der Knollen. Hierzu ist festzuhalten, dass in den Reihen, die direkt neben den angelegten Fahrgassen liegen der Anteil übergroßer Knollen zunimmt. Ohne Fahrgassen steigt in den Reihen, die direkt neben den befahrenen Furchen liegen, der Anteil der Untergrößen. [4]

Ein Ausgleich dieser Ertragsverringerung kann durch eine Erhöhung der Bestandesdichten in den Fahrgassenrandreihen erreicht werden [25]. Gleichzeitig steigt durch die Anlage der Fahrgassen die Qualität der Kartoffeln, da durch Bodenverdichtungen an den Dammlanken beim Kartoffelanbau ohne Fahrgassen der Anteil der beschädigten Knollen gesteigert wird. Beschädigungen sind direkt oder indirekt über Kluten und Steine zu erwarten [3]. Durch die Vermeidung dieser Beschädigungen kann die Qualität ganzer Kartoffelpartien positiv beeinflusst werden [19], und somit der marktfähige Ertrag deutlich verändert werden.

2.3.3 Auswirkungen der Fahrgassen auf Erntebeimengungen

Am Ende des Kartoffelanbaus erfolgt die Ernte der Knollen. Bei der Ernte werden die gesamten Kartoffeldämme vom Kartoffelroder aufgenommen. Mit den Kartoffeln und der Erde des Kartoffeldammes gelangen so auch Krautreste, Steine und Kluten mit in die Erntemaschine, die im Folgenden abgetrennt werden müssen (vgl. Abbildung 3). Die Erde wird über die Siebketten abgeschieden, für die Krautbeimengungen gibt es im Kartoffelroder spezielle Krauttrenneinrichtungen. Nach diesem Trenngerät verbleiben im Kartoffelstrom nur noch knollenähnliche Beimengungen. [16] Die Abscheidung dieser knollenähnlichen Beimengungen gestaltet sich maschinell schwierig. Zumeist müssen dafür Personen eingesetzt werden. [28] Auch bei der Verwendung von technischen Trenneinrichtungen wie Fingerbänder und Bürstenbänder muss das Erntegut noch manuell verlesen werden [16]. Das Ziel ist dabei, den Anteil der Beimengungen so gering wie möglich zu halten. Die liegt begründet darin, dass Steine und Kluten einen sehr großen Einfluss auf die Knollenqualität haben. [22]



Abbildung 3: Beimengungen bei der Kartoffelernte: Kartoffelkraut (links), Kluten (rechts)

Kluten und Steine könne effektiv vor dem Auspflanzen durch die Beetseparierung abgetrennt werden [26]. Im Gegensatz zu Steinen können Kluten jedoch auch während der Vegetationsphase durch das Befahren bei Pflegemaßnahmen entstehen [24]. Eine Möglichkeit dieses Problem zu verhindern ist die Nutzung von Fahrgassen [26].

Die Verwendung von Fahrgassen kann den Klutengehalt bei der Ernte vermindern [26]. Dies ist zum einen damit begründet, dass die befahrenen Fahrgassen nicht vom Kartoffelroder aufgenommen werden müssen [19], somit gelangt eine potentiell mit vielen Kluten besetzte Erdmenge nicht in die Erntemaschine und nicht in das Ernteprodukt. Zum anderen entstehen bei der Verwendung von Fahrgassen keine seitlichen Dammpressungen, welche die Klutenbildung im Wuchsraum der Kartoffel begründen. [24]

Somit könne Fahrgassen zur Verringerung der Erntebeimengungen dienen, welches gleichzeitig die Qualität der Knollen verbessert, und den Trenn- und Verleseaufwand reduziert.

2.3.4 Auswirkungen der Fahrgassen auf die Kartoffelstauden

Durch die Verwendung von Fahrgassen ergeben sich weitere Effekte auf den Feldbestand. Hierzu ist die geringere Pflanzenbeschädigung durch den Traktor anzuführen. [24] Pflanzenbeschädigungen bedeuten zum einen den Verlust von Assimilationsfläche der Pflanzen [19], zum anderen können diese als Eintrittspforten für Schaderreger dienen, die Krankheiten auslösen [4]. Durch Beschädigungen der Pflanzenmasse kann es zu Wiederaustrieb an den Schadstellen kommen [29] (vgl. Abbildung 4). In Verbindung mit Wiederaustrieb steht ein erhöhtes Potential von Virusinfektionen, da junges Blattgewebe verstärkt von Virusvektoren wie der Blattlaus angefliegen wird [30]. Zwar können Beschädigungen am Blattapparat auch mit Fahrgassen nicht verhindert werden, jedoch sind die Beschädigungen dadurch weniger stark ausgeprägt [4]. Im Gegensatz zu diesem Ansatz stehen die Praxisversuche von Hommel in 1995. Hierbei zeigten sich signifikant höhere Virusinfektionen in den Randreihen der Fahrgassen. [29]



Abbildung 4: Beschädigter Stängel (links) und Neuaustrieb (rechts) im Bereich einer Befahrung

Als weiteren Wirkort von Veränderungen durch Fahrgassen im Pflanzenbestand sind die Stauden selber anzusehen. Es wird berichtet, dass die Stauden an den Fahrgassen deutlich stärkeres Krautwachstum zeigen als in der Fläche, wodurch sich die Krautminderung in den entsprechenden Reihen deutlich schwieriger gestaltet [4].

Entgegengesetzt zu jener Beobachtung hat Schuhmann 1981 bei einer größeren Reihenweite³ im Kartoffelanbau einen Rückgang der Stängelzahl und der Blattmasse pro Pflanze beobachtet, einhergehend mit Rückgängen in Knollenanzahl und Gesamtertrag. Er verwies dabei allerdings auf einen Zusammenhang mit der Erbedeckung. [31]

Weiterhin tragen die Fahrgassen dazu bei, dass weniger Bodenverdichtungen im Wuchsraum der Knollen entstehen [4]. Diese vermiedenen Bodenverdichtungen können im Folgenden das Pflanzenwachstum nicht beeinträchtigen [24]. Weniger Bodenverdichtung führen gleichwohl zu weniger Klutenbildung, wodurch die negativen Auswirkungen (geförderten Schorfbefall und eine Beeinträchtigung der Wasser- und Nährstoffversorgung) von Kluten im Wuchsraum der Kartoffeln entfallen [13].

³ In diesem Fall wird die Annahme getroffen, dass sich Fahrgassenreihen durch den erhöhten Abstand zur Nachbarreihe ähnlich verhalten, wie Reihen die einen höheren Reihenabstand aufweisen.

2.3.5 monetäre Auswirkungen der Fahrgassen

Als Abschluss vieler Betrachtungen zum Thema Fahrgassen in Kartoffeln steht in der Literatur zumeist kein negatives Fazit. Viele negative Auswirkungen, wie der erhöhte Virusbefall, werden bei großem Fahrgassenabstand als gering eingestuft und die Vorteile überwiegen zumeist den Nachteilen [29]. Bei der wirtschaftlichen Kalkulation der Verfahren finden meistens die Punkte Flächenverlust, Knollenqualität und Knollenertrag Eingang in die Rechnung. Zu diesen Punkten ist anzumerken, dass durch Fahrgassen ein „teurer Flächenverlust“ eintritt [14]. Weiterhin wird der Gesamtertrag durch die Anlage von Fahrgassen verringert, der marktfähige Ertrag lag jedoch nur geringfügig unterhalb der normalen Variante [4]. Die Knollenqualität der Gesamterntemenge wird jedoch gefördert, da keine Minderqualitäten aus angefahrenen Dämmen vorkommen [19]. Bei genauer Berechnung der Gegebenheiten ziehen manche Betriebe dennoch die Variante ohne Fahrgasse vor [14].

Helmke gibt zu bedenken, dass man Einsparungen in Pflanzgutkosten und in den Rodekosten verzeichnen kann. Wodurch nach seiner Zusammenfassung die Anlage von Fahrgassen zumindest kostengleich ist, mit dem Zusatz, dass bei höheren Fahrgassenabständen die Wirtschaftlichkeit zunimmt. [4] Hommel führt als Grund für die Fahrgassen zusätzlich die termingerechte Ausführung von Pflanzenschutzmaßnahmen an, die er durch die bessere Befahrbarkeit gegeben sieht [29].

3 Zielstellung

In der Literatur wird von einem umfänglichen Nutzen bei der Verwendung von Fahrgassen berichtet, dessen Schlussfolgerung nur die Anlage von Fahrgassen sein kann. Inhalt dieser Untersuchungen ist jedoch zumeist der Standard-Kartoffelanbau mit einem 75 cm Reihenabstand. Doch wie verhalten sich Fahrgassen bei anderen Anbausystemen?

Diese Arbeit, deren Grundlage ein Praxisversuch bildet, soll sich näher damit beschäftigen, welche Auswirkungen Fahrgassen bei der Verwendung des Beetanbaus mit Separation der Beete haben und wie in diesem Anbausystem die optimale Gestaltung der Fahrgassen aussieht. Beziehen sollen sich dieses auf den Bereich der Pflanzkartoffelerzeugung.

Einhergehend mit dieser Frage soll auf folgende Themen näher eingegangen werden:

- Welche Veränderungen sind in Bezug zum Neuaustrieb und Pflanzenbeschädigungen zu sehen?
- Wie verändert sich der Gesamtertrag und der Anteil marktfähiger Ware?
- In welchem Maße verändern sich Erntebeimengungen (Kluten) bei der Anlage von Fahrgassen?
- Wie viel Freiraum zwischen zwei Beeten ist als Fahrgasse optimal?

Als Abschluss dieser Arbeit soll eine Empfehlung zum Thema Fahrgassen im Beetanbau mit Separation der Beete möglich sein.

4 Material und Methode

4.1 Versuchsbetrieb

Für diesen Praxisversuch stand ein Landwirtschaftsbetrieb der Spezialisierungsrichtung Ackerbau auf der Stader Geest zur Verfügung. Dieser Betrieb ist im Bereich des Kartoffelanbaus hauptsächlich als Pflanzkartoffelvermehrungsbetrieb für die Europlant GmbH tätig.

Im Rahmen der Standortbedingungen mit vielen steinreichen Sandböden, allerdings auch anmoorige Böden und einer Fruchtfolgegestaltung mit vielfacher Vorfrucht Silomais vor Kartoffeln wurde der Betrieb in Jahre 2021 komplett auf das Anbausystem der Bodenseparierung und dem Kartoffelanbau in Beeten umgestellt. Als Beetmaß wird das in der dortigen Region genutzte Maß von 165 cm Beetbreite und der Anbau von zwei Reihen mit einem Abstand von 75 cm innerhalb des Beetes praktiziert.

Die Arbeitsbreite innerhalb der Bestände ist seit dem Jahre 2021 auf 30 m festgelegt worden. Dementsprechend weist die Landtechnik zum Ausbringen von Pflanzenschutz und Düngemitteln innerhalb der Feldbestände eine Arbeitsbreite von 30 m auf. Als Maschinenkombination zum Ausbringen des Pflanzenschutzes, welches im Kartoffelanbau die Hauptmaßnahme zwischen Pflanzung und Ernte darstellt, steht eine Geträtekombination aus Traktor und Anhängespritze zur Verfügung. Es wird eine Bereifung von 520 mm Breite bei 200 cm Spurweite an der Anhängespritze verwendet. Die dazugehörige Zugmaschine weist eine maximale Bereifung von 540 mm Breite bei 190 cm Spurweite auf.

Weitere Arbeiten innerhalb der Bestände, wie das Krautschlagen finden mit Pflegebereifung bei schmaleren Arbeitsbreiten statt.

Die hauptsächliche Erntetechnik, die auf dem Betrieb verwendet wird, ist ein absetziges Verfahren, wobei zwei Reihen bzw. ein Beet zusammen mittels Reihenfreilegemaschine (Grimme WR 200) aufgenommen und die Kartoffeln anschließend in ein Schwad abgelegt werden. Zeitlich versetzt dazu findet die Aufnahme dieses Schwades mit einem Kartoffelroder des Typs Grimme SE 85/55 statt. Verlesen werden die Kartoffeln zumeist von einer Person auf dem Kartoffelroder, bevor die Kartoffeln lose in ein Kistenlager verbracht werden.

4.2 Versuchsidee

In der Pflanzkartoffelproduktion auf steinigem Sandböden ist die Verwendung der Anbautechnik Beetanbau mit Separation unabdingbar. Auf die Verwendung von Pflegebereifung mit niedrigen Reifenbreiten (<350 mm) wird in diesem Versuchsbetrieb aus vielerlei Hinsicht verzichtet. Zu diesen Gründen zählen hauptsächlich die verminderte Standsicherheit und das hohe Maschinengewicht bei der Pflanzenschutztechnik, bei gleichzeitig zum Teil schwierigen Bodenbedingungen auf Grund von hoher Bodenfeuchte. Gleichzeitig verliert man mit der Umstellung auf Beetanbau die einfache Möglichkeit, wie beim 75 cm Reihenbau, Fahrgassen anzulegen, indem man die äußeren Reihen einer vierreihigen Legemaschine abschaltet [4]. Zugleich soll nicht auf Schlagkraft und Termingerechtigkeit verzichtet werden, genauso wie der Bodenschutz und die Kartoffelqualität auch Beachtung finden müssen. Alles in allem ist die Anlage von Fahrgassen nötig, gestaltet sich jedoch zugleich technisch schwierig.

Eine Abschaltung von Reihen innerhalb des separierten Beetes kann keine praxisnahe Lösung sein, da bei der Ernte die komplette Beetbreite durch die Erntemaschine aufgenommen wird. Somit würden bei dem Befahren von Teilen des Beetes Schadverdichtungen und Kluten entstehen, die später die Ernte massiv behindern können und gleichwohl den Verleseaufwand deutlich steigen lassen.

Als Sonderlösung wurde im Rahmen dieser Gegebenheiten die Idee aufgefasst den Freiraum zwischen zwei Beeten, der im Normalfall 15 cm (bei 165 cm Beetbreite und dem Anbau von zwei Reihen von je 75 cm Breite bleiben 15 cm zwischen zwei Beeten als Freiraum) beträgt, soweit zu vergrößern, dass dieser zusätzliche Freiraum als Fahrgasse dienen kann. Da diese Variante der Fahrgassengestaltung einzigartig ist, existieren keinerlei Richtwerte, wie breit dieser Freiraum sein muss, somit war die Idee des Praxisversuchs hervorgebracht.

Bei diesem Versuch sollen Fahrgassen in der beschriebenen Variante angelegt werden. Der Freiraum zwischen den Beeten mit im Normalfall theoretisch⁴ 15 cm wird dann in den einzelnen Fahrgassenvarianten um zusätzliche 0 - 40 cm erweitert. Die Anzahl der Fahrgassenvarianten beläuft sich innerhalb des Versuches auf fünf (+0 cm; +10 cm je Seite;

⁴ Aufgrund der Verwendung einer aufgesattelten Pflanzmaschine sind die Bereiche zwischen den Beeten bereits nach dem Pflanzen mit einer Reifenbreite von 32 cm befahren. Dadurch erhöht sich dieser Freiraum in der Praxis auf mindestens 32 cm.

+20 cm je Seite; +30 cm je Seite; +40 cm je Seite); so entstehen Freiräume zwischen zwei Beeten die als Fahrgasse genutzt werden von praktisch⁵ (vgl. Abbildung 5):

- Variante 1: 32 cm je Seite
- Variante 2: 42 cm je Seite
- Variante 3: 52 cm je Seite
- Variante 4: 62 cm je Seite
- Variante 5: 72 cm je Seite

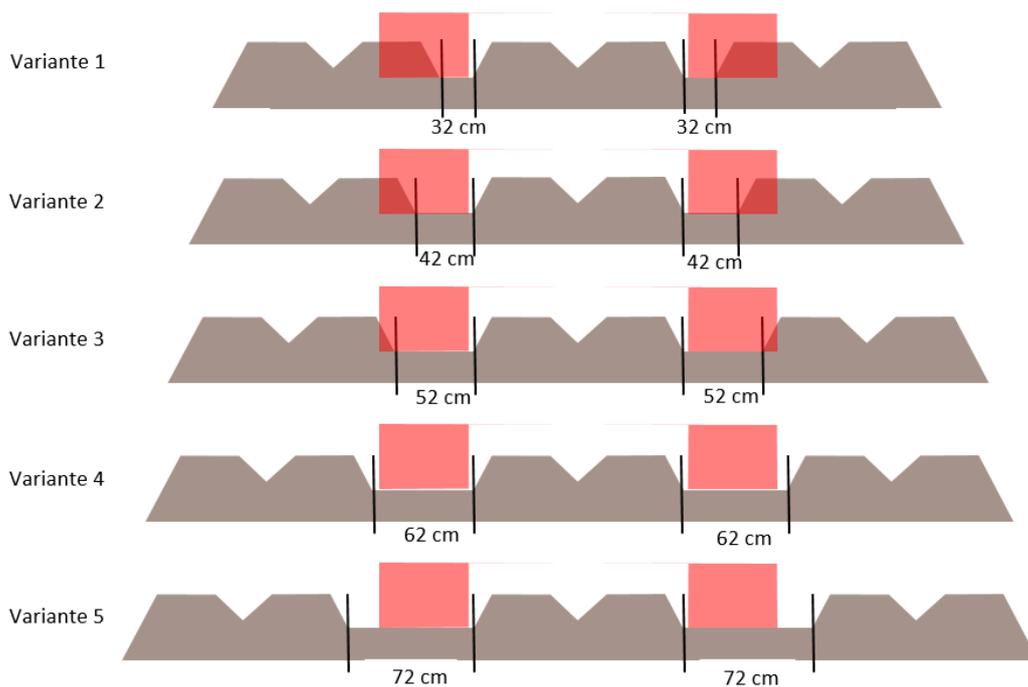


Abbildung 5: praktische Veränderungen der Maße im Bereich der Fahrgassen (in Rot spätere Fahrbereiche der Räder)

Unter allen Varianten findet eine Befahrung der Bestände im Rahmen des üblichen Pflanzenschutzes und der üblichen sonstigen Feldarbeit mit den beschriebenen Geräten statt. Es werden keinerlei Veränderungen von Spur oder Reifenmaßen vorgenommen, da diese Parameter durch die Betriebsstruktur vorgegeben sind.

Erfassbare und relevante Auswirkungen der unterschiedlichen Varianten sollen im Vegetationsverlauf erfasst und in Abhängigkeit von der Variante miteinander verglichen werden. Darunter fallen der Neuaustrieb bzw. die Beschädigungen der Pflanzen im Fahrgassenbereich, der absolute sowie der marktfähige Ertrag, die Klutenmenge, die sich im

⁵ In der Praxis findet diese Erhöhung durch die Räder der Pflanzmaschine mit einer Reifenbreite von 32 cm statt.

Erntegut befindet, sowie weitere Parameter, die im Feldbestand während der Saison sichtbar werden (Stängelzahl der Pflanzen, Dammbeschädigungen).

4.3 Versuchsfläche

Für diesen Praxisversuch wurde eine Fläche ausgewählt, die typisch für die Region ist, in der jener Betrieb angesiedelt ist. Gleichzeitig musste die Versuchsfläche von genügender Größe sein, damit alle zu untersuchenden Varianten erstellt werden können und gleichzeitig eine Wiederholbarkeit der Versuchsparameter darzustellen ist. Ebenso mussten auf der Versuchsfläche nur Kartoffeln von einer Sorte angebaut werden, da zu erwarten ist, dass sich die erfassten Parameter von Sorte zu Sorte unterscheiden würden, wie die unterschiedlichen Sorten in der Sortenliste auch unterschiedlich eingestuft werden [7].

Als Folge dieser Überlegungen wurde eine 7,7 ha große Fläche ausgewählt. Die Fläche liegt in Niedersachsen, näher im Landkreis Rotenburg (Wümme), der Gemeinde Deinstedt und der Gemarkung Malstedt. Diese Fläche wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Rahmen der Reichsbodenschätzung eine Bodenart des anlehmigen Sandes mit Zustandstufe 4 und diluvialer Entstehung zugeordnet. Als Ackerzahl wurde 1962 die Zahl 32 festgelegt, bei einer Bodenzahl von 29. [32]

Die Vorfrucht zu diesem Kartoffelanbau war Silomais. Angebaut wurde im Bereich des späteren Versuches ein Pflanzkartoffelvermehrungsvorhaben der Sorte Agria. Diese Kartoffelsorte wird im Rahmen der beschreibenden Sortenliste als mittelfrühe Speisekartoffel beschrieben, außerdem weist sie eine langovale Form bei gelber Schalen- und mittelgelber Fleischfarbe auf. Agria als Speisekartoffelsorte des Züchters Europlant stellte 2021 nach der Sorte Belana in Deutschland die zweitgrößte Vermehrungsfläche [7]. Somit hat die Kartoffelsorte, die in diesem Versuch angebaut wird, ebenso eine große Bedeutung und verstärkt die praktische Aussagekraft des Versuches.

Klimatisch weist dieser Standort ein küstennahes Klima auf, mit Jahresdurchschnittstemperaturen von knapp über 10° C, und Jahresniederschlagsmengen von rund 750mm. Innerhalb des Versuchszeitraum (13. April bis 16. September) betrug die Mitteltemperatur 15,3° C und die Niederschlagsmenge 227,9 l pro m². Die Mitteltemperatur war im Vergleich zum langjährigem Mittel um 0,6 K erhöht, Die Niederschlagsmenge um 101,1 mm verringert. (vgl. Tabelle 1 und Abbildung 6) [33]

Tabelle 1: Niederschlags- und Temperaturdaten (13. April bis 16. September 2022) des Standortes in mm bzw. °C oder K

Monat	Niederschlag	Mittel 1991-2020	Abweichung	Temperatur	Mittel 1991-2020	Abweichung
April	1,8	16,9	-15,1	9,3	9,0	0,3
Mai	53,8	48,3	5,5	13,1	12,8	0,3
Juni	63,6	69,8	-6,2	16,5	15,8	0,7
Juli	44,0	90,0	-46,0	17,3	17,6	-0,3
August	20,8	75,2	-54,4	19,4	17,2	2,2
September	43,9	28,8	15,1	16,0	15,7	0,3
Summe bzw Mittelwert	227,9	329,0	-101,1	15,3	14,7	0,6

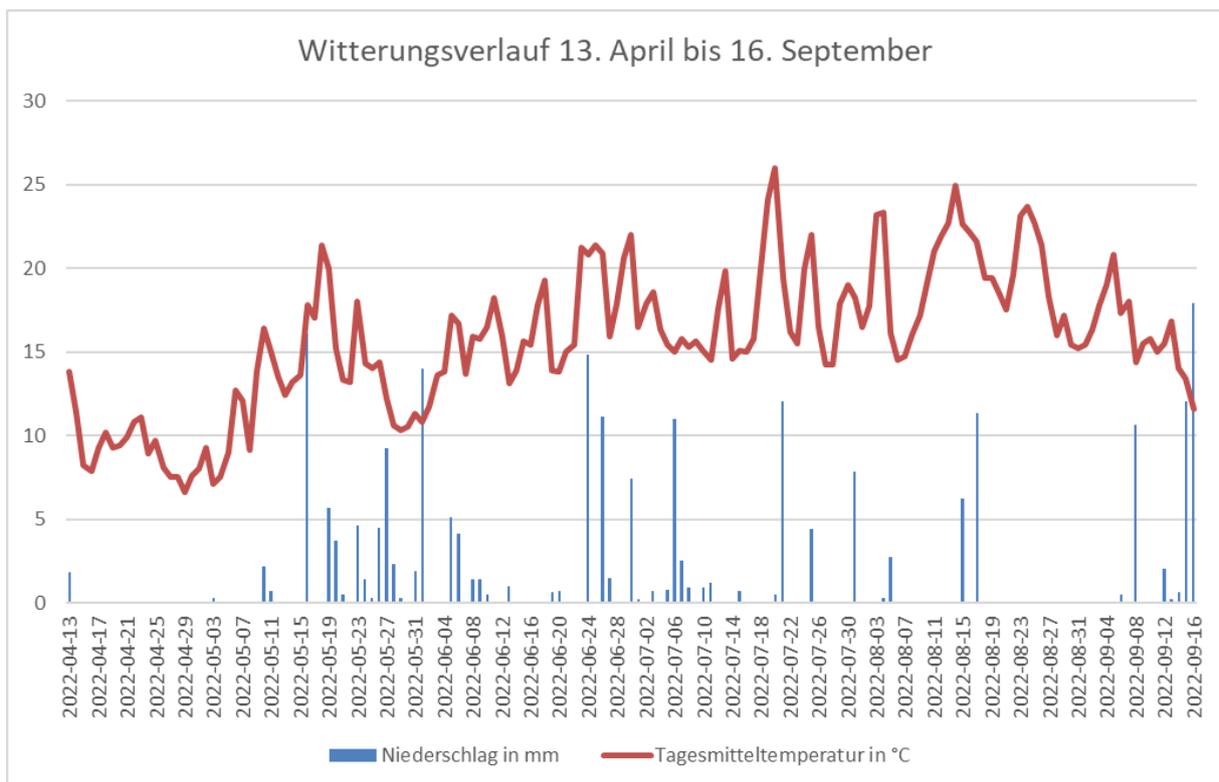


Abbildung 6: Witterungsverlauf am Standort 2022

4.4 Anlage der Fahrgassen

Als Grundlage des Kartoffelanbaus im separierten Beet steht nach der allgemeinen Bodenbearbeitung, die in diesem Fall aus einer tiefen Bearbeitung mit einem Grubber bestand, welche zugleich der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern diene, die korrekte und saubere Anlage der Beete für alle weiteren Arbeiten. Das Anlegen der Beete erfolgte für den Versuch am 13. April 2022. Dieser Arbeitsschritt wurde durchgeführt mit einem Beetformer der Firma Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG. Die genaue Typenbezeichnung lautet BFL

200, die Arbeitsbreite beträgt zwei Beete, aufgeteilt in ½ Beet links der Maschine, 1 Beet mittig der Maschine und ½ Beet rechts der Maschine. Durch ein genaues Spur-an-Spur-Fahren entsteht so durch dem ½ Beet am Rand der Maschine mit dem ½ Beet, welches bei der vorherigen Überfahrt angelegt wurde, ein ganzes Beet genau zwischen zwei Überfahrten. Mit diesem Gerät wurden auf der ganzen Fläche Beete angelegt, die für die weitere Bearbeitung bindend sind. Die genaue Spurführung, welche für diesen Arbeitsschritt essentiell ist, erfolgte über ein GPS-Parallelfahrssystem der Firma John Deere mit der Nutzung eines RTK Korrektursignals des SAPOS Niedersachsen.

Unter der Prämisse, dass der vorgegebene Abstand der Fahrgassen 30 m beträgt, ergibt sich für die Anlage der Beete ein Abstand der Fahrgassen von 18 Beeten:

$$\frac{\text{Fahrgassenabstand}}{\text{Beetbreite}} = \text{Beete pro Fahrgasse}$$

$$\frac{30 \text{ m}}{1,65 \text{ m}} \approx 18$$

Da schon bei der Zugabe von 20 cm je Seite der Fahrgasse in Variante 3 keine Überlappung der Pflanzschutztechnik mehr gegeben ist⁶, wurde für den gesamten Versuch die Breite der Beete aus diesem technischen Grund auf 1,63 m verringert, so konnten bis auf bei Variante 5 theoretische Überlappungen erzeugt werden. Bei Variante fünf entstand trotzdem eine Fehlfläche von 14 cm, die in der Praxis als tolerabel anzusehen war. Alternativ hätte man den Fahrgassenabstand auf 17 Beete verringern können, welches große Überlappungen mit sich gebracht hätte (1,55 m bei Variante 3). Zusätzlich wäre ein Anlegen der Beete mit 17 Beete Fahrgassenabstand technisch impraktikabel gewesen, da der Beetformer eine gerade Anzahl von Beeten als Arbeitsbreite aufweist. Aus der Kombination von diesen beiden Erkenntnissen wurde sich dafür entschieden, die Beetbreite um 2 cm zu verringern und bei Variante 5 den Fehlbereich in Kauf zu nehmen.

Für die Fahrgasse, die in der ersten Variante (+0 cm) angelegt wurde, erfolgte keine weitere Anpassung der Spurführung bzw. des Arbeitsgerätes, hier wurde mit der normalen Arbeitsbreite ohne Veränderungen gearbeitet. Das Ergebnis sind hierbei angelegte Beete, die eine Kantenhöhe von 40-50 cm aufweisen, und eine Kronenweite von ca. 110 cm. Die Furchen zwischen den Beeten weisen eine Bodenweite von etwa 35 cm auf.

⁶ 18 Beete mit je 165 cm plus zweimal 20 cm Fahrgassenzugabe ergibt einen Fahrgassenabstand von 30,1 m

Bei der Fahrgasse der zweiten Versuchsvariante mit einer Zugabe von 10 cm je Seite des Beetes mussten dann Änderungen vorgenommen werden. Das „Fahrgassenbeet“ an dessen beiden Seiten eine Zugabe von 10 cm nötig ist, lag bei der Anlage der Beete genau zwischen zwei Überfahren, so konnten die Spuren des GPS Lenksystem nach der Anlage der ersten Hälfte des Fahrgassenbeetes um 20 cm verschoben werden, sodass theoretisch das Fahrgassenbeet 20 cm breiter ist als normale Beete. Zusätzlich wurde bei den beiden Überfahren, bei denen das Fahrgassenbeet entsteht, ein Zusatzbauteil am Beetformer zum Einsatz gebracht. Dieser Einsatz des Zusatzbauteils hatte den Zweck das Fahrgassenbeet an sich wieder zu verkleinern, jedoch die Furche zwischen zwei Beeten zu vergrößern, um die Spurführung der nächsten Arbeitsschritte zu verbessern. Das Ergebnis sind hier Beete, deren Kronenweite nicht gravieren verändert wurde, jedoch ist die Kantenhöhe verringert, dadurch sind die Furchen folglich deutlich flacher, was sich negativ auf die Spurführung auswirkt. Zusätzlich ist die Bodenweite der Furchen auf bis zu 75 cm bei Variante 5 erhöht (vgl. Abbildung 7).

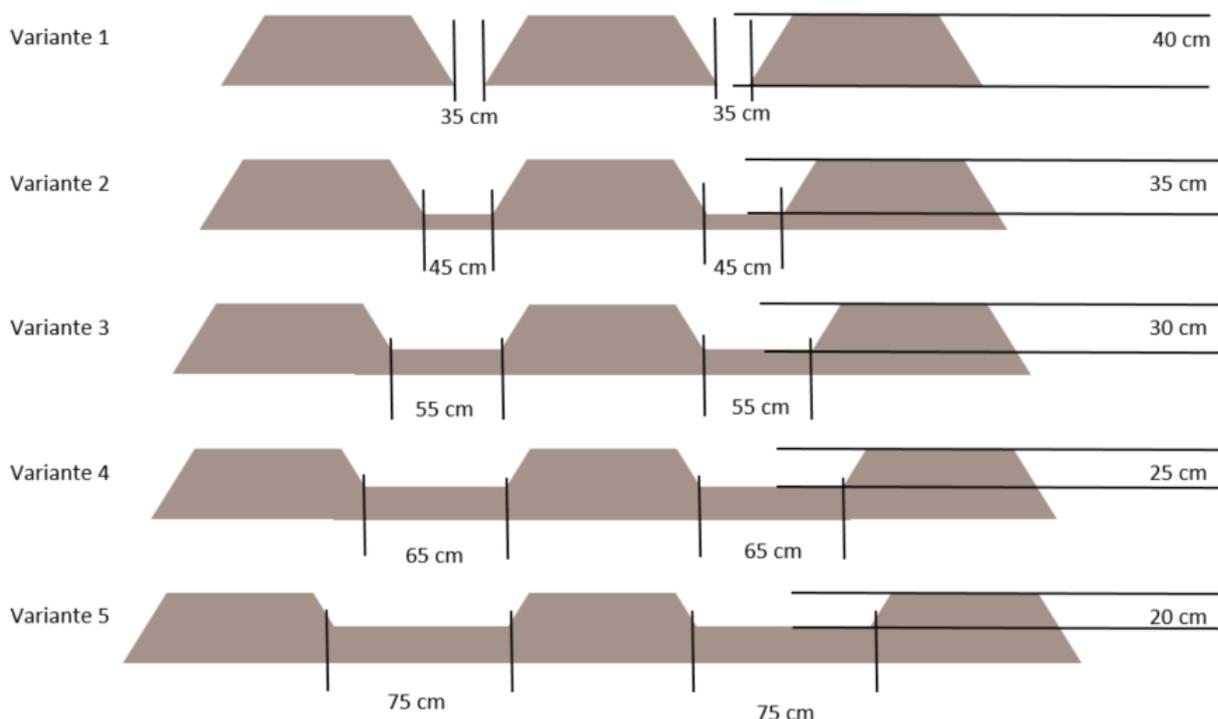


Abbildung 7: Veränderung der Maße der Beetbreite im Fahrgassenbereich

Jenes verwendete Zusatzbauteil stellt eine Eigenkonstruktion für diesen Versuch dar und hat keine sonstige Verwendung, es dient nur für die Anlage von Fahrgassen. Weiterhin ist dazu zu erwähnen, dass es etwas solches nicht handelsüblich am Markt zu erwerben gibt. Es ist somit eine Unikatlösung.

Bei der Anlage der weiteren Fahrgassen, im 18 Beet Abstand erfolgten die Arbeitsschritte einer gleichen Reihenfolge nur, dass die Verschiebung der Spurführungslinien im Lenksystem 40 cm bei Variante 3, 60 cm bei Variante 4 und 80 cm bei Variante 5 betragen. Bei allen wurde ebenso das Zusatzbauteil am Beetformer eingesetzt, um die eigentlichen Fahrgassenbeete wieder auf ein normales Maß zu bringen und nur die Furchen zwischen den Beeten, die später als Freiraum für die Fahrgassen dienen sollen, zu vergrößern.

4.5 Separieren und Pflanzen

Als folgender Arbeitsschritt erfolgt bei dieser Art des Kartoffelanbaus das Separieren der vorgeformten Beete. Innerhalb der Fläche und bei der Fahrgassenvariante 1 ist das Separieren standartmäßig durchzuführen, ohne dass etwaige Veränderungen vorgenommen werden müssen. Hierbei fährt der Traktor, der als Zugfahrzeug des Separierers (Modellbezeichnung: Scanstone 5-Webber) dient, einseitig in der Furche, in welcher bei der vorherigen Überfahrt die abgesiebten Bestandteile abgelegt wurden. Mit der anderen Seite befährt der Traktor die Nachbarfurche zu dem in der vorherigen Überfahrt abgesiebten Beet. Durch das einseitige Befahren der sehr tiefen engen Furche, die auch nach Steinablage noch eine Tiefe von 30-40 cm aufweist, ist die Spurführung auch ohne menschliches Handeln vollständig gegeben.

Beim Separieren der breiteren Fahrgassen steigen die Anforderungen an den Maschinenführer. Dadurch, dass die Furchen im Ursprungszustand keine große Tiefe aufweisen, die durch die Steinablage aus der vorherigen Überfahrt weiter verringert wird, gestaltet sich die Spurführung schwierig. Der Maschinenführer hat beim separieren solcher Fahrgassen permanent darauf zu achten, dass sowohl Traktor als auch der angehängte Separierer genau mittig das Beet überfahren und aufnehmen, andernfalls kommt zur Verschiebung des Fahrgassenbeetes und damit zur Einschränkung der Nutzbarkeit der Fahrgasse nach der ursprünglichen Idee. Abhilfe für eine verbesserte Spurführung des Traktors können hier ebenso GPS-Lenksysteme bieten. Die Spurführung des Separierers, der über eine Lenkachse verfügt unterliegt aber weiterhin dem Maschinenführer.

Je breiter die Bodenweite der angelegten Furchen mit zunehmender Zusatzbreite (mit ansteigender Variantenummer) wird, desto schwieriger wird die Spurführung. Hierbei ist dem Können des Maschinenführers zu vertrauen.

Den nachfolgenden Arbeitsgang nach dem Separieren stellt das Pflanzen dar. Beim Arbeitsgang des Pflanzens werden die vorher separierten Beete exakt aufgenommen, das heißt, die Räder des Schleppers laufen wieder nur im Bereich der ursprünglichen Furchen und unterhalb des Schleppers gelangt das Beet zur Pflanzmaschine (hierbei fand im Versuch eine Pflanzmaschine des Typs Grimme GB 230 Verwendung), ohne vom Schlepper überfahren zu werden. Hierbei ist ebenso die Maschine in der Spurführung an dem vorherigen Arbeitsgang des Separierens gebunden. Somit überträgt sich eine verschlechterte Spurführung aus dem vorherigen Arbeitsgang ebenso auf diesen Arbeitsgang. Auch hier können GPS-Lenksysteme Abhilfe schaffen und die Spurführung maßgeblich verbessern.

Beim Pflanzen der Fahrgassen muss folglich ebenso darauf geachtet werden, dass die Fahrgassenbeete mittig zwischen den Nachbarbeeten liegen, sodass links und rechts der gleiche Zusatzraum vorhanden ist.

Zur Pflanzung der Kartoffeln ist anzumerken, dass diese über die gesamte Fläche hinweg mit konstanten Parametern (Pflanzabstand, Pflanztiefe, Pflanzgutsortierung, Beizung, etc.) durchgeführt wurde. Es wurden auch bei den breiteren Fahrgassen mit gleichem Pflanzabstand gearbeitet, auch wenn dieses für den Bereich der Fahrgasse, durch den unbepflanzten Zusatzraum, eine theoretische Verringerung der Pflanzen pro Quadratmeter zur Folge hatte.

Als Ergebnis nach dem Pflanzen befinden sich dann im Bereich der separierten Beete zwei Reihen Kartoffeln mit einem Reihenabstand von 75 cm innerhalb des Beetes und 90 cm zur Reihe des Nachbarbeetes. Im Bereich der Fahrgassenvarianten zwei bis fünf erhöht sich der Reihenabstand zwischen dem Fahrgassenbeet und dem Nachbarbeet auf maximal 130 cm. (vgl. Abbildung 8)

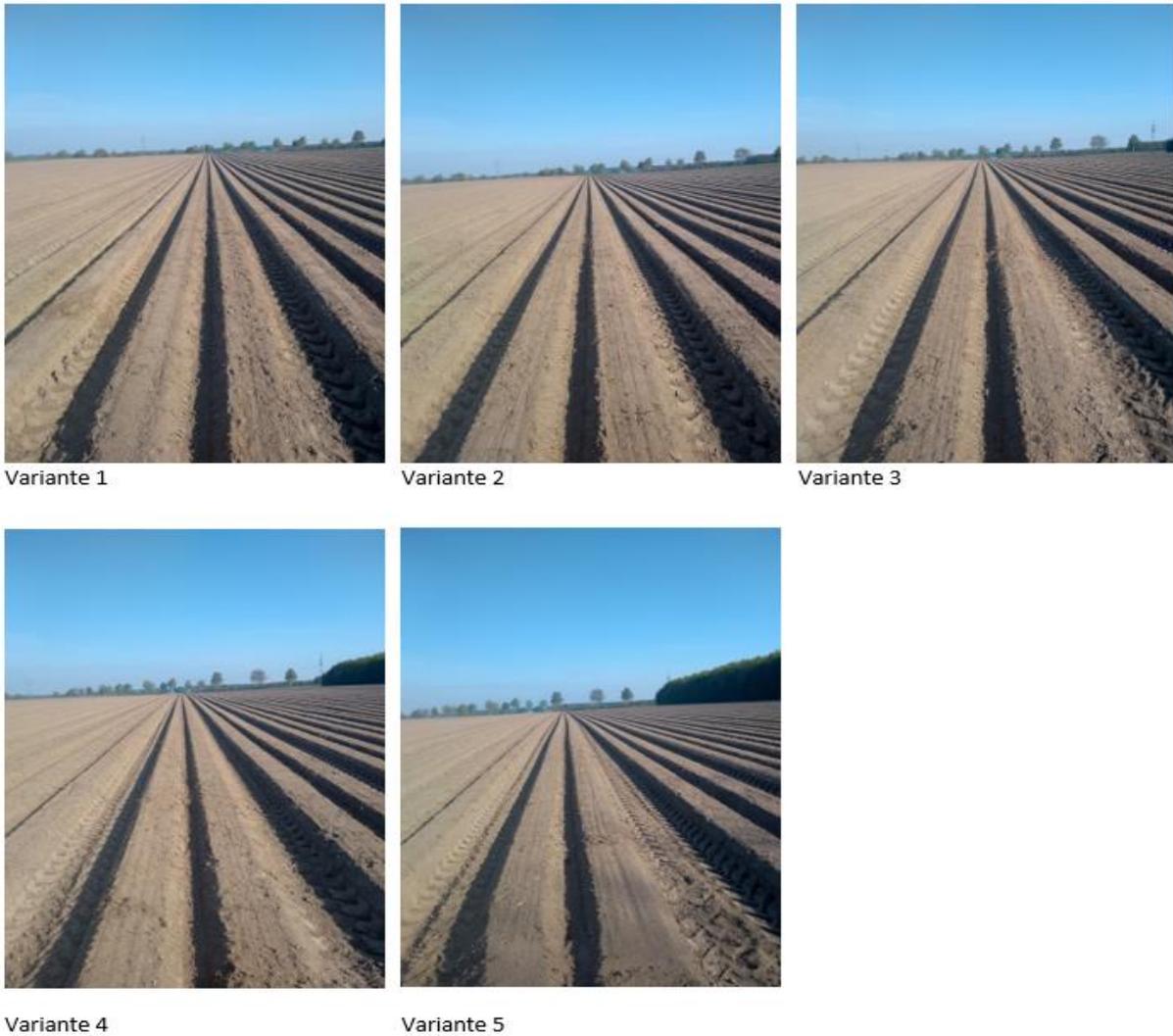


Abbildung 8: Vergleich der verschiedenen Fahrgassen nach dem Pflanzen

4.6 Durchfahrten mit Geräten

Nach dem Pflanzen sind bei den verschiedenen Varianten unterschiedliche Zwischenbeetfreiräume vorhanden. Alle diese unterschiedlichen Freiräume wurden im Versuch mit denselben Maschinen befahren (vgl. Abbildung 9). Somit fand keine unterschiedliche Bewirtschaftung der Versuchsfläche statt.

Während der Vegetation des Pflanzenbestandes erfolgten 14 Durchfahren mit der Pflanzenschutztechnik bzw. Düngetechnik, die an den Fahrgassen gebunden war. Zeitlich erfolgte die erste Durchfahrt vor dem Auflaufen der Kartoffeln zwecks einer vorauflauf Herbizidbehandlung. Die letzte Durchfahrt erfolgte rund 3 Wochen vor Ernte der Kartoffeln zwecks endgültiger Sikkation des Bestandes.

Aufgrund der Häufigkeit der Durchfahrten bis zur Ernte am 14. September erfolgten zu verschiedenen Zeitpunkten Bonitierungen des Feldbestandes.



Variante 1



Variante 2



Variante 3



Variante 4



Variante 5



unbeeinflusster Feldbestand

Abbildung 9: Vergleich verschiedener Fahrgassenvarianten und dem normalen Feldbestand nach fünf Durchfahrten

4.7 Versuchsparameter

4.7.1 Dammbeschädigung

Das erste Bonitierungsparameter war die Dammbeschädigung durch die Durchfahrt mit den Landmaschinen. Diese Datenerhebung fand am 22. Mai 2022 statt. Dabei wurden in allen fünf Varianten die Kartoffeldämme vermessen. Die Vermessung wurde horizontal vorgenommen und die Dämme in Dammflanke und Dammkrone unterteilt. Diese Vermessung wurde an verschiedenen Positionen innerhalb einer Variante wiederholt, um so Wiederholungen zu generieren. Es wurden somit nur äußerlich sichtbaren Auswirkungen auf den Kartoffeldamm erfasst. (vgl. Abbildung 10)

Diese Bonitur wurde zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt, um einen eventuellen zeitlichen Verlauf erkennen zu können. Zum Vergleich wurden ebenso normale Dämme ohne Fahrgasseneinfluss vermessen.



Abbildung 10: Dammbeschädigung infolge von Fahrspuren

4.7.2 Kartoffelstaude

Die Datenerfassungen zum Bereich Kartoffelstaude wurden am 6. August 2022 durchgeführt.

4.7.2.1 Pflanzenanzahl

Dieses Versuchsparameter diente zur Erfassung von Pflanzenanzahlen innerhalb der verschiedenen Fahrgassenvarianten. Zur Erfassung dieser Daten wurden visuell die Anzahl der Pflanzen innerhalb der direkt von der Fahrgasse betroffenen Dämme ausgezählt. Als Auszählungsumfang diente eine Dammlänge von 4 m bzw. umgerechnet einer Fläche von 3,26 m² in einer Reihe. Diese Auszählung wurde je Variante sechsmal wiederholt. Beachtet wurden bei dieser Auszählung nur je ein Damm rechts wie links der Fahrgasse, da diese in den unterschiedlichen Varianten unterschiedlich von der Fahrgasse betroffen sind. Es wurde angenommen, dass das Fahrgassenbeet, bzw. die beiden Dämme des Fahrgassenbeetes selbst bei jeder Variante der Fahrgasse gleich stark von der Durchfahrt beeinflusst wird, da sich der Abstand der einzelnen Dämme im Fahrgassenbeet zur eigentlichen Fahrspur des Traktors und des Anbaugerätes nicht verändert.

4.7.2.2 Stängelanzahl

Zur Erfassung der Stängelanzahl pro Kartoffelstaude erfolgte eine Auszählung der Stängel bei zehn Kartoffelstauden in einer Reihe. Diese Bonitur wurde sechs Mal innerhalb jeder Fahrgassenvariante wiederholt. Hierbei wurde je ein Damm rechts wie links der Fahrgasse beachtet (wie in 4.7.2.1 Pflanzenanzahl beschrieben).

4.7.2.3 Pflanzenneuaustrieb

Der Pflanzenneuaustrieb bei jeder Fahrgassenvariante wurde wieder bezogen auf eine Dammlänge von 4 m durchgeführt, bzw. einer Fläche 3,26 m² in einer Reihe. Dabei wurde visuell ermittelt an wie vielen Pflanzen Erscheinungen von Neuaustrieb in Folge von Beschädigungen auf Grund der Durchfahrt mit Landmaschinen zu finden sind (vgl. Abbildung 11). Für diese Erfassung wurden sechs Wiederholungen je Fahrgassenvariante durchgeführt. Hierbei wurde je nur ein Damm rechts wie links der Fahrgasse beachtet (wie in 4.7.2.1 Pflanzenanzahl beschrieben).



Abbildung 11: Stängelbeschädigung und Pflanzenneuaustrieb im Fahrgassenbereich

4.7.2.4 beschädigte Stängel

Die Erfassung der beschädigten Stängel erfolgte auf einer Basis von Stängel aus einer definierten Ausgangsmenge. Hierbei wurde optisch überprüft wie viele Stängel im Fahrgassenbereich beschädigt oder zerstört wurden. Die Wiederholungsanzahl betrug ebenso sechs Wiederholungen je Versuchsvariante. Hierbei wurde je ein Damm rechts wie links der Fahrgasse beachtet (wie in 4.7.2.1 Pflanzenanzahl beschrieben).

4.7.3 Sikkation

Eine genaue quantitative Bonitur der Erfolge der Krautabtötung, sowie des Wiederaustriebs nach Sikkation konnte aufgrund der im Versuchsjahr sehr trocken-warmen Witterung nicht durchgeführt werden. Dies ist damit begründet, dass der Feldbestand ohne eine klassische Sikkation (Krautschlagen + chemische Abtötung) bereits sehr früh durch Hitzeschäden infolge von heißen Tagen mit Tagesmaximaltemperaturen von über 30° Celsius in Kombination mit starker Trockenheit⁷ in eine natürliche Abreife übergegangen ist. Gleichzeitig war durch die beschriebene Witterung ein frühzeitiges Abtöten der Bestände aufgrund des Erreichens der geforderten Marktgröße nicht notwendig.

Zu diesem Punkt können nur qualitative Aussagen getroffen werden, ob es nach der endgültigen chemischen Sikkation zu Wiederaustrieb gekommen ist, oder nicht.

⁷ Eine Möglichkeit zur künstliche Bewässerung/Beregnung war am Versuchsstandort nicht gegeben.

4.7.4 Ertrag

Die Datenerfassung zum Thema Ertrag hat nach der endgültigen Abreife des Bestandes am 27. August stattgefunden. Zur Ertragserhebung wurden im ersten Schritt manuell die Kartoffeln auf einer Probestfläche von 10 m² geerntet. Geerntet wurden sowohl das eigentliche Fahrgassenbeet wie auch die beiden umliegenden Beete (rechts und links je ein Beet), insgesamt somit drei Beete nebeneinander, wobei das Fahrgassenbeet das mittlere Beet darstellt (vgl. Abbildung 12). Da bei den unterschiedlichen Varianten der Zwischenbeetfreiraum unterschiedlich groß ist und dadurch bei fester Beerntung von drei Beeten die Breite der Proberodung variiert, wurde ebenso die Länge variiert, um die Fläche konstant zu halten⁸. Somit ergeben sich für die manuelle Beerntung der verschiedenen Varianten verschiedene Maße der Probestzellen:

- Variante 1: 4,89 x 2,05 m
- Variante 2: 5,09 x 1,96 m
- Variante 3: 5,29 x 1,89 m
- Variante 4: 5,49 x 1,82 m
- Variante 5: 5,69 x 1,76 m



Abbildung 12: manuelle Ernte der Kartoffeln im Fahrgassenbereich

Diese Kartoffeln der sechs Reihen bzw. drei Beete wurden nach der Proberodung eindeutig beschriftet und einzeln verpackt vom Feld transportiert. Insgesamt wurden vier

⁸ Durch die gleiche Fläche bei jeder Proberodung können die Ergebnisse später ohne Umrechnung miteinander verglichen werden.

Wiederholungen je Fahrgassenvariante angefertigt, somit standen am Ende 20 Proberodungen zur weiteren Untersuchung zur Verfügung.

Im zweiten Schritt zu dieser Datenerfassung wurden sämtliche Kartoffeln zu jeder Variante auf einer geeichten Waage verwogen. Anschließend im dritten Schritt wurde die Gesamterntemenge unter Zuhilfenahme von Quadratsieben in Größenfraktionen unterteilt. Als Grenzen der Größenfraktionierung wurden die Maße 35 mm und 55 mm gewählt, da diese zumeist auch bei der praktischen Vermarktung von Pflanzkartoffeln die gängigen Grenzen darstellen. Dieser Arbeitsschritt wurde ebenso manuell durchgeführt, indem die Gesamtkartoffelmenge zuerst auf ein Quadratsieb der lichten Maschenweite von 35 mm geschüttet wurde. Auf diesem Sieb wurden die Kartoffeln derartig bewegt, dass sämtliche Kartoffeln, die durch die Maschen hindurchpassen auch hindurchgefallen sind. Die hindurchgefallenen Kartoffeln wurden aufgefangen und anschließend verwogen.

Alle Kartoffeln, die nicht durch das Quadratsieb hindurchgelangt sind, wurden anschließend auf ein Quadratsieb mit der lichten Maschenweite von 55 mm gelegt. Auch hier wurden die Kartoffeln derartig in Bewegung versetzt, dass alle Kartoffeln mit einem Kaliber von unter 55 mm hindurchfielen. Hierbei wurden die Kartoffeln verwogen, die nicht durch das Quadratsieb gefallen waren. (vgl. Abbildung 13)

Die Kartoffelmasse im Größenbereich von 35-55 mm wurde daraufhin durch Subtraktion aus der Gesamtmenge je Proberodung errechnet.

Diese Arbeitsschritte wurden für jede Proberodung vorgenommen, sodass schlussendlich 4 Datensätze zum Thema Ertrag pro Fahrgassenvariante vorlagen.



Abbildung 13: Aufbau zur Kalibrierung und Verwiegung des Erntegutes

4.7.5 Kartoffelqualität

Während der manuellen Größenfraktionierung wurde gleichzeitig die Kartoffelqualität näher betrachtet. Etwaige negative Ergebnisse wurden jeweils festgehalten. Diese Betrachtung wurde optisch und nur äußerlich durchgeführt.

4.7.6 Kluten

Der letzte Analysepunkt innerhalb dieser Untersuchung stellt die Menge von Kluten dar, die im Ernteprodukt bei der Ernte vorhanden waren. Hierzu wurden die Fahrgassenbereiche im Zuge der normalen Beerntung am 14. September mit Hilfe der Reihenfreilegemaschine in ein Schwad gelegt. Dieser Arbeitsschritt wurde ohne gravierende Anpassungen, wie auch im normalen Feldbereich durchgeführt. Es wurden keine Einstellungen an der Reihenfreilegemaschine außerhalb des üblichen Maße verändert, um etwaige Kluten oder sonstige in anderer Häufigkeit vorkommenden Beimengungen besser abzutrennen. Die eigentliche Datenerhebung wurde anschließend bei den im Schwad liegenden Kartoffeln vorgenommen. Hier wurden händisch

auf einer Strecke von 2 m sämtliche Kuten und sonstige schädliche Beimengungen eingesammelt. (vgl. Abbildung 14) Diese aufgesammelten Kluten wurden wieder verpackt und später verwogen. Somit wurden hier alle Beimengungen, die im Erntestrom waren auf einer Fläche von 3,26 m² zur Datengewinnung verwendet. Dieses Versuchsparameter wurde für jede Fahrgassenvariante sechsmal wiederholt. Bei diesem Parameter fanden nur die Beete rechts und links der Fahrgasse Einklang in die Ergebnisse, da das eigentliche Fahrgassenbeet selber durch den gleichbleibenden Abstand zu den Fahrspuren der Landmaschinen immer gleich stark belastet wird und dadurch hier keine Veränderungen in den Ergebnissen zwischen den verschiedenen Varianten zu erwarten waren.



Abbildung 14: maschinelle Ernte und darauffolgend zu findende Kluten in der Erntemenge

4.8 Statistik

Alle gewonnenen Daten wurden elektronisch unter Verwendung des Tabellenkalkulationsprogrammes EXCEL der Microsoft Corporation verarbeitet. Alle Datenbearbeitungen und Berechnungen, sowie aus den Daten resultierende Darstellungen wurden mit diesem Programm eigenständig erstellt.

5 Ergebnisse

5.1 Dammbeschädigungen

Die Versuchsergebnisse zum Thema Dammbeschädigungen zeigen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrgassenvarianten. Ein unbeeinflusster Damm besitzt eine Höhe von lockerem Boden von ca. 25 cm und in der horizontalen Ausdehnung vom Beetrand zur Beetmitte folgende Maße (vgl. Abbildung 15):

- Dammflanke außen: 10,5 cm
- Dammkrone: 35,0 cm
- Dammflanke innen: 20,0 cm

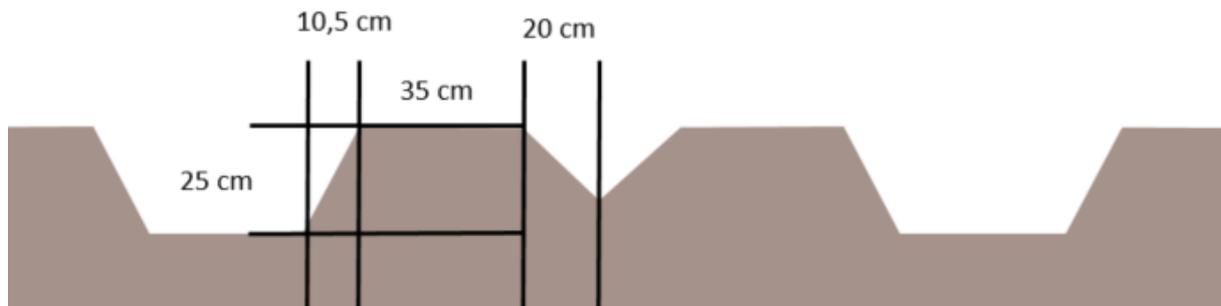


Abbildung 15: Dammmaße

Für das Fahrgassenbeet (Beet zwischen den Reifen der Landmaschine bei der Durchfahrt) selber konnten konstante Veränderungen festgestellt werden, hierbei waren die Dammkrone und die inneren Dammflanken intakt, die äußere Dammflanke war beidseitig mit einer Breite von 5 cm vorhanden.

Unterschiedliche Veränderungen konnten jedoch festgestellt werden an den Beeten die neben dem Fahrgassenbeet liegen. Hier wurden die Veränderungen nur an den Dämmen festgestellt, die zum Fahrgassenbeet gerichtet sind.

Es sind folgende durchschnittliche Veränderungen festgestellt worden⁹:

- Variante 1 ohne Zusatzraum für Fahrgasse:
 - Außenliegende Dammflanke gänzlich zerstört
 - Dammkrone beidseitig mit einer Breite von 10 cm vorhanden

⁹ Zur Veranschaulichung kann hierbei Abbildung 5, Seite 17 mit den eingezeichneten theoretischen Dammbeschädigungen dienen.

- Variante 2 mit 10 cm Zusatzraum je Seite:
 - o Außenliegende Dammflanken gänzlich zerstört
 - o Dammkrone beidseitig mit 20 cm Breite vorhanden
- Variante 3 mit 20 cm Zusatzraum je Seite:
 - o Außenliegende Dammflanken gänzlich zerstört
 - o Dammkrone beidseitig mit 30 cm Breite vorhanden
- Variante 4 mit 30 cm Zusatzraum je Seite:
 - o Außenliegende Dammflanken zu ca. 50 % zerstört
 - o Dammkrone beidseitig vollständig vorhanden
- Variante 5 mit 40 cm Zusatzraum je Seite:
 - o Dammflanken und Dammkrone unbeschadet, vollständig vorhanden

Auch bei einer weiteren Erhebung der Ergebnisse zu einem späteren Zeitpunkt waren keine weiteren Veränderungen zu erkennen. Die Ergebnisse der ersten Vermessung sind über die Saison konstant geblieben.

5.2 Auswirkungen auf die Kartoffelstaude

5.2.1 Pflanzenanzahl

Tabelle 2: Pflanzenanzahl je 4 m

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Pflanzenanzahl pro 4 m	13	15	13	14	15
	14	16	14	14	14
	12	12	13	16	13
	14	16	14	13	14
	11	14	15	14	16
	13	13	14	14	14
Mittelwert pro 4 m	12,8	14,3	13,8	14,2	14,3
Standardabweichung pro 4 m	1,2	1,6	0,8	1,0	1,0
Mittelwert pro m ²	4,0	4,4	4,3	4,4	4,4

Bei der zahlenmäßigen Bonitur der Pflanzenanzahl im Bereich einer Dammstrecke von 4 m wurden Ergebnisse von minimal 11 und maximal 16 Pflanzen festgestellt. Durch eine sechsmalige Wiederholung der Auszählung wurden Standardabweichungen von minimal 0,75 bei Fahrgassenvariante 3 und maximal 1,63 bei Fahrgassenvariante 2 festgestellt. Insgesamt

lagen die Mittelwerte in einem Wertebereich von 12,8 bis 14,3 Pflanzen pro 4 m Dammstrecke. Umgerechnet auf eine Fläche ergeben sich somit Werte von 4 bis 4,4 Pflanzen pro m². Die geringste Pflanzenanzahl wurde in Fahrgassenvariante 1 und die höchste in den Fahrgassenvarianten 2 und 5 festgestellt. Die Unterschiede belaufen sich auf unter einer halben Pflanze pro Quadratmeter. Es ist kein Trend der Werte zwischen den Varianten erkennbar, nur der Abstand von Variante 1 zu den anderen ist deutlich. (vgl. Tabelle 2)

5.2.2 Stängelanzahl pro Pflanze

Die Auszählung der Stängelanzahl von 10 Pflanzen in Reihe im Fahrgassenbereich erbrachte Mittelwtergebnisse von minimal 31 Stängel je 10 Pflanzen bei Fahrgassenvariante 1 und maximal 43 Stängel bei Fahrgassenvariante 5 hervor. Die Standardabweichungen bei den einzelnen Fahrgassenvarianten belaufen sich auf Werte zwischen 2,1 und 3,8. In der Gesamtheit betrachtet ist eine durchgehend ansteigende Stängelzahl von Fahrgassenvariante 1 mit niedrigster Stängelanzahl zu Variante 5 mit höchster Stängelanzahl festzustellen. Der größte Anstieg in der Stängelanzahl findet von Variante 3 zu 4 statt.

(vgl. Tabelle 3)

Tabelle 3: Stängelanzahl je 10 Pflanzen in Reihe

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Stängel pro 10 Pflanzen	30	33	40	47	46
	33	37	39	46	41
	29	29	39	39	45
	35	33	33	38	42
	25	36	32	42	41
	34	33	36	45	44
Mittelwert Stängel pro 10 Pflanzen	31,0	33,5	36,5	42,8	43,2
Standardabweichung pro 10 Pflanzen	3,7	2,8	3,4	3,8	2,1

5.2.3 Pflanzenneuaustrieb

Der Pflanzenneuaustrieb wurde in dieser Untersuchung auf Basis von 4 m Dammstrecke untersucht. Als Ergebnisse dieses Parameters wurden im Mittelwert minimal 1/3 Pflanzen mit Neuaustrieb auf der definierten Strecke festgestellt. Maximal gab es im Durchschnitt 12 Pflanzen mit Neuaustrieb auf derselben. Das Minimum wurde bei Fahrgassenvariante 5

festgestellt, das Maximum ist bei Variante 1 zu finden. Die Varianten 2, 3 und 4 zeigen Werte zwischen den Extremen, wobei eine konstante Abnahme des Neuaustriebs mit steigender Fahrgassenbreite (ansteigender Variantenummer) erkennbar ist. Die Standardabweichungen belaufen sich auf Werte zwischen 0,5 und 2,2 Pflanzen pro 4 m.

Eine relative Betrachtung der Ergebnisse in Verbindung mit den Werten aus Punkt 5.2.1 Pflanzenanzahl lässt prozentual von Neuaustrieb betroffene Pflanzen von 95 % in Variante 1, abnehmend mit steigender Variantenummer, bis auf 2 % in Variante 5 entstehen. Die größte Abnahme des Neuaustriebs findet sich zwischen den Varianten 3 und 4.

(vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Neuaustrieb der Pflanzen im Fahrgassenbereich

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Pflanzen mit Neuaustrieb pro 4 m	13	14	7	6	0
	14	12	11	4	1
	12	11	7	0	0
	12	12	6	2	0
	11	13	8	2	1
	11	13	9	5	0
Mittelwert Pflanzen mit Neuaustrieb pro 4 m	12,2	12,5	8,0	3,2	0,3
Standardabweichung Pflanzen mit Neuaustrieb pro 4 m	1,2	1,0	1,8	2,2	0,5
Mittelwert Pflanzenanzahl (gesamt) pro 4 m	12,8	14,3	13,8	14,2	14,3
Prozentualer Pflanzenneuaustrieb	95%	87%	58%	22%	2%

5.2.4 beschädigte Stängel

Die Erfassung der beschädigten Stängel je 25 Stängel im Auszählungsumfang erbrachte Ergebnisse von maximal 17 und minimal 1,5 beschädigte Stängel im Durchschnitt. Dieses ergibt prozentuale Werte von maximal 68 % und minimal 6 %. Der höchste Neuaustrieb ist bei Fahrgassenvariante 1 und der niedrigste bei Fahrgassenvariante 5 zu finden. Für die anderen Fahrgassenvarianten gilt, dass die Beschädigungen zunehmen bei sinkender Fahrgassenvariantenummer bzw. sinkender Fahrgassenbreite. Die Standardabweichung beträgt zwischen 4,2 und 1,5 Stängel.

(vgl. Tabelle 5)

Tabelle 5: beschädigte Stängel

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Beschädigte Stängel pro 25 Stängel	18	11	6	4	2
	20	8	12	3	0
	22	13	6	1	0
	18	11	5	5	5
	13	12	7	2	0
	11	16	11	4	2
Mittelwert Beschädigte Stängel pro 25 Stängel	17,0	11,8	7,8	3,2	1,5
Standardabweichung Beschädigte Stängel pro 25 Stängel	4,2	2,6	2,9	1,5	2,0
Prozentual beschädigte Stängel (Mittelwert)	68%	47%	31%	13%	6%

5.2.5 sonstige Auswirkungen

Im Gesamtbestand, zwischen den Fahrgassen hätten ebenfalls Veränderungen zum Beispiel in Folge der unterschiedlichen Überlappungen der Pflanzenschutztechnik durch minimal unterschiedliche Fahrgassenabständen entstehen können. Insgesamt sind dort keine Veränderungen sichtbar geworden. Weder eine große Überlappung, noch die in Variante 5 theoretisch entstandene Fehlbreite von 14 cm hatten sichtbare Auswirkungen auf den Pflanzenbestand, bzw. den Pflanzen in dem jeweiligen Bereich.

5.3 Sikkation

Aufgrund der in 4.7.3 beschriebenen Umstände wurde keine genaue Erfassung der Erfolge der klassischen Sikkation durchgeführt. Kurz vor der Ernte konnte dennoch ein Unterschied zwischen den einzelnen Fahrgassenvarianten festgestellt werden. Es war zu beobachten, dass bei den Fahrgassenvarianten 1 und 2, trotz durchgeführter alleiniger chemischer Sikkation des Bestandes mit dem Pflanzenschutzmittel „Shark“ in einer Aufwandmenge von 0,6 l/ha vereinzelte wiederergrünte Kartoffelstauden zu finden waren (vgl. Abbildung 16 rechts). Dieses war bei den Fahrgassenvarianten 3 bis 5 und in der gesamten Restfläche nicht der Fall (vgl. Abbildung 16 links).



Abbildung 16: Fahrgassenvariante 1 (rechts) und Fahrgassenvariante 5 (links)

5.4 Ertrag

Tabelle 6: Durchschnittsertrag im Fahrgassenbereich in kg je 10 m² bzw. %

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Ertrag Absolut	36,6	36,1	37,5	42,2	39,2
Standardabweichung Ertrag absolut	2,2	3,0	2,7	2,6	0,7
Ertrag unter 35 mm	3,3	3,1	2,6	2,7	2,0
Ertrag unter 35 mm prozentual	9%	9%	7%	6%	5%
Ertrag 35-55 mm	31,7	32,2	34,2	38,9	35,9
Ertrag 35-55 mm prozentual	87%	89%	91%	92%	92%
Ertrag über 55 mm	1,7	0,7	0,7	0,6	1,3
Ertrag über 55 mm prozentual	4%	2%	2%	1%	3%
Marktfähiger Ertrag	31,7	32,2	34,2	38,9	35,9
Prozentual marktfähig	87%	89%	91%	92%	92%
Standardabweichung marktfähiger Ertrag	1,4	3,3	2,5	2,2	0,9
Nicht marktfähiger Ertrag	4,9	3,9	3,3	3,3	3,3
Prozentual nicht marktfähig	13%	11%	9%	8%	8%
Standardabweichung nicht marktfähiger Ertrag	0,7	0,4	0,4	0,6	0,4

5.4.1 absoluter Ertrag

Die Ergebnisse der Ertragsauswertung im absoluten Bereich zeigen im Durchschnitt der Wiederholungen, dass der niedrigste absolute Gesamtertrag bei Fahrgassenvariante 2 auftritt,

derselbe maximalste in Variante 4. Die Varianten 1 und 2 weisen eine Differenz von unter einem Kilogramm Gesamtertrag pro 10 m² auf. Die höchsten Erträge im Bereich von unter 35 mm und über 55 mm finden sich bei Variante 1. Der niedrigste Ertrag unter 35 mm ist in Fahrgassenvariante 5 zu finden, derselbe niedrigste über 55 mm in Variante 4. In der Gesamtheit ist zu beobachten, dass mit steigender Fahrgassenbreite (steigender Variantenummer) der absolute Ertrag in der Klasse unter 35 mm tendenziell fällt, nur in Variante 4 ist dieser im Vergleich zur Variante 3 etwas erhöht. Simultan dazu fällt der Ertrag von Knollen mit Kaliber über 55 mm in gleichem Verlauf, bis in Variante 5 ein Anstieg stattfindet.

Die Standardabweichungen der absoluten Erträge belaufen sich auf Werte zwischen 0,7 bis 3 kg.

(vgl. Tabelle 6)

5.4.2 marktfähiger Ertrag

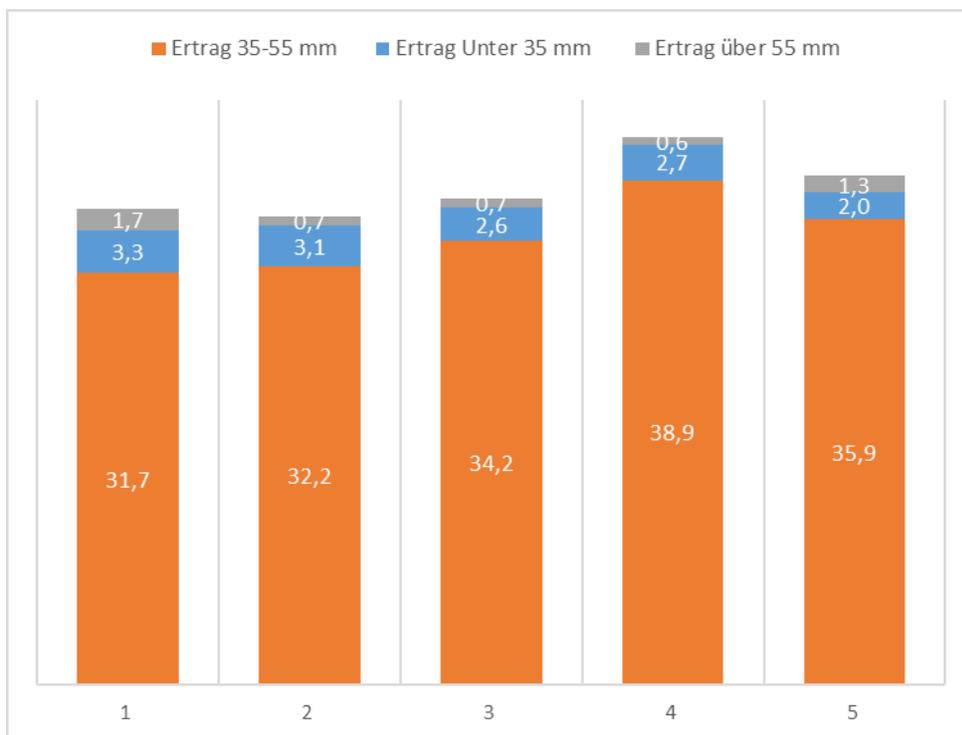


Abbildung 17: Ertrag in kg nach Kaliber und den einzelnen Fahrgassenvarianten

Betrachtet man in der Ertragserfassung die marktfähigen Erträge, die im Bereich von 35 mm bis 55 mm Kaliber liegen, so weist die Fahrgassenvariante 4 mit 38.9 kg je 10 m² bzw. im

Durchschnitt 92 % Marktfähigkeit den höchsten Wert auf. Der geringste Ertrag an marktfähiger Ware ist in Variante 1 zu finden (31,7 kg). Im Bereich der marktfähigen Anteile am Gesamtertrag weist ebenso Variante 1 den niedrigsten Anteil auf. In der Gesamtbetrachtung der marktfähigen Anteile ist zu sehen, dass diese Anteile von Fahrgassenvariante 1 bis 4 ansteigend sind und von Variante 4 zu 5 wieder abnehmen. Die Anteile der marktfähigen Ware schwankt zwischen den Varianten 3 bis 5 um unter 1 Prozentpunkt, absolut jedoch um über 4,5 kg.

(vgl. Tabelle 6 und Abbildung 17)

5.4.3 Gesamtflächenertrag

Der Ertrag innerhalb der Probeparzellen spiegelt nicht die Ertragsauswirkungen auf die Gesamtfläche wieder. Aufgrund der unterschiedlichen Fahrgassenabstände und ebenso der unterschiedlichen Breite der Probeparzellen jeder Variante musste jede Variante einzeln auf einen Gesamtflächenertrag hochgerechnet werden. Hierfür wurden die von der Vermehrungsorganisation ermittelten Flächenerträge, die regulär nicht im Fahrgassenbereich beprobt werden, übernommen. Diese Angabe von Ertragswerten zeigte einen absoluten Ertrag von 43,5 Tonnen je Hektar und einen marktfähigen Ertrag im Bereich von 35 – 55 mm von 40 Tonnen je Hektar. Verrechnete man diese Angaben unter Betrachtung der unterschiedlichen Verhältnisse von Testparzelle zu übriger Fläche (vgl. Tabelle 7), so ergaben sich Ertragsdifferenzen von ca. 900 kg zwischen bester und schlechtester Variante beim absoluten Ertrag und ca. 1200 kg beim marktfähigen Ertrag pro Hektar. Prozentual ausgedrückt stiegen die Erträge von Variante 1 (schlechteste Variante) zu Variante 4 (beste Variante) um rund 2 % beim absoluten Ertrag je Hektar und rund 3 % beim marktfähigen Ertrag je Hektar bei Betrachtung der gesamten Fläche.

(vgl. Tabelle 8)

Tabelle 7: Abstände und Anteile der Fahrgassen in m

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Fahrgassenabstand	29,34	29,54	29,74	29,94	30,14
Breite der Probeparzelle	4,89	5,09	5,29	5,49	5,69
Anteil der Probeparzelle an Fahrgassenbreite	16,7%	17,2%	17,8%	18,3%	18,9%
Anteil unbeeinflusster Bestand	83,3%	82,8%	82,2%	81,7%	81,1%

Tabelle 8: Erträge und Ertragsverhältnisse in kg je 10 m² bzw. t je ha

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Absoluter Ertrag in Testparzelle	36,63	36,05	37,48	42,2	39,18
Verhältnis zu Variante 1	100%	98%	102%	115%	107%
Absoluter Ertrag in Gesamtfläche	42,36	42,22	42,43	43,26	42,68
Verhältnis zu Variante 1	100%	100%	100%	102%	101%
Marktfähiger Ertrag in Testparzelle	31,69	32,2	34,17	38,86	35,86
Verhältnis zu Variante 1	100%	102%	108%	123%	113%
Marktfähiger Ertrag in Gesamtfläche	38,62	38,66	38,96	39,79	39,22
Verhältnis zu Variante 1	100%	100%	101%	103%	102%

5.5 Kartoffelqualität

Bei der händischen Sortierung der Erträge wurde gleichzeitig eine Qualitätsbeurteilung durchgeführt. In allen Varianten und Wiederholungen waren keine erfassbaren Qualitätsmängel sichtbar. Somit ist die Qualität über alle Fahrgassenvarianten hinweg gleich, bzw. es konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

5.6 Kluten

Kluten als eine sehr bedeutende Erntebeimengung wurden ebenfalls innerhalb den verschiedenen Fahrgassenvarianten erfasst, als Grundlage der Erfassung dient hier eine Strecke von 2 m Kartoffelschwad, bzw. 3,26 m² Beetfläche. Die Ergebnisse zeigen, dass bei Fahrgassenvarianten 4 und 5 in keiner der Wiederholungen Kluten zu finden waren. Bei Variante 1 sind mit knapp 2 kg Kluten auf 2 m Schwad die meisten Kluten zu finden. Bei Variante 2 und 3 findet jeweils eine Abnahme der Klutenmasse statt, bis auf durchschnittlich 0,4 kg bei Variante 3. Die Standartabweichungen bei den verschiedenen untersuchten Fahrgassenbreiten beläuft sich auf Werte zwischen 0,2 und 1.

(vgl. Tabelle 9)

Tabelle 9: Klutenmasse je 2 m Schwad in kg

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Klutengewicht je 2 m Schwad	2,2	0,2	0,1	0	0
	2,5	3	0,6	0	0
	1,4	0,6	0,2	0	0
	1,6	1,4	0,4	0	0
	1,8	2,1	0,5	0	0
	2,2	1,1	0,7	0	0
Mittelwert Klutengewicht je 2 m	2,0	1,4	0,4	0,0	0,0
Standardabweichung Klutengewicht je 2 m	0,4	1,0	0,2	0,0	0,0

6 Diskussion

Auswirkungen der Fahrgassenbreite auf die Kartoffelstaude

Innerhalb des Praxisversuchs konnte beobachtet werden, dass durch die Anlage von Fahrgassen Veränderungen an den Kartoffelstauden hervortraten. Festgehalten wurde bei der Bewertung des Feldbestandes im Bereich der Fahrgassen im Vergleich der beiden Extreme der untersuchten Fahrgassenbreiten, dass sich bei der breitesten Fahrgassenvariante (Variante 5) im Vergleich zur nicht vorhandenen Fahrgasse (Variante 1) folgende Veränderungen einstellen:

- Pflanzenzahl erhöhte sich um ca. 0,5 Pflanzen pro Quadratmeter
- Anteil beschädigter Stängel wurde um 62 Prozentpunkte verringert
- Pflanzenneuaustrieb wurde um 93 Prozentpunkte gesenkt
- Krautminderung erreicht bessere Ergebnisse
- Stängelanzahl wurde um 1,2 Stängel pro Pflanze gesteigert

Innerhalb der Literatur werden zu diesem Bereich zu den einzelnen Punkten sehr unterschiedliche Aussagen getroffen.

Zum Thema der erhöhten Pflanzenanzahl sind keine adaptierbaren Ergebnisse zu finden. Hier besteht allerdings die Möglichkeit, dass bei der im Praxisversuch untersuchten Variante ohne zusätzlichen Fahrgassenraum einige Stauden derartig stark durch die wiederholten Überfahrten beschädigt wurden, dass diese Pflanzen durch die starken Beschädigungen eingegangen sind. Auf Basis dieser Theorie ist das Ergebnis der geringeren Pflanzenanzahl als eine Folge des Punktes der Pflanzenbeschädigungen einzustufen.

Im Bereich der geringeren Stängel- bzw. damit einhergehend auch der geringeren Pflanzenbeschädigung durch die Verwendung von Fahrgassen ist in der Literatur ein ähnliches Ergebnis zu finden. Bei Schuhmann wird von geringeren Pflanzenbeschädigungen berichtet [24]. Auch bei Helmke wurde 1994 festgestellt, dass die Pflanzenbeschädigungen mit Fahrgassen zwar nicht komplett vermieden werden konnten, jedoch war eine Verringerung zu beobachten [4]. Aufgrund dieser Gleichheit bzw. Ähnlichkeit der Ergebnisse in dem Punkt der verringerten Beschädigung durch die Verwendung von Fahrgassen, kann davon ausgegangen werden, dass diese Ergebnisse aus dem Praxisversuch auch in weiteren Versuchen bzw. der Praxis derartig vorhanden sein werden. Über das quantitative Ausmaß der Verringerung sind

jedoch keine Vergleiche möglich. Inwieweit dieses Niveau auch in weiteren Feldbeständen zu finden sein wird, ist dadurch nicht abschätzbar.

Im Abschnitt des Pflanzenneuaustriebes lässt sich in der Literatur ebenso finden, dass bei der Anlage von Fahrgassen dieser reduzierbar ist [3]. Inwieweit die im Versuch herausgefundenen quantitativen Verringerungen zutreffend sind, ist nicht vergleichbar. Das gravierende Ergebnis der Verringerung bei Neuaustrieb und Pflanzenbeschädigung lässt ebenso die Vermutung zu, dass der Neuaustrieb zum Großteil mit den Pflanzenbeschädigungen verbunden, bzw. als Folge dieser anzusehen ist. Der verringerte Neuaustrieb an den breiteren Fahrgassen kann in Verbindung mit der Tatsache, dass Neuaustrieb potentiell die Virusgefahr erhöht (durch den verstärkten Beflug von Virusvektoren (Blattläuse) auf junges Pflanzengewebe [30]), dazu führen, dass die Kartoffeln gesünder bleiben. Im Gegensatz zu einer solchen Denkweise stünden die Ergebnisse von Hommel, bei dem an Fahrgassenrandreihen erhöhte Virusbelastung festgestellt wurde [29]. Aufgrund der nicht vorgenommenen Virustest in diesem Versuch kann hier nicht festgestellt werden, welcher Effekt überwiegt.

Bei Helmke wird zum Thema der Krautminderung, welches auf den Punkt Sikkation übertragbar ist, davon berichtet, dass im Bereich der Fahrgassen, diese deutlich schwieriger ist [4]. Dieser Punkt lässt sich im Praxisversuch in dieser Form nicht beobachten. Es fand gegenteilig dazu tendenziell eher eine schwierigere Sikkation ohne Fahrgasse statt, wohingegen die Abtötung des Bestandes im Bereich der breiteren Fahrgassen erfolgreicher war.

Ein ebenso gegensätzliches Ergebnis hat der Praxisversuch dieser Arbeit zum Thema der Stängelanzahl hervorgebracht. Unter Einbeziehung der angenommenen Ähnlichkeit im Wachstumsverhalten von Pflanzen im Fahrgassenbereich, mit denen bei größeren Reihenweiten, wurden 1981 Ergebnisse von einer verringerten Stängelanzahl bei größeren Reihenweite veröffentlicht [31]. Ein solcher Effekt wurde im Praxisversuch nicht festgestellt, hier war konträr dazu zu beobachten, dass die Stängelanzahl bei größerem Freiraum der Fahrgassen stieg. Zu diesem Punkt des Vergleiches muss aber zum einen angeführt werden, dass eine solche Vergleichbarkeit falsch sein kann, auch wenn der theoretische Abstand von zwei Reihen bei beiden Varianten erhöht wird. Zum anderen wies Schuhmann auf einem Zusammenhang mit der Erdbedeckung hin [31]. Ein solcher Zusammenhang lässt sich im Praxisversuch nicht finden, da dort die Erdbedeckung immer konstant war. Möglicherweise ist die Veränderung der Stängelanzahl pro Pflanze ebenso eine Auswirkung der Stängelbeschädigung. Eine solche Theorie wäre damit begründbar, dass bei der Fahrgassenvariante mit weniger Stängel pro Pflanze eine starke Beschädigung der

Pflanzen/Stängel das Absterben von Stängel zur Folge hatte, welche in der Bonitur im Praxisversuch nicht in die Ergebnisse aufgenommen werden konnte.

Es bleibt bei der Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus dem Versuch jedoch weiterhin zu beachten, dass sich im Gegensatz zu den Literaturangaben bzw. den Literaturversuchen das Anbausystem grundlegend unterscheidet (Standardanbau in der Literatur gegenüber Beetanbau im Praxisversuch). Weiterhin wurde in diesem Praxisversuch keine Veränderung der Reifenbreite und/oder der Spurweite zwischen den unterschiedlichen Versuchsvarianten vorgenommen. Somit sind die Literaturvergleiche allenfalls als Richtungsvergleich anzusehen, jedoch keineswegs vollkommen vergleichbar, aufgrund der unterschiedlichen Grundvoraussetzungen.

Zur Eingangsfrage nach der optimalen Fahrgassenbreite in einem solchen Anbau lässt sich zum Oberthema der Kartoffelstauden festhalten, dass eine breitere Fahrgassenraumgestaltung im Praxisversuch die erfassten Werte positiv beeinflusst hat.

Auswirkungen auf den Ertrag

Der Praxisversuch dieser Arbeit hat zusammengefasst zum Untersuchungspunkt Ertrag ergeben, dass bei Fahrgassenvariante 4 mit einem zusätzlichen Fahrgassenraum von 30 cm pro Seite sowohl der höchste absolute Ertrag, wie auch der höchste marktfähige Ertrag im Fahrgassenbereich und für die Gesamtfläche beerntet wurde. Bei der Variante 1 ohne Fahrgasse wurde hingegen der geringste marktfähige Ertrag und, mit geringem Abstand zum niedrigsten, der zweitniedrigste absolute Ertrag erreicht. Es war ebenso festzustellen, dass Variante 5 mit 40 cm Zusatzraum je Fahrgassenseite im Gegensatz zur Variante 4 einen Ertragsrückgang aufwies.

So wie es auch in der Literatur beschrieben wird [4], verursacht die Durchfahrt mit Geräten durch den Kartoffelbestand einen Ertragsrückgang, ob mit oder ohne Fahrgasse. Jedoch kann auf eine Befahrung der Bestände im Zuge eines Pflanzenbaus nach guter fachlicher Praxis nicht verzichtet werden, da eine luftgestützte Kulturpflege zurzeit nicht möglich ist.

Konträr zu den in der Literatur ausgewiesenen Effekten der Fahrgasse, kann in diesem Versuch jedoch festgestellt werden, dass eine optimale Fahrgassenbreite einen Ertragsanstieg auch für den Gesamtflächenertrag, im Gegensatz zur schmalen oder nicht vorhandenen Fahrgasse bringt. Es bleibt aber die Anmerkung, dass die Grundvoraussetzungen der Versuche in Literatur und in dieser Arbeit unterschiedlich sind und somit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse als eher gering einzustufen gilt. Ein möglicher größerer Ertragsrückgang bei kleiner Fahrgassenbreite

lässt sich aber in Verbindung mit der Beeinflussung über Schadverdichtungen im Wuchsraum und den damit einhergehenden Ertragsabfall erklären, wie dieser sowohl bei Schuhmann [24] als auch bei Nietsch [14] beschrieben wird.

Ebenso inkompatibel ist der Erklärungsversuch der Ertragsentwicklung über die Dammquerschnittsfläche. Bei Kouwenhoven und van Ouenwerker 1978 [12] wurde eine optimale Dammquerschnittsfläche von 600-700 cm² angegeben. Bezieht man diese Voraussetzung unter Anbetracht der angestrebten bzw. auch im Feld feststellbaren Dammhöhe von lockerem Boden von ca. 25 cm in der Dammmitte auf die Ergebnisse im Bereich der Dammbeschädigung, so unterschreitet man die angegebenen Flächen nur bei Variante 1 (500 cm²). Bei allen anderen Varianten sind trotz der massiven Dammbeschädigungen die Dammquerschnittsflächen zum Teil deutlich höher als in der Literatur gefordert¹⁰. Somit erreichen die Varianten 2 bis 5 alle die angegebene Dammquerschnittsfläche und es hätte danach keine Ertragsdifferenz geben sollen. Hierbei bleibt jedoch die Frage, ob die Mutterknolle den lockeren Wuchsraum in der Praxis überhaupt erreichen kann. In der Literatur scheint der Wuchsraum gleichförmig um die Mutterknolle verteilt liegen zu müssen.

Zur Problemstellung der optimalen Fahrgassenbreite sind die Ergebnisse im Bereich des Ertrages wie folgt zu werten. Der höchste Flächenertrag wie auch Marktwarenertrag wird mit der Fahrgassenvariante 4 erzielt. Bei geringerer Fahrgassenbreite sind die Erträge niedriger. Dies wäre in Bezug zur Literatur damit begründbar, dass bei kleinerem Freiraum für die Fahrgasse die Auswirkungen der Fahrgasse über die Wachstumsbeeinträchtigungen auf den Ertrag vorhanden sein müssen [3], bzw. durch Verdichtungen Ertragsverluste entstanden sind. Die Ertragsverringering in Fahrgassenvariante 5 wäre aus der Literatur heraus nur über einem entstehenden übermäßigen Flächenverlust erklärbar. [14] Jedoch bleibt auch bei diesem Punkt die Übertragbarkeit der Literaturergebnisse nicht eindeutig aufgrund der unterschiedlichen Anbausysteme.

In der Literatur wird weiterhin von einer Qualitätsverbesserung der Kartoffeln durch eine Verwendung von Fahrgassen berichtet [3]. Eine solche Entdeckung konnte im Praxisversuch nicht gemacht werden. Hier wurden zwischen keiner Fahrgassenvariante äußerliche Qualitätsunterschiede festgestellt. Hier mögen die Auswirkungen der Verwendung des

¹⁰ Die Berechnung der Dammquerschnittsflächen ergibt für Variante 2 eine Fläche von 750 cm²; Variante 3, 1000 cm²; Variante 4, 1190 cm²; Variante 5, 1250 cm².

Beetanbau mit zusätzlicher Separierung, welches Qualitäten grundsätzlich fördert [16] [20] mögliche Qualitätsunterschiede nicht zum Hervortreten bringen.

Auswirkungen auf Kluten

Als weiteren Untersuchungspunkt dieser Arbeit sind die Kluten bei den unterschiedlichen Varianten der Fahrgassen. Hierbei war festzustellen, dass in den Fahrgassenvarianten 4 und 5 keine Kluten vorhanden waren. Bei den anderen Varianten waren Kluten zu finden, je schmaler der Fahrgassenraum bzw. ohne Fahrgasse waren mehr Kluten zu finden, als bei mehr Freiraum. Diese Ergebnisse sind auch in den Literaturangaben zu finden, dass die Verwendung von Fahrgassen Kluten verringert [26]. Ergo werden Fahrgassen auch bei diesem Anbauverfahren den Verleseaufwand, der durch Kluten entsteht [13], verringern können. Zu beachten ist zum Thema Kluten weiterhin, dass durch die sehr trockene Witterung eine Klutenbildung innerhalb der Saison nur noch beschränkt stattgefunden hat, da eine hohe Bodenfeuchte nicht gegeben war, welche als Ausgangsbedingung der Klutenbildung anzusehen ist [16]. Somit wären die Unterschiede bei den Kluten möglicherweise in einem feuchteren Jahr deutlicher zu finden.

Reliabilität

Die Ergebnisse, die dieser Praxisversuch hervorgebracht hat, zeigen zum Teil gravierende Unterschiede. Auf Basis dieser zu erkennenden Unterschiede wären Aussagen über die bevorzugte Verwendung von bestimmten Fahrgassenbreiten zu treffen. Beachtet werden muss jedoch immer, dass diese Ergebnisse eines Praxisversuchs unter ungesicherten natürlichen Bedingungen entstanden sind. Die Unsicherheiten beginnen bei möglichen kleinräumigen Bodenunterschieden auf dem Versuchsfeld und der Witterung im Versuchsjahr, welche gravierenden Einfluss auf die Pflanzen und deren Wachstum haben können. Folgend sind trotz einer Versuchsdurchführung nach bestem Wissen und Gewissen Fehler und Ungenauigkeiten bei der Erfassung der Versuchsparameter möglich, woraus ebenso Verfälschungen der Versuchsergebnisse entstehen könnten. Weiterhin zeigen zum Teil hohe Standardabweichungen innerhalb der Ergebnisse, dass innerhalb der einzelnen Wiederholungen die Werte deutlich schwanken, bzw. Unterschiede innerhalb der Versuchsfläche vorhanden sind. Schlussendlich sind die getroffenen Ergebnisse nur sehr schwer mit der Literatur vergleichbar, da es exakt zu diesen im Vorfeld festgelegten Versuchsbedingungen so keine bekannten Versuchsergebnisse bzw. Vergleichsversuche gibt. Alle diese angeführten Punkte führen dazu, dass für die Reliabilität dieser Ergebnisse immer beachtet werden muss, unter welchen Bedingungen diese gewonnen wurden. Um eine solche Thematik tiefergehend zu

sichern ist es unabdingbar weitere Versuche anzufertigen, die andere Umweltzustände und einen höheren Probenumfang abdecken. Trotzdem sollte es aus der Unterschiedlichkeit, die über die einzelnen Parameter hinweg gegeben ist, möglich sein, Tendenzen und Empfehlungen abzuleiten.

Praxisumsetzung

So wie es auch in der Literatur bereits für den Standardkartoffelanbau beschrieben wird, ist nach den Ergebnissen dieses Versuches die Anlage von Fahrgassen sinnvoll. Die optimale Breite der Fahrgassengestaltung zeigt bei dem Themenblock der Auswirkungen auf die Kartoffelstaude den Trend, dass je mehr Platz für die Durchfahrt mit Landmaschinen gelassen wird, desto weniger schadhafte Beschädigungen entstehen an den Kartoffelstauden. Beim Thema des Ertrages der Kartoffeln im Fahrgassenbereich zeigt sich jedoch, dass zu große Fahrgassenbreiten wieder einen Ertragsrückgang bewirken, wodurch eine optimale Mittellösung gefunden werden muss. Unter diesen Voraussetzungen des Versuches wäre diese bei +30 cm je Seite gegeben. Auch im Bereich der Kluten hat nach dieser Praxisuntersuchung eine solche Breite mit die besten Vorzüge.

Zu prüfen bleibt wahrscheinlich immer inwieweit die in der Praxis verwendeten Spurweiten und Reifenbreiten die Fahrgassen verändern und welche Anpassungen dahingehend vorzunehmen sind, denn ein Zusammenhang ist, wie in Ratgebern für Standardverfahren getroffen [23], auch bei diesem Spezialanbauverfahren zu erwarten. Weiterhin muss für eine Beurteilung des Gesamtzusammenhanges auch der Arbeitsaufwand zur Anlage der Fahrgassen gesehen werden. Dieser Mehraufwand ist bedingt durch die Unikatlösungen und die verschlechterte Spurführung nicht zu vernachlässigen. Zusätzlich zu den hier beschriebenen Auswirkungen und Folgen der Fahrgassen müssten weitere Punkte näher betrachtet werden, um eine umfängliche Einschätzung zu Fahrgassen beim separierten Beetanbau zu erhalten. Bei Hommel wurden unter anderem höhere Virusbelastungen bei der Verwendung von Fahrgassen im Standardanbau festgestellt [29]. Eine Untersuchung desbezüglich wäre eine interessante und sinnvolle mögliche Fortsetzung dieses vorgenommenen Praxisversuchs.

Zusätzlich könnten Untersuchungen zu Kosten und Nutzen der Fahrgassen bei verschiedenen Bereifungsvarianten folgen, um ebenso Aussagen treffen zu können, wie sich ein Anbau mit Fahrgassen und breiten Rädern in Verhältnis zur Verwendung von Pflegebereifung, wenn dies in der Betriebsstruktur möglich ist, verhält.

7 Schlussfolgerung

Schlussfolgernd aus dieser Untersuchung sind folgende Punkte festzuhalten:

- Durch die Anlage von Fahrgassen lassen sich Pflanzenbeschädigungen und damit einhergehender Neuaustrieb der Kartoffelpflanzen drastisch reduzieren. Gleichzeitig steigt bei Verwendung passender Fahrgassen tendenziell die Pflanzenanzahl pro Quadratmeter und Stängelanzahl pro Pflanze leicht. Begründet ist dieses mit dem größeren Abstand der Pflanzen zum Fahrraum der Räder und damit verminderten Schadauswirkungen dieser gegenüber den Pflanzen.
- Mit Verwendung von Fahrgassen lassen sich im separierten Beetanbau Erträge im Fahrgassenbereich erhöhen und Größensortierungen der Kartoffeln optimieren. Bei zu breiter Fahrgassengestaltung sind Ertragsrückgänge aufgrund von Flächenverlust zu beobachten. Für jede Bereifungsvariante sind die passenden Fahrgassenmaße herauszufinden, um das wirtschaftlichste Fahrgassenmaß zu finden.
- Mit der Anlage von Fahrgassen im passenden Maß sind Erntebeimengungen in Form von Kluten deutlich reduzierbar, bzw. gänzlich vermeidbar. Einhergehend damit können Fahrgassen so den Verleseaufwand bei der Ernte deutlich reduzieren und so zur Personaleinsparung führen.
- Für das im Versuch verwendete Spur- und Reifenmaß ist ein zusätzlicher Fahrgassenraum von 30 cm je Seite optimal. Bei weniger Fahrgassenraum steigt die Pflanzenbeschädigungen und der Klutenbesatz und der Ertrag sinkt. Bei größerem Fahrgassenmaß verringert sich der Ertrag, es findet keine Verringerung der Klutenbeimengungen statt und die Pflanzenauswirkungen sind nicht gravierend verbessert.
- Die Verwendung von Fahrgassen ergibt nach dieser Untersuchung ein Vorteil in vielerlei Punkten, auch wenn der Arbeitsaufwand bei der Anlage ebenso ins Gewicht fällt.

8 Zusammenfassung

Mit Hilfe eines Feldversuches wurde erprobt, welche Auswirkungen die Anlage von Fahrgassen und unterschiedliche Arten von Fahrgassen innerhalb des Kartoffelanbaus in separierten Beet haben und welches Fahrgassenbreitenmaß optimale Ergebnisse erzielt. Unterschiedliche Fahrgassenarten wurden damit erzeugt, dass ein zusätzlicher Freiraum in unterschiedlicher Breite zwischen zwei Beeten angelegt wurde, der später als Fahrgasse diente. Alle untersuchten Varianten wurden mit derselben im Vorfeld definierten Technik befahren.

Als Untersuchungsgegenstand wurden verschiedene Parameter bonitiert. Im Bereich der Auswirkungen auf die Kartoffelstaude wurden Pflanzenbeschädigungen und der Pflanzenneuaustrieb, sowie die Pflanzen- und Stängelanzahl definiert auf eine Grundgesamtheit ausgezählt. Ebenso wurde eine manuelle Ernte der betroffenen Flächen in Hinblick auf absoluten und marktfähigen Ertrages je Fläche durchgeführt. Außerdem wurde bei der maschinellen Ernte der Fahrgassenvarianten eine gravimetrische Erfassung der Erntebeimengungen in Form von Kluten vorgenommen.

Als Ergebnisse wurden bei diesem Versuch unter dem angegebenen Anbauverfahren herausgefunden, dass die Anlage von Fahrgassen grundsätzlich positive Auswirkungen hatte. Der Pflanzenneuaustrieb und die Beschädigungen an den Pflanzen konnte bei breiter Fahrgassengestaltung gegenüber keiner Fahrgasse drastisch reduziert werden. Gleichzeitig stiegen die Stängelzahl je Pflanze und die Pflanzenanzahl je Fläche leicht. Bei der Ertragsbonitur wurde ebenso herausgefunden, dass zu geringe Breite bzw. gar keine Fahrgassen genauso wie zu breite Fahrgassen einen Ertragsrückgang im Fahrgassenbereich zur Folge hatten. Analog dazu waren die marktfähigen Anteile des Ertrages ohne und bei zur breiter Fahrgasse herabgesetzt. Im Bereich der Erntebeimengungen hatte die Anlage von breiten Fahrgassen gegenüber keiner Fahrgasse eine Verringerung bzw. gänzlichen Verhinderung der Klutenbeimengungen als Ergebnis.

Für die vorgegebene Landtechnik im Versuch hatte eine Fahrgassenbreite von 30 cm Zusatzraum je Seite des Fahrgassenbeetes optimale Ergebnisse zur Folge. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei unterschiedlichen Bereifungen unterschiedliche Fahrgassenbreiten zu bevorzugen sind.

9 Abstract

With the help of a field test, the effects of creating tramlines and different types of tramlines under condition of a potato cultivation in separated beds were tested and which tramline width dimension achieves the most optimal results. Different types of tramlines were generated by creating an additional space of different width between two beds, which later served as a tramline. All investigated variants were driven over using the same predefined technique.

Various parameters were scored. In the area of the effects on the potato bush, plant damage, new plant sprouting and the number of plants and stems defined on a population were counted. Likewise, a manual harvest of the affected areas was conducted in terms of absolute and marketable yield per area. In addition, a gravimetric recording of the yield impurities in the form of clods was carried out during the mechanical harvesting of the tramline variants.

The results of this trial under the specified cultivation method were that the establishment of tramlines had fundamentally positive effects. New plant sprouting and damage to the plants were drastically reduced with a wide tramline design compared to no tramline. At the same time, the number of stems per plant and the number of plants per area increased slightly. In the yield evaluation, it was also found that too narrow or no tramlines at all, as well as tramlines that were too wide, resulted in a drop in yield. In addition, the marketable shares of the yield without and with too wide tramlines were reduced. In the case of yield impurities, the creation of wide tramlines as opposed to no tramlines resulted in a reduction or complete prevention of clods.

For the specified agricultural technology in the trial, a tramline width of 30 cm additional space on each side of the tramline bed produced optimal results. It can be assumed that different tires make different tramline widths optimal.

Literaturverzeichnis

[1]

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Die Kartoffel – lang oder rund und rundum gesund, Web-Artikel, <https://www.lfl.bayern.de/iem/obst-gemuese/087927/index.php> (17.11.2022)

[2]

Information.medien.agrar e.V.: Sachinformationen: Die Kartoffel, Broschüre, Zugriff online über: https://ima-shop.de/mediafiles/PDF/103-102_si_kartoffel.pdf (01.04.2023)

[3]

Auswertung und Informationsdienst für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (aid) e.V.: Qualitätskartoffeln Erzeugen-Beschädigungen Vermeiden, Broschüre, ISBN: 3-89661-907-1

[4]

F. Helmke, R. Peters, H.-J. Koch: Fahrgassen in Kartoffeln, in Kartoffelbau 45. Jg. 1994, Seite 375ff.

[5]

K. Köller und O. Hensel (Hg): Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion, Aufsatzsammlung, ISBN: 976-3-8252-5198-7, 2019, Seiten 72f., 243ff.

[6]

Auswertung und Informationsdienst für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (aid) e.V.: Kartoffeln und Kartoffelerzeugnisse, ISBN 978-3-8308-1195-4, 2015

[7]

Bundessortenamt: Beschreibende Sortenliste Kartoffel 2022, Zugriff über https://www.bundessortenamt.de/bsa/media/Files/BSL/bsl_kartoffel_2022.pdf (01.04.2023)

[9]

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Pro-Kopf-Konsum von Kartoffeln in Deutschland in den Jahren 1950/51 bis 2020/21, in Statista, Zugriff über <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/175422/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-kartoffeln-in-deutschland/> (01.04.2023)

[8]

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Bericht zur Markt und Versorgungslage Kartoffeln: Zugriff über <https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/Kartoffeln/2022BerichtKartoffeln.pdf> (01.04.2023)

[10]

Statistisches Bundesamt: Hackfrüchte, Onlineeintrag, Zugriff über <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Glossar/hackfruechte.html> (01.04.2023)

[11]

R. Thaer und H.-G. Claus: Untersuchungen zur Reihenabstand im Kartoffelbau III. Sammelernte, in *Europ. Potato J.*, Vol. 7, 1964, No. 1, p 13ff.

[12]

J.K. Kouwenhoven und C. van Ouwerkerk: Optimum row spacing for potatoes, in *Potato Res.* 21 (1978) p. 195ff.

[13]

N. Lütke Entrup und J. Oehmichen: Lehrbuch des Pflanzenbaues, Band 2 Kulturpflanzen, Lehrbuch, ISBN: 3-7862-0117X, 2011, Seiten 120f.

[14]

A. Nitsch: Praxishandbuch Kartoffelbau, Handbuch, ISBN: 978-3-86263-158-2, 2020, Seite 176f.

[15]

H. C. Green: Row Width and interrow cultivation of potatoes, in Eur. Potato J., Vol. 5 (1962) No 1, p. 57ff.

[16]

E. R. Keller, H. Hanus, K. U. Heyland: Handbuch des Pflanzenbaues Band 3, Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen, Fachbuch, ISBN: 3-8001-3202-8, Seiten 28ff, 53ff, 73f, 126ff, 208f

[17]

E. R. Keller, H. Hanus, K. U. Heyland: Handbuch des Pflanzenbaues Band 1, Grundlagen der Landwirtschaftlichen Produktion, Fachbuch, ISBN 3-8001-3097-1, Seite 304

[18]

A. Bouman: „Reihenabstand 75 oder 90 cm?“ in Kartoffelbau 49 (1998) 4, S. 130-133, Zugriff über: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Abschlussbericht Möglichkeiten der Qualitätssicherung im Kartoffelbau durch moderne Dammbearbeitungsmaßnahmen, 2000

[19]

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Abschlussbericht Möglichkeiten der Qualitätssicherung im Kartoffelbau durch moderne Dammbearbeitungsmaßnahmen, 2000

[20]

Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG: Formen, separieren, legen im Dammanbauverfahren, Informationsbroschüre

[21]

M. Rüttimann und L. Stricker: Erfahrungen mit der Bodensepariertechnik im Kartoffelbau, in Agrarforschung 5 (10) 1998, Seiten 148ff.

[22]

ATB/Klas Verband: Wege zur Verbesserung der Kartoffelqualität durch Verminderung der mechanischen Beanspruchung, ISBN 3-86037-157-6, 2001, Seite 20f

[23]

N. Uppenkamp und R. Lenge: Zu jeder Arbeitsbreite die passende Spur, in Top Agrar 4/2000 S 104ff

[24]

P. Schuhmann: Warenkunde Kartoffel: Züchtung, Vermehrung, Anbau, Lagerung, Vermarktung, Verarbeitung, ISBN 978-3-86263-147-6, 2020, Seite 172ff

[25]

K. v. Loon und H. Hemmink: Kartoffelsignale: Praxisleitfaden für einen erfolgreichen Kartoffelbau, ISBN 978-3-7843-5253-4, 2013, Seite 36

[26]

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Gesunde Kartoffeln-Hinweise zur Erzeugung von Qualitätskartoffeln, 2003, Seite 10ff

[27]

M. Dreißig, H. Pfeffer, G. Tradel: Anforderungen an Spurweiten von Fahrzeugen und deren Realisierungsmöglichkeiten, in agrartechnik, Berlin 38 (1988) 2, Seite 79

[28]

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL): Lagerung von Kartoffeln, Fachartikel 2013

[29]

G. Hommel: Fahrgassen im Kartoffelanbau Auswirkungen auf Virusinfektionen (PVY und PVS), in Kartoffelbau 48 Jg. (7) 1997, Seite 260ff

[30]

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft: Wie vermeidet man Virusbefall im Pflanzkartoffelanbau? Onlineeintrag, Zugriff online unter: [https://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte/024027/index.php#:.](https://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte/024027/index.php#:) (01.04.2023)

[31]

P. Schuhmann: Stand und Probleme der Anbauverfahren bei Kartoffeln unter besonderer Berücksichtigung der Reihenweite, Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin (1981) 194, S. 3-13; Zugriff über: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt: Abschlussbericht Möglichkeiten der Qualitätssicherung im Kartoffelbau durch moderne Dammbearbeitungsmaßnahmen, 2000

[32]

Reichsbodenschätzung nach dem Bodenschätzungsgesetz von 1934: Zugriff über <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?TH=593#>

[33]

Meteostat: Wetterdaten für Bremervörde, Stationskennung D0704; Zugriff über <https://meteostat.net/de/station/D0704?>

Anhang

Protokoll I

zum Praxisversuch Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim Kartoffelanbau im separierten Beet

Inhalt: Dammbeschädigungen

Bearbeiter: Jannik Fitschen

Datum: 22. Mai 2022, 5. Juli 2022

Untersuchungsgegenstand:

Als Grundlage dieses Protokolls wurden die Daten/Ergebnisse zur Dammbeschädigung innerhalb der fünf Fahrgassenvarianten aufgenommen und mittels diesem festgehalten. Die Vermessung der Dämme erfolgte horizontal und die Dämme wurden zur näheren Beschreibung in Dammflanke außen (Beetrand), Dammkronen und Dammflanke innen (Beetmitte) untergliedert.

Ergebnisdaten:

Tabelle Anhang 1: Ergebnisdaten Protokoll I

Fahrgassenvariante	Wiederholung	Breite Flanke innen	Breite Krone	Breite Flanke außen
1	1	20 cm	10 cm	0 cm
	2	20 cm	15 cm	0 cm
	3	20 cm	5 cm	0 cm
	4	20 cm	0 cm	0 cm
	5	20 cm	20 cm	0 cm
	6	20 cm	10 cm	0 cm
2	1	20 cm	20 cm	0 cm
	2	20 cm	20 cm	0 cm
	3	20 cm	15 cm	0 cm

	4	20 cm	25 cm	0 cm
	5	20 cm	20 cm	0 cm
	6	20 cm	20 cm	0 cm
3	1	20 cm	25 cm	0 cm
	2	20 cm	35 cm	0 cm
	3	20 cm	30 cm	0 cm
	4	20 cm	30 cm	0 cm
	5	20 cm	30 cm	0 cm
	6	20 cm	30 cm	0 cm
4	1	20 cm	35 cm	0 cm
	2	20 cm	35 cm	10 cm
	3	20 cm	35 cm	5 cm
	4	20 cm	35 cm	5 cm
	5	20 cm	35 cm	5 cm
	6	20 cm	35 cm	5 cm
5	1	20 cm	35 cm	10,5 cm
	2	20 cm	35 cm	10,5 cm
	3	20 cm	35 cm	10,5 cm
	4	20 cm	35 cm	10,5 cm
	5	20 cm	35 cm	10,5 cm
	6	20 cm	35 cm	10,5 cm

Sonstige Anmerkungen:

Für Fahrgassenvariante 1 kann als Durchschnitt angenommen werden:

- Flanke innen: 20 cm
- Krone: 10 cm
- Flanke außen: 0 cm

Für Fahrgassenvariante 2 kann als Durchschnitt angenommen werden:

- Flanke innen: 20 cm
- Krone: 20 cm
- Flanke außen: 0 cm

Für Fahrgassenvariante 3 kann als Durchschnitt angenommen werden:

- Flanke innen: 20 cm
- Krone: 30 cm
- Flanke außen: 0 cm

Für Fahrgassenvariante 4 kann als Durchschnitt angenommen werden:

- Flanke innen: 20 cm
- Krone: 35 cm
- Flanke außen: 5 cm

Für Fahrgassenvariante 5 kann als Durchschnitt angenommen werden:

- Flanke innen: 20 cm
- Krone: 35 cm
- Flanke außen: 10,5 cm

Abbildungen zum Gegenstand des Protokolls:



Abbildung Anhang 1: horizontale Dammvermessung Fahrgassenvariante 1



Abbildung Anhang 2: horizontale Dammvermessung Fahrgassenvariante 2



Abbildung Anhang 3: Dammbeschädigung durch Fahrspuren

Protokoll II

zum Praxisversuch Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim Kartoffelanbau im separierten Beet

Inhalt: Pflanzenbeschädigungen

Bearbeiter: Jannik Fitschen

Datum: 06. August 2022

Untersuchungsgegenstand:

Als Grundlage dieses Protokolls wurden die Daten/Ergebnisse zur Pflanzenbeschädigung innerhalb der fünf Fahrgassenvarianten aufgenommen und mittels diesem festgehalten. Als einzelne Unterpunkte dieses Protokolls werden Pflanzenanzahl, Pflanzen mit Neuaustrieb, Stängelanzahl und beschädigte Stängel erfasst

Ergebnisdaten:

Tabelle Anhang 2: Ergebnisdaten Protokoll 2

Fahrgassenvariante	Wiederholung	Pflanzen pro 4 m	Pflanzen mit Neuaustrieb pro 4 m	Stängel pro 10 Pflanzen	Beschädigte Stängel pro 25 Stängel
1	1	13	13	30	18
	2	14	14	33	20
	3	12	12	29	22
	4	14	12	35	18
	5	11	11	25	13
	6	13	11	34	11
2	1	15	14	33	11
	2	16	12	37	8
	3	12	11	29	13
	4	16	12	33	11
	5	14	13	36	12
	6	13	13	33	16

3	1	13	7	40	6
	2	14	11	39	12
	3	13	7	39	6
	4	14	6	33	5
	5	15	8	32	7
	6	14	9	36	11
4	1	14	6	47	4
	2	14	4	46	3
	3	16	0	39	1
	4	13	2	38	5
	5	14	2	42	2
	6	14	5	45	4
5	1	15	0	46	2
	2	14	1	41	0
	3	13	0	45	0
	4	14	0	42	5
	5	16	1	41	0
	6	14	0	44	2

Abbildungen zum Gegenstand des Protokolls:



Abbildung Anhang 4: Pflanzenneuaustrieb nach Beschädigung



Abbildung Anhang 5: durch Fahrspur beeinflusste Pflanzen



Abbildung Anhang 6: beschädigte Stängel und Neuaustrieb an Fahrgasse

Protokoll III

zum Praxisversuch Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim Kartoffelanbau im separierten Beet

Inhalt: Ertrag

Bearbeiter: Jannik Fitschen

Datum: 27. und 28. August 2022

Untersuchungsgegenstand:

Als Grundlage dieses Protokolls wurden die Daten/Ergebnisse zum Ertrag in kg innerhalb der fünf Fahrgassenvarianten aufgenommen und mittels diesem festgehalten. Der Gesamtertrag wurde mittels Quadratsiebe nach Größen sortiert und mit einer geeichten Waage verwogen. Das Gewichtsergebnis der Fraktion 35-55 mm entstammt der Subtraktion der verbleibenden Fraktionen vom Gesamtertrag.

Ergebnisdaten:

Tabelle Anhang 3: Ergebnisdaten Protokoll 3

Fahrgassenvariante	Wiederholungen	Ertrag Absolut pro 10 m ²	Ertrag Unter 35 mm	35-55 mm	über 55 mm
1	1	36,7	3,3	31,76	1,64
	2	34	3,9	29,95	0,15
	3	39,3	2,7	33,45	3,15
	4	36,5	3,2	31,6	1,7
2	1	40	2,8	36,4	0,8
	2	32,8	3,75	28,45	0,6
	3	35,2	2,8	31,65	0,75
	4	36,2	3,2	32,3	0,7
3	1	38,8	2,5	35,85	0,45
	2	39,9	2,13	36,07	1,7
	3	33,7	3,1	30,6	0
	4	37,5	2,7	34,15	0,65

4	1	38,8	2,9	35,9	0
	2	45,1	2,85	40,9	1,35
	3	43	2,5	40,03	0,47
	4	41,9	2,6	38,6	0,7
6	1	38,4	2	35,4	1
	2	40,1	2,55	37,22	0,33
	3	39,3	1,7	35,6	2
	4	38,9	1,9	35,2	1,8

Abbildungen zum Gegenstand des Protokolls:



Abbildung Anhang 7: beerntete Testfläche in Fahrgasse



Abbildung Anhang 8: Testflächenabgrenzung durch Markierungsstangen



Abbildung Anhang 10: verpackte Proben nach Beerntung



Abbildung Anhang 9: Kalibrierungs- und Verwägungsaufbau

Protokoll IV

zum Praxisversuch Auswirkungen verschiedener Fahrgassenvarianten beim Kartoffelanbau im separierten Beet

Inhalt: Kluten

Bearbeiter: Jannik Fitschen

Datum: 14. September 2022

Untersuchungsgegenstand:

Als Grundlage dieses Protokolls wurden die Daten/Ergebnisse zu den Kluten als Erntebeimengung innerhalb der fünf Fahrgassenvarianten aufgenommen und mittels diesem festgehalten. Die Klutenbeimengungen wurden in kg je 2 m Schwad ermittelt.

Ergebnisdaten:

Tabelle Anhang 4: Ergebnisdaten Protokoll 4

Fahrgassenvariante	Wiederholung	Klutengewicht je 2 m Schwad
1	1	2,2
	2	2,5
	3	1,4
	4	1,6
	5	1,8
	6	2,2
2	1	0,2
	2	3
	3	0,6
	4	1,4
	5	2,1
	6	1,1
3	1	0,1
	2	0,6

	3	0,2
	4	0,4
	5	0,5
	6	0,7
4	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
5	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0

Abbildungen zum Gegenstand des Protokolls:



Abbildung Anhang 11: Kluten im Kartoffelschwad I



Abbildung Anhang 12: Kluten im Kartoffelschwad II

Tabelle Anhang 5: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Pflanzenanzahl je 4 m Kartoffeldamm

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum	11	12	13	13	13
Maximum	14	16	15	16	16
Mittelwert	12,83	14,33	13,83	14,17	14,33
Standardabweichung	1,17	1,63	0,75	0,98	1,03

Tabelle Anhang 6: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Stängelanzahl je 10 Pflanzen

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum	25	29	32	38	41
Maximum	35	37	40	47	46
Mittelwert	31,00	33,50	36,50	42,83	43,17
Standardabweichung	3,74	2,81	3,39	3,76	2,14

Tabelle Anhang 7: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung des Neuaustriebes pro 4 m Damm

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum	11	11	6	0	0
Maximum	14	14	11	6	1
Mittelwert	12,17	12,50	8,00	3,17	0,33
Standardabweichung	1,17	1,05	1,79	2,23	0,52

Tabelle Anhang 8: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der beschädigten Stängel pro 25 Stängel

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum	11	8	5	1	0
Maximum	22	16	12	5	5
Mittelwert	17,00	11,83	7,83	3,17	1,50
Standardabweichung	4,20	2,64	2,93	1,47	1,97

Tabelle Anhang 9: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung des Ertrages in kg

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum gesamt	34	32,8	33,7	38,8	38,4
Maximum gesamt	39,3	40	39,9	45,1	40,1
Mittelwert gesamt	36,63	36,05	37,48	42,20	39,18
Standardabweichung gesamt	2,17	2,99	2,70	2,63	0,72
Minimum <35 mm	2,7	2,8	2,13	2,5	1,7
Maximum <35 mm	3,9	3,75	3,1	2,9	2,55
Mittelwert <35 mm	3,28	3,14	2,61	2,71	2,04
Standardabweichung <35 mm	0,49	0,45	0,40	0,19	0,36
Minimum 35-55 mm	29,95	28,45	30,6	35,9	35,2
Maximum 35-55 mm	33,45	36,4	36,07	40,9	37,22
Mittelwert 35-55 mm	31,69	32,20	34,17	38,86	35,86
Standardabweichung 35-55 mm	1,43	3,27	2,53	2,19	0,92
Minimum >55 mm	0,15	0,6	0	0	0,33
Maximum >55 mm	3,15	0,8	1,7	1,35	2
Mittelwert >55 mm	1,66	0,71	0,70	0,63	1,28
Standardabweichung >55 mm	1,23	0,09	0,72	0,56	0,77

Tabelle Anhang 10: Minimum, Maximum, Durchschnitt, Standardabweichung der Klutenmasse in kg je 2 m Schwad

Fahrgassenvariante	1	2	3	4	5
Minimum	1,4	0,2	0,1	0	0
Maximum	2,5	3	0,7	0	0
Mittelwert	1,95	1,40	0,42	0,00	0,00
Standardabweichung	0,42	1,02	0,23	0,00	0,00

Erklärungen

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Bernburg, den 09.03.2023

.....

Jannik Fitschen