



HOCHSCHULE
NEUBRANDENBURG
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachbereich Agrarwirtschaft

Prof. Dr. Silvia Bachmann-Pfabe
Dipl.-Ing. agr. Bernd Schulze

Bachelorarbeit

**Entwicklung der Wintergerste in Abhängigkeit der Düngung und der
Vorfrucht im ökologischen Landbau**

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2023-0665-2

von

Pitt Westendorff

Warthe

04.03.2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis	7
1. Einleitung	8
1.1. Problemstellung	8
1.2. Zielsetzung.....	9
2. Stand des Wissens	10
2.1 Der Gerstenstandort	10
2.2 Vorfruchtwirkungen und Fruchtfolge	11
2.3 Leguminosen im Ökolandbau	13
2.4 Düngewirkung von Festmist.....	16
3. Material und Methoden	18
3.1 Standortvorstellung	18
3.1.1 Klimatischer Standort.....	20
3.1.2 Witterungsverlauf während der Wachstumsperiode	21
3.1.3 Versuchsvorstellung.....	22
3.2 Beobachtungen während des Versuchs.....	26
3.2.1 Bodenprofil.....	26
3.2.2 Berechnungen zur Stickstoffzufuhr.....	27
4. Ergebnisse	29
4.1 Festmistuntersuchung	29
4.2 Düngung des Versuchs (rechnerische Darstellung).....	30
4.3 Bodenuntersuchung	34
4.4 Ergebnisse der allgemeinen Bestandsentwicklung	36
4.5 Ernte der Boniturstadien.....	41
4.6 Ergebnisse der Beobachtung mit der Canapeo-App und dem N-Pen	45
5. Diskussion.....	48
5.1 Hat die Vorfrucht Ackergras Vorteile für die Wintergerste gebracht?.....	48
5.2 Hat Festmist eine positive Wirkung gebracht?	53
5.3 Fehlerbetrachtung	54
5.3.1 Versuchsanlage und -durchführung.....	54
5.3.2 Datenerhebung und Auswertung der Daten	55

6. Zusammenfassung	56
7. Literaturverzeichnis	58
8. Rechtsquellen	62
9. Anhang.....	63
10. Eidesstattliche Erklärung	68

Abkürzungsverzeichnis

A	Oberbodenhorizont
Ap	durch Bodenbearbeitung beeinflusster Teil des A-Horizonts
B	Unterbodenhorizont
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundes-Sortenamt und Chemische Industrie
bzw.	beziehungsweise
CaO	Calciumoxid
cm	Zentimeter
dt	Dezitonne
DüV	Düngeverordnung
EW	Erntewurzelrückstand
FM	Frischmasse
°C	Grad Celsius
ha	Hektar
kg	Kilogramm
K ₂ O	Kaliumoxid
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
m	Meter
MgO	Magnesiumoxid
n	Anzahl der Wiederholungen
N	Stickstoff
NH ₄ -N	Ammonium
N _{min}	pflanzenverfügbare mineralischer Stickstoff
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid

s	Standartabweichung
t	Tonnen
V1	ungedüngte Versuchsfläche
V2	gedüngte Versuchsfläche
VKg	Vorfrucht Klee gras
VSw	Vorfrucht Sommerweizen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 pH-Wertanforderungen von verschiedenen Leguminosen (Kolbe, et al., 2006)	14
Abbildung 2 Wetterdaten Standort Warthe (Bartelt, 2021)	20
Abbildung 3 Wetterdaten während der Wachstumsperiode (eigene Aufzeichnungen)	21
Abbildung 4 Variantenverteilung und Boniturspunkte auf dem Versuchsfeld VKg (Google, n.d)	23
Abbildung 5 Variantenverteilung und Boniturspunkte auf dem Versuchsfeld VSw (Google, n.d.)	23
Abbildung 6 Bestandshöhe und Furchentiefe (eigene Aufnahme)	24
Abbildung 7 Bodenprofil (S4D 24/24) mit klar abgrenzbaren Horizonten (eigene Aufnahme)	26
Abbildung 8 Ermittlung des Ertrages (Riehl, 2001)	27
Abbildung 9 Zusammenhang zwischen den N-Gehalten und den C/N-Verhältnissen der organischen Materialien der Fruchtarten und organischen Düngemitteln im Ökolandbau (Kolbe et al., 2022)	28
Abbildung 10 Gegenüberstellung von Düngung in kg/ha zum Trockenmasseertrag in kg/ha	33
Abbildung 11 grafischer Vergleich der Bodenuntersuchungsergebnisse, Bodenprobentnahme vom 23.05.2023	35
Abbildung 12 Parzelle VSw am 04.12.2022 (eigene Aufnahme)	37
Abbildung 13 Parzelle VKg am 04.12.2022 (eigene Aufnahme)	37
Abbildung 14 unterschiedliche Bestandsentwicklung auf dem Versuchsfeld VKg (eigene Aufnahme 23.05.2023)	40
Abbildung 15 Versuchsfeld VSw weitestgehend homogener Pflanzenbestand mit auffälligem Randstreifen (eigene Aufnahme 23.05.2023)	40
Abbildung 16 Erntebereich Versuchsfeld VKg mit starkem Beikrautbewuchs am 23.05.2023 (eigene Abbildung)	42
Abbildung 17 Erntebereich Versuchsfeld VSw mit geringem Beikrautbewuchs am 23.05.2023 (eigene Abbildung)	42
Abbildung 18 Vergleich der gemessenen Stickstoffgehalte bei den unterschiedlichen Versuchsfeldern sowie Versuchsvarianten	46
Abbildung 19 Stickstoffgehalte im zeitlichen Verlauf auf dem Feld VSw	47
Abbildung 20 Stickstoffgehalte im zeitlichen Verlauf auf dem Feld VKg	47
Abbildung 21 Schematischer Verlauf der N-Immobilisierung und der N-Remineralisierung in der Abhängigkeit des C/N-Verhältnisses (Boxberger, et al., 2020, S. 78)	52
Abbildung 22 Kornblumen in Blüte auf dem Versuchsfeld VKg am 13.06.2023	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Nährstoffentzüge von Gerste (nach Berendonk, et al., 2011, S. 385, verändert).....	10
Tabelle 2 Vergleich der Versuchsflächen	19
Tabelle 3 Vergleich betriebseigener Festmist und Werte aus verschiedenen Quellen (Landwirtschaft, 2020) und (LfL, 2023)	29
Tabelle 4 Vergleich der Bodenuntersuchungsergebnisse, Bodenprobentnahme von 21.09.2022	34
Tabelle 5 Vergleich der Boniturergebnisse zu den jeweiligen Boniturzeitpunkten	39
Tabelle 6 Erntegewichte der oberirdischen Pflanzenmasse von beiden Versuchsfeldern als Frisch- und Trockenmasse, Erntetermin 23.05.2023 (n=x stellt die Anzahl der erhobenen Werte dar)	43
Tabelle 7 Tabellarische Gegenüberstellung der ährentragenden Halme auf einem Meter, ausgezählt am 23.05.2023	44

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Aktuell steigen die Produktionskosten für landwirtschaftliche Erzeugnisse. Preise und Kosten sind zu einer Herausforderung geworden. Dies sollte nicht zur Folge haben, dass die fachgerechte und umweltschonende Landbewirtschaftung darunter leidet. Zu den Veränderungen am Markt haben sich auch die Klimabedingungen spürbar verändert. An diesen Wandel muss sich ein Landwirt mit seiner Produktion stetig anpassen. Hierzu könnte man systematische Anpassungen in der Landbewirtschaftung wie z. B. die Umstellung von konventioneller Landwirtschaft auf ökologischen Landbau zählen. Jedoch ist nicht immer eine große Veränderung nötig, um sich den Gegebenheiten anzupassen. Es ist teilweise schon ausreichend den Anbauplan zu überdenken und z. B. ein neues Fruchtfolgeglied aufzunehmen.

Es ist davon auszugehen, dass eine Erweiterung des Anbaus mit Mehraufwand in Bezug auf zusätzlichen arbeitsplanerischen, technischen sowie finanziellen Aufwendungen in Verbindung steht. Dennoch sollte berücksichtigt werden, dass eine heterogene Fruchtfolge einen großen Mehrwert schafft. Die Risikoabsenkung von Ertragsausfällen und eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung können dazu beitragen einen Standort langfristig attraktiv zu halten.

1.2. Zielsetzung

Der Grund, warum dieser Versuch angelegt wurde, ist der Gedanke Wintergerste als Fruchtfolgeglied aufzunehmen, um die damit einhergehenden Vorteile für sich zu nutzen. Jedoch auch um herauszufinden, unter welchen Voraussetzungen eine Kultur sich am besten entwickelt. Das Umgehen mit Klimaextremen wie z.B. Starkregen- oder Dürrephasen hat in den letzten Jahren zunehmenden Handlungsbedarf gefordert. Vor allem bedarf die Fröhsommer-trockenheit am Versuchsstandort, welche auf den sehr leichten Böden gravierende Auswirkungen hat, besondere Aufmerksamkeit. Das vor dem Winter teilweise entwickelte Wurzelwerk, sowie der Blattapparat besitzen im Vergleich zu einer Sommerung Vorteile. Weiterführend haben gut etablierte Winterungen ein größeres Unkrautunterdrückungsvermögen, wodurch die Vorzüglichkeit für einen ökologisch wirtschaftenden Betrieb steigt. Ein weiterer Vorteil ist die Risikostreuung, welche bei Ernteaussfällen von Kulturen nützlich sein kann. Auch ist die Entzerrung der Arbeitsspitze im Sommer sowie die Produktion von betriebseigenem Futtermittel ein Vorteil. Die möglichst praxisnahen Beobachtungen und Ergebnisse, die ermittelt wurden, sind vor allem für den Betrieb von hoher Relevanz. Aber auch für andere ökologisch wirtschaftende Betriebe kann das Ergebnis des Versuchs als Denkanstoß oder als Grundlage für eigene Versuche hilfreich sein.

Um der Thematik, die dieser Arbeit zugrunde liegt, nachzugehen, wurde auf einem langjährig ökologisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieb ein Feldversuch angelegt. Hierbei wurde ein Wintergerstenbestand vom Herbst 2022 bis zum Sommer 2023 unter verschiedenen Prüffaktoren beobachtet. Die untersuchten Varianten bezogen sich auf die Düngung und auf die Vorfrucht. Der Vorfruchtunterschied wurde durch einen Klee grasbestand im Vergleich zu einem Sommerweizenbestand dargestellt. Die Düngung wurde ausschließlich mit Rinderfestmist durchgeführt und zweistufig betrachtet, sodass zwischen gedüngt und ungedüngt unterschieden wurde. Mithilfe von diesem Versuch sollte herausgefunden werden nach welcher Vorfrucht und bei welcher Düngungshöhe sich ein Wintergerstenbestand am besten etablieren kann.

2. Stand des Wissens

2.1 Der Gerstenstandort

Im weltweiten Anbau belegt Wintergerste (*Hordeum vulgare* L.) unter den Getreidearten den dritten Platz. In Deutschland beläuft sich der Anbau auf ca. 1,4 Mio. ha, was nach Winterweizen dem zweithöchsten Umfang entspricht. Aufgrund von Züchtung ist es gelungen, die Winterhärte zu erhöhen und die Krankheitsempfindlichkeit zu senken. Der Anbau von Wintergerste hat, aufgrund der frühen Räumung des Feldes, eine hohe Vorzüglichkeit als Vorfrucht für Winterraps. (Berendonk, et al., 2011, S. 377) Jedoch ist es von hoher Relevanz, eine gute Qualität anzustreben, um den gegebenen Marktanforderungen gerecht zu werden. Um das Ernteprodukt möglichst effektiv und effizient anzubauen, sollten Fruchtfolge- und klimatische Grundlagen sowie Nährstoffversorgung und Bodeneigenschaften den Anforderungen entsprechen. In Mittel- und Westeuropa sind die klimatischen Bedingungen für den Anbau von Wintergerste gegeben (Berendonk, et al., 2011, S. 381). Der Boden sollte einen pH-Wert zwischen 5,8 bis 7,2 aufweisen und gut durchwurzelfähig sein. Dies bedeutet, dass keine Schadverdichtungen vorhanden sind und es nicht zu stauender Nässe kommen sollte. Verschlammte Oberflächen, die die Sauerstoffversorgung beeinträchtigen reduzieren ebenfalls den Ertrag. (Berendonk, et al., 2011, S. 382-383) Die Bodenbearbeitung in Kombination mit der Fruchtfolge und der Nährstoffversorgung sind die größten beeinflussbaren Stellschrauben für die Etablierung eines ertragreichen Bestandes. In der folgenden Tabelle 1 sind die Nährstoffentzüge von Gerste je dt/ha Getreide und Stroh eingetragen.

Tabelle 1 Nährstoffentzüge von Gerste (nach Berendonk, et al., 2011, S. 385, verändert)

	P ₂ O ₂	K ₂ O	MgO	CaO	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mo
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha
je 1 dt/ha Getreide & Stroh	1	1,88	0,38	0,38	0,25	0,75	0,5	2,5	3,75	6,25	0,013

2.2 Vorfruchtwirkungen und Fruchtfolge

„Drei Kulturarten bzw. Kulturartengruppen dominieren heute den Anbau auf dem Ackerland.“ (Ziesemer, 2019) Die Vorfrucht ist durch die Fruchtfolge vorgegeben. In der Bewertung der betrieblichen Fruchtfolgen ist das Ergebnis, dass Winterweizen, Silomais und Winterraps die größten Anbauausdehnungen besitzen. Winterweizen hat einen Anteil von ca. 53 % an der Gesamtgetreidefläche. Silomais wird auf ca. 20 % und Winterraps auf ca. 10 % des Ackerlandes angebaut. (Ziesemer, 2019) Das Hauptaugenmerk liegt auf innerbetrieblich praktikablen, sowie ökonomischen Gesichtspunkten. In der „top agrar“ wurde folgende Formulierung getroffen: „Die Fruchtfolge bestimmt die phytosanitäre Grundlast der Kulturen bzw. wie krank die Bestände werden können.“ (Kropf & Schönberger, 2022) Dennoch sind nicht nur phytosanitäre Parameter zu betrachten. Die Bodengesundheit, die Biodiversität und der Ertrag sind nur ein Teil der vielfältigen Wechselwirkungen. Mit der Fruchtfolge wird gerade bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben der Unkrautdruck reguliert. Auf den Versuchsflächen, die für die vorliegende Arbeit genutzt wurden, findet sich auch ein Beispiel dafür, dass das angebaute Klee gras im Konzept des Betriebes verschiedenste Wirkungen hat. Vorrangig wäre die Nutzung als Futter- und Weidefläche zu nennen. Weiterhin finden durch den Anbau humusmehrende und nährstoffspeichernde Prozesse statt. Die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft formuliert die „phytosanitäre Wirkung“ und stellt fest, dass chemische Bekämpfungsmaßnahmen weitestgehend nicht mehr nötig sind, wodurch der Pflanzenschutzmitteleinsatz stark reduziert werden kann. (LfL, 2019) Diese Aussage kann auf ökologisch wirtschaftende Betriebe übertragen werden. Aufgrund von mehrjährigem Anbau von Gräsern mit oder ohne Leguminosenanteil kann die Notwendigkeit von mechanischen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen reduziert werden. Dennoch ist die Vorfruchtwirkung von Leguminosen nicht nur auf den Stickstoffeffekt und die phytosanitäre Wirkung beschränkt. (Kropf & Schönberger, 2022) Nährstoffaufschlüsse und die positive Wirkung auf die Struktur des Bodens können eine Folge des Anbaus sein. (Pencs, et al., 2022) Der Einfluss der Pflanzen auf das Bodengefüge basiert auf der hohen Durchwurzelungsintensität des Oberbodens. Durch die fehlende Bodenbearbeitung und der hohen Produktionsrate von Wurzelrückständen ist die Mikroorganismenaktivität in einer Tiefe von 0-7 cm besonders hoch. Durch eine dichte Durchwurzelung wird eine häufige und intensive Schrumpfung sowie Quellung hervorgerufen. Die Folge dieses Prozesses ist eine Rissbildung. Aufgrund der geringeren Dichte wachsen die Wurzeln in die Risse hinein. (Blume, et al., 2010, S. 216) Bei mehrjährigem Anbau steigt der förderliche Effekt für das Bodengefüge. Die angeführten Nährstoffaufschlüsse fallen hinsichtlich des Pflanzennährstoffes Stickstoff unterschiedlich aus. „Die durch Leguminosen symbiontisch

gebundenen N-Menge beträgt bei Erbsen 20...140 kg ha⁻¹, [...], [bei] Kleearten 80...270 kg ha⁻¹ und Luzerne [kann] 150...350 kg ha⁻¹ [im Boden hinterlassen].“ (Blume, et al., 2010, S. 403) Die Auswertung von Betrieben, die Klee-Gras-Gemenge anbauen ergab, dass, „[im] Durchschnitt aller elf Bestände [...] eine symbiotische N₂-Fixierleistung von 261,5 kg N ha⁻¹ im Untersuchungsjahr 2005 [...] [erreicht wurde] [...], wobei die Leistung zwischen 54,1 und 545,0 kg N ha⁻¹ schwankte“ (Schubert, et al., 2007)

In Versuchen wurden die unterschiedlichen Leguminosen auf die Ertragswirksamkeit untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass „[...]in keinem der drei Jahre ein signifikanter Einfluss der Vorfrucht auf den Ertrag festzustellen [war]. Dagegen wiesen die Parameter der Kornqualität signifikante Unterschiede auf.“ (Gruber, 2007)

Zusammenfassend kann der Vorfruchtwert einer Kultur förderlich oder unzutraglich sein. Zu sehr halm- oder blattfruchtlastige Fruchtfolgen können Krankheiten übertragen und neigen zum Befall mit Problemunkräutern. Am besten wäre eine möglichst weite Fruchtfolge mit den verschiedensten Kulturen, die nicht nur ackerbaulich eine positive Wirkung erzielen, sondern auch für das biotische und abiotische Umfeld eine Bereicherung darstellt.

2.3 Leguminosen im Ökolandbau

Leguminosen im ökologischen Landbau stellen die Hauptnährstoffquelle für die Stickstoffversorgung der Bestände dar. „Leguminosen sind im ökologischen Landbau aufgrund ihrer Fähigkeit zur Luftstickstofffixierung unverzichtbar für die Stickstoffversorgung der Ackerkulturen und die Proteinversorgung der Nutztiere.“ (Böhm, et al., 2020) Sie können mit stickstofffixierenden Bakterien, den Rhizobien, nach erfolgreicher Infektion eine Symbiose eingehen. Diese führt dazu, dass die Wurzeln verdicken und Luftstickstoff in pflanzenverfügbare Stickstoffverbindungen umgewandelt wird. (Sharma, et al., 2020) Andere Untersuchungen ergaben, dass nicht nur die rhizobialen Bakterien wichtig für die Pflanzen sind, sondern auch die nicht-rhizobialen Bakterien. Diese leisten vorrangig einen Beitrag für die Erhöhung der abiotischen Stressresistenz der Pflanzen. (Etesami, 2021) Für die landwirtschaftliche Nutzung ist jedoch die Wirkung des Gesamtkomplexes von erhöhter Bedeutung. Somit liegt das Hauptaugenmerk auf der sinnvollen Nutzung des Vorfruchtwertes und den hinterlassenen Reststoffen.

Zunächst ist die Stickstofffixierung anzuführen, aber auch das Durchwurzelungspotential bietet Vorteile für die Folgefrucht. Weiterhin können einige Leguminosen schwer verfügbaren Phosphor mobilisieren oder mit ihrer Pfahlwurzel die Bodenstruktur verbessern und damit der Folgekultur einen größeren Wurzeltiefgang ermöglichen (Böhm, et al., 2020) Es sollte darauf geachtet werden, dass die verschiedenen Leguminosen arteigene Standort- sowie Selbstfolgeansprüche haben und nicht wahllos angebaut werden können. Anbaupausen können sich auf 3-7 Jahren belaufen auch die pH-Wertanforderungen besitzen eine weite Spanne. (Pencs, et al., 2022) Vor dem Hintergrund des Krankheitsdruckes sind die Anbaupausen auf jeden Fall einzuhalten. Die Folge können z.B. Kleekrebs (*Sclerotinia trifoliorum*), Fusariumwelke (*Fusarium oxysporum*) an Futtererbsen oder Lupinenwelke sein, die durch den Pilz *Fusarium oxysporum* hervorgerufen wird. (Pommer, 2003) Die bereits erwähnten pH-Werte sind für einen ertragreichen Wuchs und eine hohe Stickstofffixierungsleistung sehr wichtig. In der folgenden Abbildung sind verschiedene pH-Wert-Beispiele eingetragen, die von den jeweiligen Kulturen gefordert werden.

	pH 4,8 – 5,3	pH 5,4 – 6,0	pH 6,1 – 6,9	pH > 7
Espарsette			◆	
W.-Steinklee			◆	
Gelbklee			◆	
Luzerne			◆	
Rotklee			◆	
Inkarnatklee			◆	
Hornklee			◆	
Schwedenklee		◆		
Weißklee		◆		
Serradella	◆			

Abbildung 1 pH-Wertanforderungen von verschiedenen Leguminosen (Kolbe, et al., 2006)

Bei den Stroh- und Erntewurzelrückständen von Leguminosen gibt es Unterschiede in der Zusammensetzung sowie den anfallenden Mengen. Weiterführend ergeben sich verschiedene C/N-Verhältnisse, wodurch die Geschwindigkeit der Mineralisation beeinflusst wird. (Gruber, 2007) Dies kann sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich bringen, so wäre z. B. im Frühjahr ein schneller Umsatz wünschenswert, um Sommerungen ausreichend mit Stickstoff zu versorgen. Hingegen ist im Herbst ein weites C-N-Verhältnis mit einem trägeren Umbau besser, um N-Verluste zu minimieren. Die unterschiedliche Geschwindigkeit der Umwandlung ist stark von dem C/N-Verhältnis und der damit verbundenen Komplexität der Umformung abhängig. Des Weiteren beeinflusst die vorherrschende Bodentemperatur die mikrobielle Aktivität im Boden, dies wirkt sich ebenfalls auf die Umbaugeschwindigkeit aus.

Die N-Mineralisation ist eine mikrobielle Umformung von organischen N-Verbindungen. Bei diesem Prozess werden Makromoleküle in kleinere Bestandteile zerlegt. Mikroorganismen benötigen für diesen Zerlegungsprozess Energie. Diese Energie stammt aus dem freigesetzten Stickstoff. Wenn jedoch das C/N-Verhältnis sehr weit ist und mehr Stickstoff benötigt wird, als freigesetzt wird, kann es zu einer N-Aufnahme aus der Bodenlösung kommen. Dieser Prozess wird als N-Immobilisierung bezeichnet. (Blume, et al., 2010) Die Forschung hat herausgefunden, dass C/N-Verhältnisse von 20 – 35 als kritisch in der Umsetzung gesehen werden. Ab C/N-Verhältnissen von 30:1 kann mit einer zunehmenden Festlegung gerechnet werden (Kolbe et al., 2022). Aus anderen Untersuchungen geht hervor, dass bei „[...] einem C/N-Verhältnis von ca. 25 [...] aus der organischen Substanz weder Stickstoff abgegeben noch N_{\min} mikrobiologisch festgelegt [wird].“ (Blume, et al., 2010, S. 405) Daraus ergibt sich, dass

das C/N-Verhältnis großen Einfluss auf die Veränderung des Stickstoffgehaltes in der Bodenlösung hat. Der Prozess kann sogar zu einer N_{min} – Absenkung führen, da die Bodenlebewesen für die Ab- und Umbauprozesse freien Stickstoff aufnehmen. (Kolbe et al., 2022). Unter Berücksichtigung der Forschung kann zu der Schlussfolgerung gekommen werden, dass eine Düngung mit Leguminosen durchaus möglich und effektiv sein kann. Der Einfluss auf die Geschwindigkeit des Umbauprozesses wird durch die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften bestimmt. Des Weiteren haben die Bodenfeuchtigkeit, die Temperatur, der pH-Wert, der Lufthaushalt und die Nährstoffverfügbarkeit einen Einfluss. Weiterführend werden z.B. Fruktane, Stärke und Polysaccharide schnell mikrobiell mineralisiert, hingegen werden Lignin und Zellulose langsam und vorrangig von Pilzen abgebaut. (Kolbe, et al., 2022)

2.4 Düngewirkung von Festmist

Festmist gehört neben Gülle und Jauche zu den Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft. Festmist wird als Mehrnährstoffdünger angesehen und hat neben der reinen Düngewirkung auch einen positiven Einfluss auf das Bodenleben. In Rinderfestmisten sind zwischen 0,37 – 0,41 kg/t $\text{NH}_4\text{-N}$ (Ammoniumstickstoff) enthalten. Dies ist der sofort pflanzenverfügbare Stickstoffanteil. Bei einer Gabe von 10 t Festmist entspräche dies einer Stickstoffmenge von ca. 4 kg, was im Vergleich zu Aufwandmengen von Mineraldüngern nicht allzu viel darstellt.

Bei der Auswertung von regional übergreifenden Vergleichsversuchen wurde ermittelt, dass es möglich ist, die Erträge der Stallmistvarianten zu 90,5% denen der mineralischen N-Düngung entsprechen zu lassen. Dies ist aber nur der Fall, wenn die durch den Mist aufgebrachte Gesamtstickstoffmenge deutlich höher ist als bei alleiniger mineralischer N-Düngung. (Boxberger, et al., 2020, S. 243) „Das Ziel der Düngung mit Mist ist die Steigerung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und über diese eine ausgewogene und nachhaltige Ernährung der Pflanzen.“ (Berner & Messerli, 2009) Eine Düngung mit Festmist oder Mistkompost ist nicht als reine Nährstofflieferung wie bei einer mineralischen Düngung anzusetzen. Vielmehr wird mit organischer Substanz die Aktivität der Bodenlebewesen angesprochen und versucht zu steigern, denn es ist nur eine begrenzte Schnittmenge der Inhaltsstoffe des Mistes pflanzenverfügbar, der größte Anteil muss von Bodenlebewesen aufgeschlossen werden (Berner & Messerli, 2009). Jegliche Miste weisen aufgrund ihrer Entstehung und Zusammensetzung eine große Inhomogenität auf. Durch überregionale Auswertungen konnte jedoch bestätigt werden, dass eine Kombination von organischem und mineralischem Dünger zu Mehrerträgen führt und exponierter als eine alleinige Mineraldüngung ist (Boxberger, et al., 2020). In anderen Versuchen sollte ermittelt werden, welche Leguminose zusammen mit Festmist die höchsten ertragsrelevanten Ergebnisse liefert. Hierbei muss jedoch der Priming Effekt untersucht werden, der sich je nach Art der Leguminose unterschiedlich auswirkt (Raupp, 2005). Umgekehrt könnte eine Immobilisierung des Mineralstickstoffs bei negativen Priming Effekt eine Folge sein (Rührer, et al., 2004). In anderen Versuchen ist beschrieben, dass die hauptsächliche Stickstoffversorgung der Pflanzen vom Boden herrührt. Dabei nimmt die Frucht des Vorjahres und die Mineralisation der Humusschicht den größten Teil ein. Es wurde deutlich, dass 80-90 Prozent des Stalldungstickstoffs in organisch zersetztem Dung gespeichert wird. Dieser bewirkt langfristig den Erhalt des Humusvorrats und damit die Mineralisierungskapazität des Bodens. (Granstedt & Kjellenberg, 2019)

Das Ausbringen von Frischmist bewirkt eine rasche Stickstofffreisetzung, aber auch eine längerfristige Nachwirkung. Dennoch ist die Ausbringung von Festmist mit ähnlichen Problemen wie die der Gülleausbringung behaftet. Vorrangig stehen hohe Aufwandsmengen geringen Ertragswirksamkeiten gegenüber. Weiterhin können Ammoniakverluste bei der Ausbringung entstehen. Zusätzlich kann strohreicher Mist zu Strohmatte führen und es können pflanzenunverträgliche Fäulnisstoffe in den Boden eingebracht werden. Daher wird empfohlen, Festmiste wie Gülle zu behandeln. Damit ist gemeint, den Dung sofortig und gründlich einzuarbeiten. Nur wenn unmittelbar nach der Ausbringung geeggt und gepflügt wird, lassen sich die N-Verluste um ca. 90 % reduzieren. Der Einsatz von Striegel und Scheibenegge erreichte im Gegensatz dazu nur eine Einsparung von 60 % der Verluste und war somit nicht zu präferieren. (Boxberger, et al., 2020) Die Emissionsverluste bei der Ausbringung können verringert werden, wenn der Mist kompostiert vorliegt. Dabei macht die Zusammensetzung und der Grad der Rotte bei der Düngung einen Großteil der Pflanzenverfügbarkeit der Inhaltsstoffe aus. Zu den Vorteilen der Kompostierung bzw. Rotte könnte die leichtere technische Handhabung durch Homogenisierung, Volumenreduktion und Erhöhung des TM-Gehaltes gezählt werden. Des Weiteren ist die Verengung des C/N-Verhältnisses und die Hygienisierung womit die Keimreduzierung und die Inaktivierung von Unkrautsamen gemeint ist, positiv zu erwähnen. Die Nachteile der Rotte beinhalten zusätzliche Kosten für Maschinen und Arbeitsaufwand. Weiterführend sind unproduktive CO₂-Ausgasungen, Stickstoffverluste, Verringerung der Förderung der mikrobiellen Aktivität und langsamere Mineralisierung im Frühjahr Argumente, die gegen eine Kompostierung sprechen. Die Vor- und Nachteile sind zitiert nach (Berner & Messerli, 2009) und (Boxberger, et al., 2020).

Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass eine Festmistausbringung einerseits teuer, aufwendig und mit der möglichen Verbreitung von Unkrautsamen in Verbindung steht. Andererseits ist eine positive Wirkung nach der Ausbringung für den Boden, das Bodenleben, für die Pflanzen und letztendlich in einem höheren Ertrag messbar.

3. Material und Methoden

3.1 Standortvorstellung

Der Versuch für die vorliegende Bachelorarbeit, wurde auf Ackerflächen eines seit 1991 ökologisch wirtschaftenden Betriebes durchgeführt. Der Betrieb liegt auf der Insel Usedom und hat durch seine unmittelbare Nähe zum Achterwasser ein maritim beeinflusstes Klima. Typisch für einen solchen Standort ist der häufige und stark auftretende Tau. Hierdurch werden vor allem Trocknungsprozesse beeinflusst, welche zum Beispiel bei der mechanischen Unkrautbekämpfung von großer Bedeutung sind. Der Betrieb ist ein Gemischtbetrieb. Mit einem Flächenverhältnis von 43 % Ackerfläche und 57 % Grünland liegt der Schwerpunkt auf der Rindfleischproduktion. Die Mutterkühe werden ganzjährig im Freiland gehalten. Die Abkalbung ist ebenfalls ganzjährig. Die produzierten Absatzkälber werden über die Biopark Markt GmbH als Schlacht- und Lebendtiere vermarktet.

Der zweite große Produktionszweig, neben der Rinderhaltung, ist der Marktfruchtanbau. Im Einzelnen werden Winter- und Sommerroggen, Hafer, Sommerweizen, Triticale, Lupinen und Klee gras angebaut. Seit der Gründung des Betriebes wurde auf der Betriebsfläche noch keine Wintergerste angebaut. Für den Versuch wurden zwei Flächen ausgewählt, die unter möglichst gleichen Bedingungen bewirtschaftet wurden. Aufgrund der Fruchtfolgerotation kam es dazu, dass die Felder eine Entfernung von ca. 950 m (Luftlinie) hatten. Die Bodenwertzahl der beiden Versuchsflächen beträgt jeweils 24 Bodenpunkte. Die Bodengüte war, neben dem Unterschied in der Vorfrucht, das Hauptkriterium für die Auswahl der beiden Flächen. Einflüsse aus konventionellen Bewirtschaftungsweisen können auf den Stücken weitestgehend ausgeschlossen werden, weil beide Versuchsfelder sowie die angrenzenden Flächen in langjähriger ökologischer Bewirtschaftung sind. Die folgende Tabelle stellt einen Vergleich zwischen den beiden Flächen dar.

Tabelle 2 Vergleich der Versuchsfelder

Vergleichsparameter	Versuchsfeld Vorfrucht Kleegras (VKg)	Versuchsfeld Vorfrucht Sommerweizen (VSw)
Bodenart, Zustandsstufe, Entstehung	S4D	S4D
Bodenzahl/Ackerzahl	24/24	24/24
Festmistdüngung (Düngehistorie)	2019 10 t/ha 2020 9 t/ha 2022 9 t/ha	
Fruchtfolge	2018 Winterroggen 2019 Wintertriticale 2020 Sommerhafer 2021 Kleegras Ansaat Herbst 2020 2022 Kleegras 2023 Wintergerste	2018 Sommerhafer (GPS) 2019 Sommerweizen (GPS) 2020 Sommerroggen (GPS) 2021 Kleegras Ansaat Herbst 2020 2022 Sommerweizen 2023 Wintergerste

3.1.1 Klimatischer Standort

Der klimatische Standort des Versuches wurde über den Zeitraum von 1997 bis 2021 beobachtet. Dabei wurden Wetterdaten sowie besondere witterungsbedingte Ereignisse aufgezeichnet. Aus dem Datensatz wurde die folgende Abbildung 2 entwickelt.

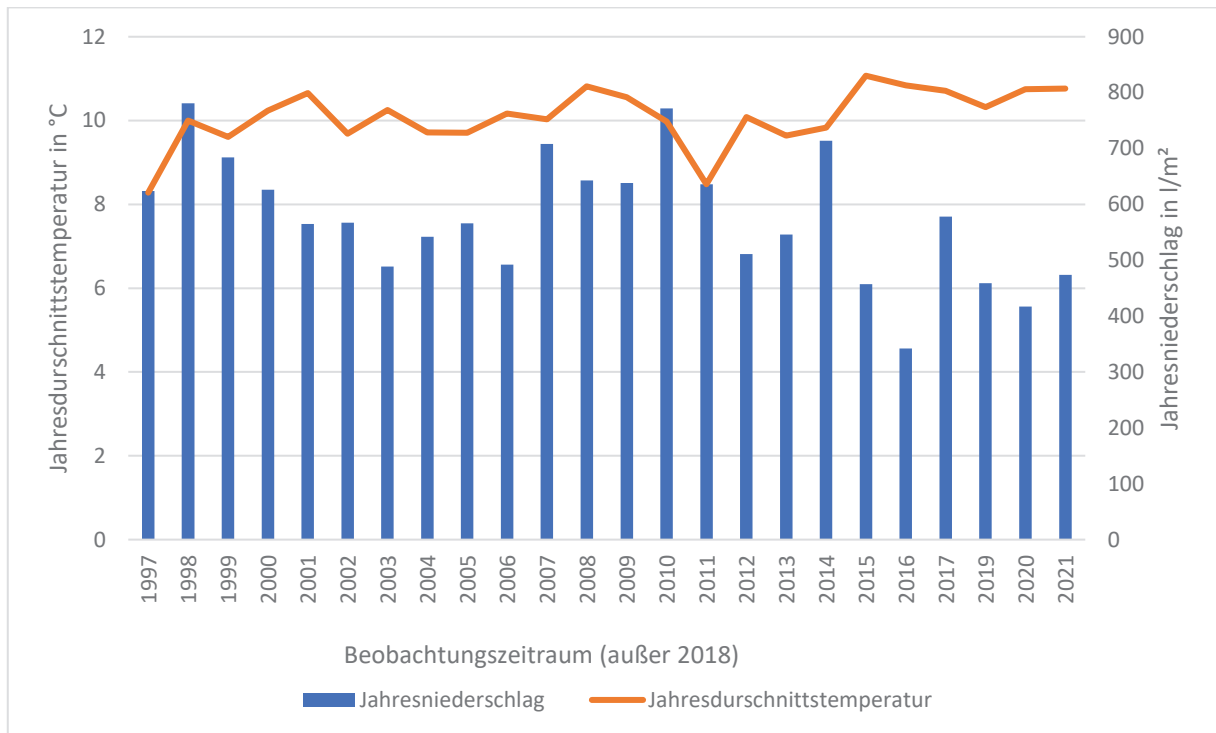


Abbildung 2 Wetterdaten Standort Warthe (Bartelt, 2021)

Das Jahr 2018 wurde in diesem Klimadiagramm nicht visualisiert, weil keine Daten vorlagen. Dennoch kann ein Trend in der klimatischen Entwicklung abgelesen werden. Der Mittelwert der durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 1997 bis 2021 beträgt 576 l/m² und die Durchschnittstemperatur 10,09 °C. Die Jahresdurchschnittstemperatur stieg um 2 °C, wobei die Niederschlagsmengen über den Beobachtungszeitraum um circa 20 l/m² zurück ging.

3.1.2 Witterungsverlauf während der Wachstumsperiode

Der Witterungsverlauf während der Wachstumsperiode ist in der folgenden Abbildung 3 dargestellt. Das Wetter wurde hierfür am Standort aufgezeichnet, um es mit den langjährigen Mittelwerten, welche von 1997 bis 2021 aufgezeichnet worden sind, zu vergleichen.

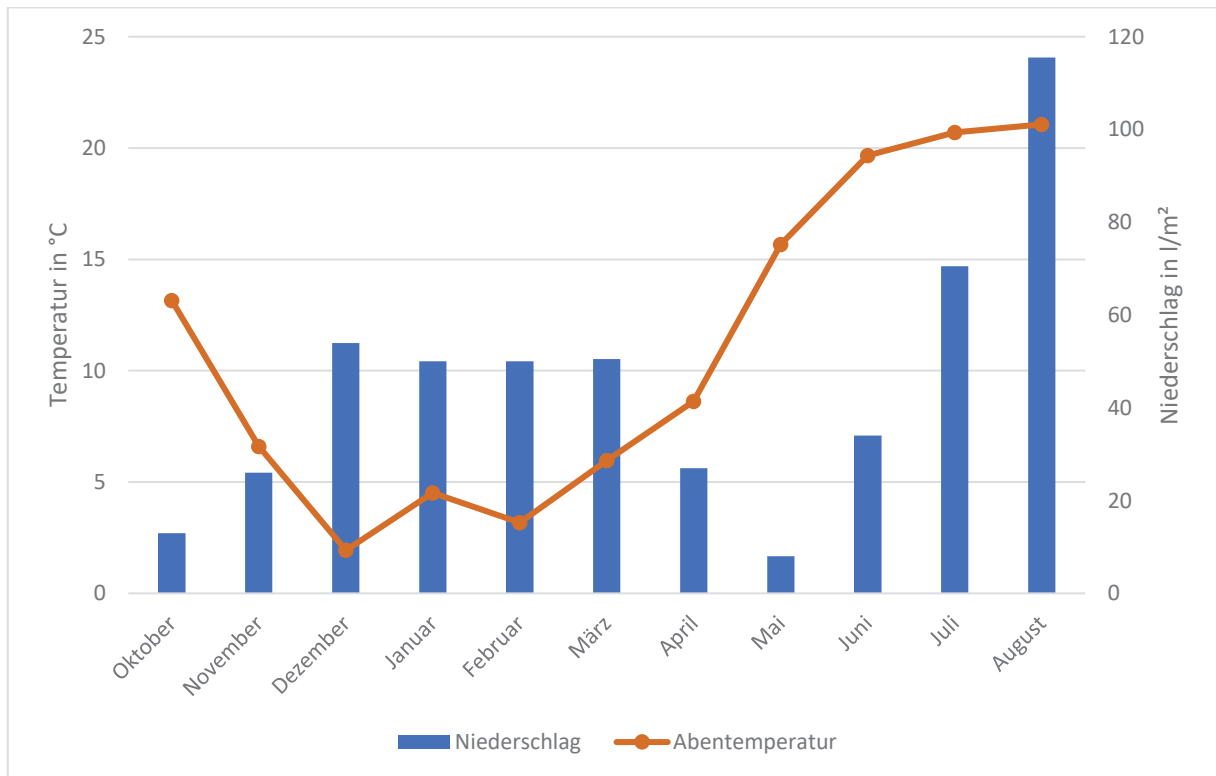


Abbildung 3 Wetterdaten während der Wachstumsperiode (eigene Aufzeichnungen)

Im Vergleich mit dem langjährigen Mittelwert ist die Witterung der Anbauperiode recht verschieden. Der Spätsommer und der Herbst 2022 fielen im Vergleich trockener aus. Der Oktober war um ca. 40 Liter trockener als der Mittelwert der Jahre. Dezember und Januar hatten jeweils vier Liter Niederschlag und Februar und März hatten 14 Liter über dem Mittelwert. Somit kann der Winter als geringfügig feuchter als üblich eingestuft werden. Der April lag mit nur drei Litern unter dem Standort üblichen Wert. Hingegen stellten die Monate Mai mit 42 Litern und Juni mit 23 Litern unter den regulären Niederschlagsmengen eine deutliche Frühsommertrockenheit dar. Die beiden Folgemonate brachten jedoch höhere Regenmengen. Juli mit 7 Litern und August mit 57 Litern über dem Mittelwert. Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass in den Monaten mit hohem Wasserbedarf zu wenig Niederschlag fiel, wiederum in Monaten, in denen Auswaschungsgefahr besteht, fiel mehr Regen als üblich. Der Niederschlag während der Anbauphase war, wie aus der Beschreibung zu entnehmen ist, im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten stark abweichend. Es wurden hohe Werte unter und über dem Durchschnitt ermittelt.

Die Temperaturen hingegen wichen im Anbauzeitraum weniger vom Mittelwert ab, die höchste Abweichung beträgt 3 °C. Alle Monate bis auf Dezember und April weisen zwischen 0,4 – 3 °C höhere Temperaturen als den Mittelwert auf. Der Monat Dezember ist um 1,5 °C und der April um 0,4 °C kälter im langjährigen Vergleich. Somit wird erkennbar, dass die Temperaturveränderung in den einzelnen Monaten längst nicht mit den gravierenden Auswirkungen behaftet war als der Niederschlag im selbigen Zeitraum.

3.1.3 Versuchsvorstellung

Für den Versuch, der dieser Bachelorarbeit zugrunde liegt, wurde zunächst eine Getreidesorte ausgewählt, die auf den Versuchsflächen angebaut werden sollte. Es wurde sich für die Wintergerstensorte ESPRIT entschieden. Diese gilt als robuste und vielverwendete Sorte. Weiterhin wurde sie mit einer Low-Input-Eignung und guter Blattgesundheit beworben, was sie für den Ökolandbau und den Versuchsstandort attraktiv macht. Des Weiteren ist sie ein mehrzeiliger Kompensationstyp, der durch seine Anpassungsfähigkeit für alle Standorte geeignet sein soll.

Neben der Auswahl des Getreides wurden zwei Flächen für den Versuch ausgewählt. Hierbei sollten die ackerbaulichen Rahmenbedingungen möglichst wenig Unterschiede aufweisen. Beide Felder wurden jeweils in zwei Varianten unterteilt. Variante 1, in der weiteren Arbeit als V1 bezeichnet, wurde nicht vor der Bestellung gedüngt. Variante 2, folgend als V2 bezeichnet, ist vor der Bestellung mit einer betriebsüblichen Gabe von 8 t Rinderfestmist gedüngt worden. Auf den folgenden Abbildungen sind die Flächenformen sowie die Einteilung in die verschiedenen Varianten eingezeichnet. Die blauen Kreise, die auf den verschiedenen Varianten in der folgenden Abbildung zu erkennen sind, stellen die Boniturstellen dar. Diese wurden entsprechend dem Versuchsplan sowie einer Luftbildauswertung festgelegt. Nach der Bestellung der Felder wurden diese per GPS markiert, um immer wieder den gleichen Punkt auf der Parzelle zu finden. An diesen Stellen wurden alle gemessenen Daten erhoben, auf die sich in der Auswertung des Feldversuches bezogen wird. Bei der Datenerhebung sollte unter anderem mit der Canapeo-App die Bestimmung des Deckungsgrades durchgeführt werden. Des Weiteren kam der PlantPen oder N-Pen zum Einsatz. Dies ist ein Gerät, welches den Stickstoffgehalt von Pflanzen ermitteln kann. Zusätzlich wurde die Pflanzenentwicklung durch die Beschreibung mit den BBCH-Stadien dokumentiert, um genaue und vergleichbare Aussagen über die Entwicklung der Pflanzen zu tätigen. Für die Entnahme der Bodenproben wurde ein

100 cm langer Bohrstock verwendet. Die Messung der Pflanzenlänge erfolgte über einen handelsüblichen Zollstock. Die Waage für die Bestimmung der Frisch- und Trockenmasse war eine Haushaltswaage, wobei jeweils die gleiche genutzt wurde, um Fehlerquellen innerhalb des Geräts auszuschließen. Die Trocknung erfolgte im Trockenschrank der Hochschule Neuenbrandenburg bei einer Temperatur von 60 °C.

Eine Versuchsfläche wird in dieser Arbeit als Vorfrucht Klee gras (VKg) bezeichnet. Auf dieser wurde im Herbst 2020 Klee gras als Blanksaat angebaut. Die zweite Fläche ist als Vorfrucht Sommerweizen (VSw) bezeichnet und hatte im Anlagejahr des Versuchs Sommerweizen als Kultur.

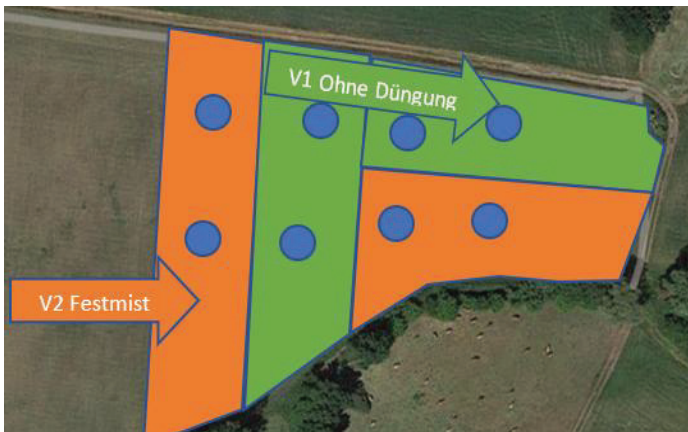


Abbildung 4 Variantenverteilung und Boniturpunkte auf dem Versuchsfeld VKg (Google, n.d)

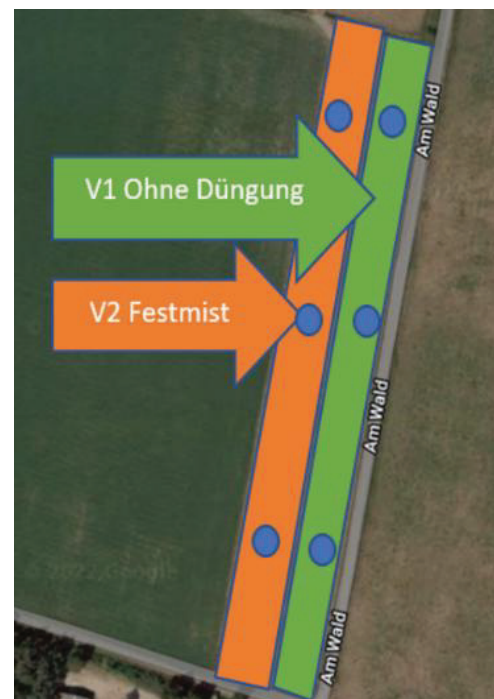


Abbildung 5 Variantenverteilung und Boniturpunkte auf dem Versuchsfeld VSw (Google, n.d.)

Auf beiden Flächen wurden am 21.09.2022 Bodenproben in einer Tiefe von 0-90 cm, gezogen. Die Bodenproben wurden zunächst homogenisiert und gekühlt. Aufgrund der Annahme der homogenen Bewirtschaftung und Beschaffenheit der jeweiligen Felder reichte es aus, zwei Mischproben zur LMS Agrarberatung GmbH in Rostock einzuschicken und diese auf Nmin untersuchen zu lassen. Des Weiteren wurde eine Probe Festmist zur Untersuchung mitgegeben, sodass der Düngewert ermittelt werden konnte.

Auf der Parzelle VSw wurde am 03.09.2022 der Stoppelsturz vom Sommerweizen durchgeführt. Das Weizenstroh wurde zuvor aufgespreßt und abgefahren. Hierbei sollten die ca. 20 cm langen Stoppeln eingearbeitet werden. Für die Bearbeitung wurde ein Köckerling Trio mit Gänsefußscharen verwendet, diese sollten Ausfallgetreide einarbeiten und Beikräuter bekämpfen. Auf diesem Feldstück wurde nach der Stoppelbearbeitung eine Ruhephase von ca. 3 Wochen eingehalten. Diese Zeit war notwendig, um Ausfallgetreide aufkeimen zu lassen.

Nach der Ruhephase wurde der Festmist am 21.09.2022 mit dem betriebseigenen Dungstreuer, einem Strautmann Streublitz BE 9, dem Versuchsplan entsprechend, gestreut. Bei der Ausbringung wurden ca. 8 Tonnen angerotteter Mist, mit einem möglichst feinen und flächigen Streubild aufgebracht.

Darauffolgend wurden am 22.09.2022 beide Versuchsflächen mit einem 5-Schar Beetpflug (Kverneland BB100) gepflügt. Die Furchentiefe betrug 21 cm. Auf der nebenstehenden Abbildung 6 ist ein Zollstock in die Pflugfurche gestellt, um deren Tiefe sowie die Länge des Bestandes darzustellen.

Auf der Parzelle am VKg wurde ein Klee grasbestand mit einer Durchschnittslänge von 15 - 20 cm ohne vorherigem Mulchgang untergepflügt. Hinter dem Pflug wurde versucht mit zwei



Abbildung 6 Bestandshöhe und Furchentiefe (eigene Aufnahme)

Packern die notwendige Rückverfestigung herzustellen.

Nach einer weiteren Ruhephase von ca. einer Woche wurde das Saatbett auf beiden Feldern mit einer schweren Egge bereitet und am 30.09.2022 mit einer Direktsaatdrillmaschine (Moore all-till) bestellt.

Der Feldaufgang erfolgte ca. eine Woche nach Aussaat in einem homogenen Erscheinungsbild. Aufgrund guter Wachstumsbedingungen konnten sich die Bestände anfangs gut entwickeln. Die erste Messung mit dem N-PEN wurde am 11.11.2022 durchgeführt. Eine weitere Messung erfolgte vor dem Winter am 02.12.2022.

Die erste Bonitur mit dem N-Pen nach dem Winter fand am 04.04.2023 statt. Die zweite folgte am 30.04.2023. Die Abschlussbonitur wurde am 23.05.2023 durchgeführt. Hierbei wurde das BBCH-Stadium bestimmt, die ährentragenden Halme gezählt und die Pflanzenlänge gemessen. Des Weiteren wurde die Ernte der oberirdischen Gesamtmasse vorgenommen. Hierfür wurde an jedem Boniturstadium ein halber Quadratmeter Pflanzenmaterial geschnitten. Auf dem Feld VKg wurde aufgrund der sehr starken Verunkrautung entschieden, dieses ebenfalls zu ernten, um dessen Masse zu bestimmen. Die Pflanzenproben sind anschließend vom 24.-26.05.2023 im Trockenschrank der Hochschule Neubrandenburg getrocknet worden, sodass das Trockensubstanzgewicht bestimmt werden konnte.

Zusätzlich zu der Grünmassenernte wurden am 23.05.2023 erneut Bodenproben an allen Boniturstadien gezogen. Diese wurden in den entsprechenden Varianten und Tiefen homogenisiert und gemischt. Anschließend wurden die Proben für die N-min Untersuchung gekühlt zur LMS Agrarberatung GmbH nach Rostock geschickt.

3.2 Beobachtungen während des Versuchs

3.2.1 Bodenprofil

Wie auf der Abbildung 7 zu erkennen ist, ist eine starke Untergliederung der Horizonte auffällig. Es handelt sich um das im Bohrstock erkennbare Bodenprofil mit der Kennzeichnung S4D 24/24 der Fläche VKg. Die Abfolge sowie Ausprägung der Horizonte waren auf beiden Flächen aufzufinden. Der Ap-Horizont weist eine Mächtigkeit von ca. 25-30 cm auf. Darauf folgend war ein Horizont mit sehr gelbem Sand, welcher von sandig bis Kies ähnlich zu beschreiben ist.

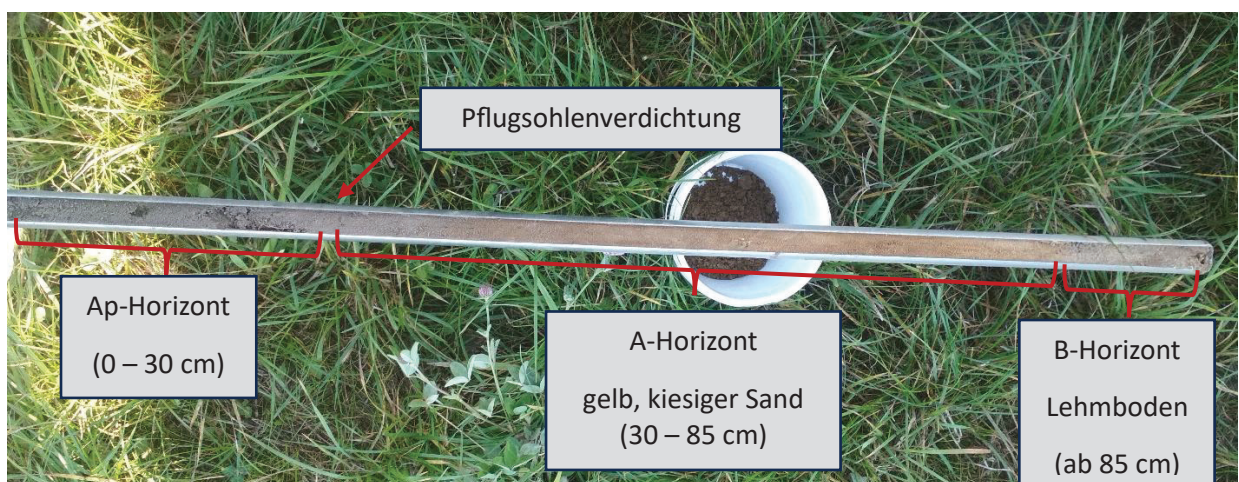


Abbildung 7 Bodenprofil (S4D 24/24) mit klar abgrenzbaren Horizonten (eigene Aufnahme)

Weiterhin konnte die Beobachtung gemacht werden, dass auf beiden Parzellen die Pflugsohle beim Einschlagen des Bohrstocks deutlich zu spüren war und zusätzlich ab einer Tiefe von ca. 85 cm ein klar abgrenzbares Lehmband den Boden durchzog. Die Bodenprofile, die sich im Bohrstock abzeichneten, unterschieden sich in ihren wahrnehmbaren Eigenschaften kaum voneinander.

3.2.2 Berechnungen zur Stickstoffzufuhr

Mit dem eingearbeiteten Bestand, der sich nach Riehl (2001) auf eine Trockenmasse von 15 dt/ha berechnen lässt, wurde zusätzlich gedüngt. Die Berechnung ist auf der Abbildung 8 dargestellt.

$$\begin{array}{l} \text{Beispiel:} \quad \text{gemessene Bestandeshöhe: (20 cm)} \\ \quad \quad \quad - \text{ mittlere Reststoppelhöhe bei Mahd: (6 cm)} \\ \quad \quad \quad = \text{ **Trockenmasse-Ernteertrag: (14 dt/ha)** } \end{array}$$

Abbildung 8 Ermittlung des Ertrages (Riehl, 2001)

Bei dem eingearbeitetem zweijährigen Klee grasbestand ist nicht nur die oberirdische Masse zu beachten, sondern auch die Ernte- und Wurzelrückstände (EWR). Durch das Umbrechen des Bestandes wurden beide Mengenanteile dem Boden zur Mineralisation zur Verfügung gestellt. Die EWR von Rotklee gras können im ersten Anbaujahr bis circa 47 % der geernteten Trockenmasse ausmachen. Hingegen kann im zweiten Anbaujahr die Menge der EWR auf 54,9 % des TM-Ertrags geschätzt werden. Dieser Zusammenhang stützt sich auf die Annahme, dass große Teile des Wurzelsystems erhalten bleiben und im zweiten Vegetationsjahr weiter ausgebaut werden. (Kolbe et al., 2022)

Die Berechnung der EWR stellt sich als schwierig dar, denn die Wurzel- und Sprossprobenahme ist nicht standardisiert. Die methodischen Herangehensweisen sowie die Standort- und Anbaubedingungen haben einen großen Einfluss auf die erhobenen Werte. Dennoch geben die Daten, die zwar mit unvermeidbaren Ungenauigkeiten ermittelt wurden, grobe Richtwerte an. (Bolinder, et al., 2001) In Versuchen wurden experimentelle mittlere Erträge und die damit verbundenen Mengen an EWR ermittelt. Dabei fiel auf, dass sehr enge statistische Beziehungen zwischen den C/N-Verhältnissen und den N-Gehalten der jeweiligen Frucht bestehen. Diese Zusammenhänge spiegeln sich innerhalb der organischen Materialien der Fruchtart (HP, NP, EWR) wider. Ebenfalls konnte bei organischen Düngemitteln dieselbe Verhältnismäßigkeit festgestellt werden. Aufgrund dieser Gegebenheit kann von organischen Materialien das C/N-Verhältnis mit hoher Genauigkeit abgeleitet werden. Die folgende Abbildung 9 zeigt den Zusammenhang zwischen den Stickstoffgehalten und den C/N-Verhältnissen der organischen Materialien der Fruchtarten und organischen Düngemitteln.

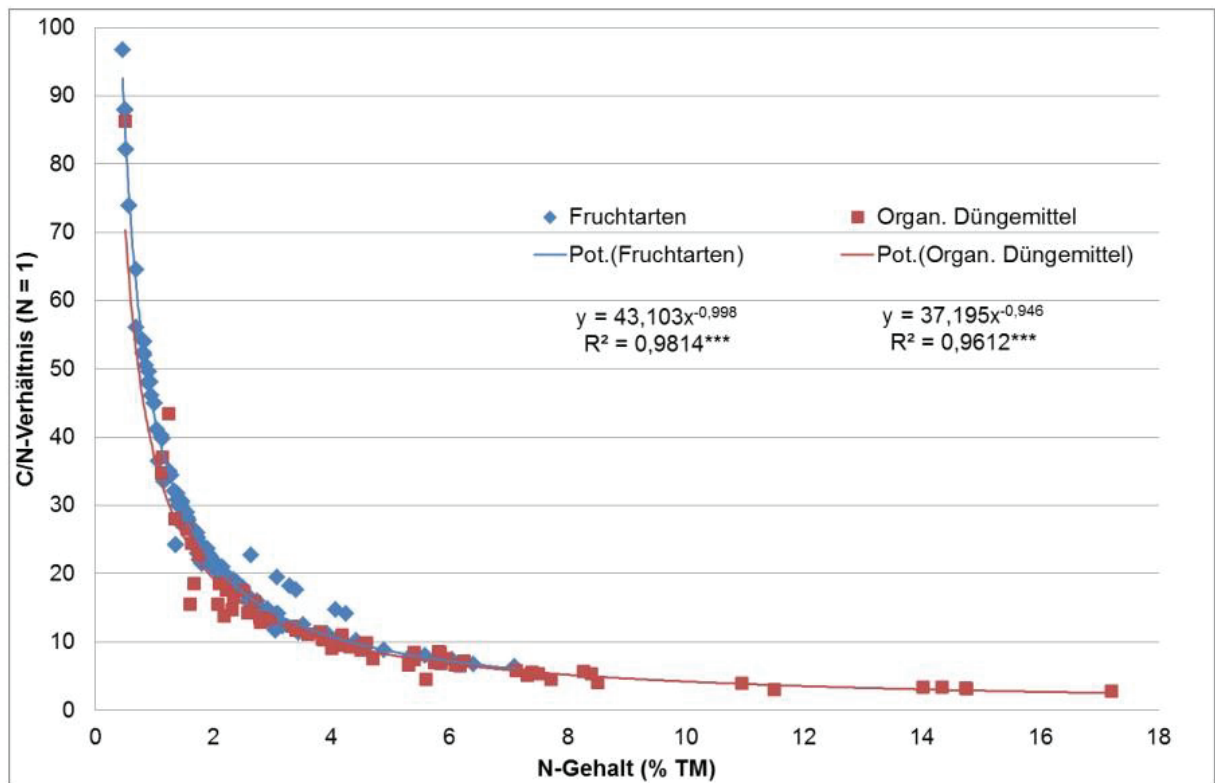


Abbildung 9 Zusammenhang zwischen den N-Gehalten und den C/N-Verhältnissen der organischen Materialien der Fruchtarthen und organischen Düngemitteln im Ökolandbau (Kolbe et al., 2022)

Wenn diese Berechnungsschritte auf den vorliegenden Feldversuch bezogen werden, ergibt sich die Berechnung wie folgt: In der Abbildung 9 ist die verwendete Formel gezeigt und aus der Tabelle 1 (Gehalte an Reinnährstoffen der Fruchtarthen im Ökolandbau) sowie der Tabelle 2 (Überblick über die Einzelergebnisse zu Ernte- und Wurzelrückständen (EWR) der Fruchtarthen) aus Kolbe et al. stammen die Daten, die zur Berechnung nötig waren. (Kolbe et al., 2022) Die, in der Grafik gezeigten Formeln, wurden verwendet um die C/N-Verhältnisse bzw. die N-Gehalte für den Feldversuch zu ermitteln.

4. Ergebnisse

4.1 Festmistuntersuchung

Der betriebseigene Festmist ist ein Erzeugnis aus der Mutterkuhhaltung. Er dient in den letzten Jahren ausschließlich als Dünger auf den Betriebsflächen. Für die Untersuchung wurde eine Probe Festmist entnommen. Dabei wurde sich an die Hinweise für die landwirtschaftliche Praxis des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt gehalten. (Kape, 2020) Die visualisierten Ergebnisse der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle 3 aufgezeigt.

Tabelle 3 Vergleich betriebseigener Festmist und Werte aus verschiedenen Quellen (Landwirtschaft, 2020) und (LfL, 2023)

Parameter in % = kg/dt Angaben der Frischmasse	Betriebseigener Festmist	DüV – Ro.M, Mutterkuh: 0,9 Kälber/a (DüV, 2017)	Rindermist, hoher Einstreu (LfL, 2023)
Trockenmasse	24,8% TM	(19-32 % TM (Raupp & Oltmanns, 2006))	23% TM
Organische Masse	12,88		
Stickstoff ges. als N	0,39	0,46	0,41
Ammonium-N (NH ₄ - N)	0,03	0,012	0,041
Phosphor, ges. als P ₂ O ₅	0,18	0,30	0,21
Kalium, ges als K ₂ O	0,41	0,88	0,81
Magnesium, ges. als MgO	0,11	0,22	0,17

Aus der Tabelle sind Daten aus der DüV und Basisdaten einer Veröffentlichung der LfL zu entnehmen. Auffällig ist, dass einige Vergleichswerte aus den Quellen fast doppelt so hoch sind, wie die in der untersuchten Stichprobe. Leider liegen dem Betrieb keine weiteren Untersuchungsergebnisse von Dung vor, sodass keine betriebseigenen Vergleichswerte herangezogen werden konnten.

Der beprobte Festmist ist der Liegefläche einer Rinderherde entnommen. Diese Fläche ist nicht überdacht und wird in der Regel je nach Witterung alle zwei Tage vorrangig mit Roggenstroh großflächig gestreut. Die Liegefläche wurde um den Jahreswechsel 2021/2022 angelegt und die folgenden vier Monate aktiv gehalten. Um die maximale Lagerungsfrist nicht zu überschreiten, wurde der Dung Ende April auf einer anderen Stelle als Feldmiere aufgeschichtet, um einen höheren Rottegrad zu erreichen.

4.2 Düngung des Versuchs (rechnerische Darstellung)

Der zweijährige Klee grasbestand erbrachte im ersten Schnitt eine Erntemenge von 25 dt TM/ha und im zweiten Aufwuchs einen TM-Ertrag von 15 dt TM/ha. Wenn 54,9 % dieser Menge die eingearbeitete Wurzelmenge darstellt, dann wurden 21,96 dt TM/ha an Erntewurzelrückständen (EWR) zur Mineralisation hinterlassen. Die Berechnung des Düngungseffektes der EWR wurde ebenfalls bei der Sommerweizen-Vorfrucht berechnet. Im folgenden Abschnitt ist der Rechenweg aufgezeigt.

$$\text{Grundformel} \quad f(x) = 43,103 * x^{-0,998}$$

$$\text{C/N-Verhältnis}_{\text{Klee gras}} = 19,1$$

$$\text{C/N-Verhältnis}_{\text{EWR-Klee gras}} = 24,5$$

$$\text{Stickstoffgehalt}_{\text{Klee gras}} = 2,35 \% \text{ N/TM}$$

$$\text{Stickstoffgehalt des EWR}_{\text{Klee gras}} \quad f(24,5) = 43,103 * x^{-0,998}$$

$$x = 1,76 \% \text{ N/TM}$$

$$\text{Menge des EWR}_{\text{Klee gras}} = 1500 \text{ kg TM/ha} + 2500 \text{ kg TM/ha}$$

$$= 4000 \text{ kg TM/ha} * 54,9 \%$$

$$= 2196 \text{ kg TM/ha}$$

$$\text{Stickstoffmenge aus dem EWR}_{\text{Klee gras}} = 1,76 \% \text{ N/TM} * 2196 \text{ kg/ha}$$

$$= 38,65 \text{ kg N/ha}$$

$$\text{Stickstoffmenge}_{\text{Klee gras}} = 2,35 \% \text{ N/TM} * 1500 \text{ kg TM/ha}$$

$$= 35,25 \text{ kg N/ha}$$

Die Stickstoffmenge aus dem $\text{EWR}_{\text{Klee gras}}$ addiert mit der Stickstoffmenge $_{\text{Klee gras}}$ ergibt

$$= 38,65 \text{ kg N/ha} + 39,75 \text{ kg N/ha}$$

$$= 78,4 \text{ kg N/ha}$$

Die eingebrachte Stickstoffmenge aus dem Klee grasbestand auf dem Versuchsfeld VKg sind rechnerisch 78,4 kg N/ha.

Die Berechnung der N-Düngung durch den EWR des Sommerweizens ist im folgendem Rechenabschnitt dargestellt. Die Menge der EWR beträgt bei Sommerweizen 14,8% des Trockenmasseertrages. Der Sommerweizenertrag betrug 40 dt Getreide und war für den Betrieb überdurchschnittlich gut.

$$\text{C/N-Verhältnis}_{\text{EWR-Sommerweizen}} = 48$$

$$\text{Stickstoffgehalt des EWR}_{\text{Sommerweizen}} \quad f(48) = 43,103 * x^{-0,998}$$

$$x = 0,9 \% \text{ N/TM}$$

$$\text{Menge des EWR}_{\text{Sommerweizen}} = 7224 \text{ kg TM/ha (TM/ha bestehend aus Getreide- und Strohertrag)}$$

$$= 7224 \text{ kg TM/ha} * 14,8 \% \text{ (14,8 \% des Ertrages sind EWR)}$$

$$= 1069,15 \text{ kg TM/ha}$$

$$\text{Stickstoffmenge aus dem EWR}_{\text{Sommerweizen}} = 0,9 \% \text{ N/TM} * 1069,15 \text{ kg/ha}$$

$$= 9,62 \text{ kg N/ha}$$

Die eingebrachte Stickstoffmenge aus dem Sommerweizen Ernte- und Wurzelrückständen betrug auf dem Versuchsfeld VSw rechnerisch 9,62 kg N/ha.

In der Variante zwei (V2) wurde eine betriebsübliche Festmistgabe von 8 t gestreut. Die ausgebrachte Stickstoffmenge und das C/N-Verhältnis berechnet sich wie im Folgenden aufgezeigt wird. Zunächst muss die Stickstoffmenge bei 100 % TM berechnet werden.

$$\begin{aligned} \text{Gesamtstickstoffmeng bei 24,8 \% TM} &= 0,39 \text{ N} \\ &= 0,39 \text{ N} : 24,8 \% \text{ TM} \\ \text{Stickstoffmenge} &= 1,57 \% \text{ N bei 100 \% TM} \end{aligned}$$

Zur Berechnung des C/N-Verhältnisses wird die Formel für die organischen Düngemittel aus der Abbildung 9 angewendet.

$$\text{Grundformel} \quad f(x) = 37,195 * x^{-0,946}$$

$$\begin{aligned} \text{C/N-Verhältnis}_{\text{Festmist}} \quad f(1,57) &= 37,195 * x^{-0,946} \\ x &= 24,28 \end{aligned}$$

Es wurde errechnet, dass der verwendete Festmist ein C/N-Verhältnis von 24,28/1 hat. Die aufgebrauchte Stickstoffmenge aus dem Festmist wird im folgenden Abschnitt berechnet.

Der Gesamtstickstoff betrug 0,39 kg/dt. Die Aufwandmenge betrug 80 dt/ha. Wenn diese beiden Werte miteinander multipliziert werden, erhält man 31,2 kg N/ha, dies entspricht der durch Festmist aufgebrauchten Stickstoffmenge.

Nachdem die Düngung des Versuchs rechnerisch betrachtet wurde, folgt weiterführend eine Abbildung. Diese ist aus den ermittelten Ergebnissen der Erntegewichte und den rechnerisch aufgebrauchten Stickstoffmengen erstellt worden. Es soll die Diskrepanz zwischen Stickstoffmenge und produzierter organischer Substanz darstellen.

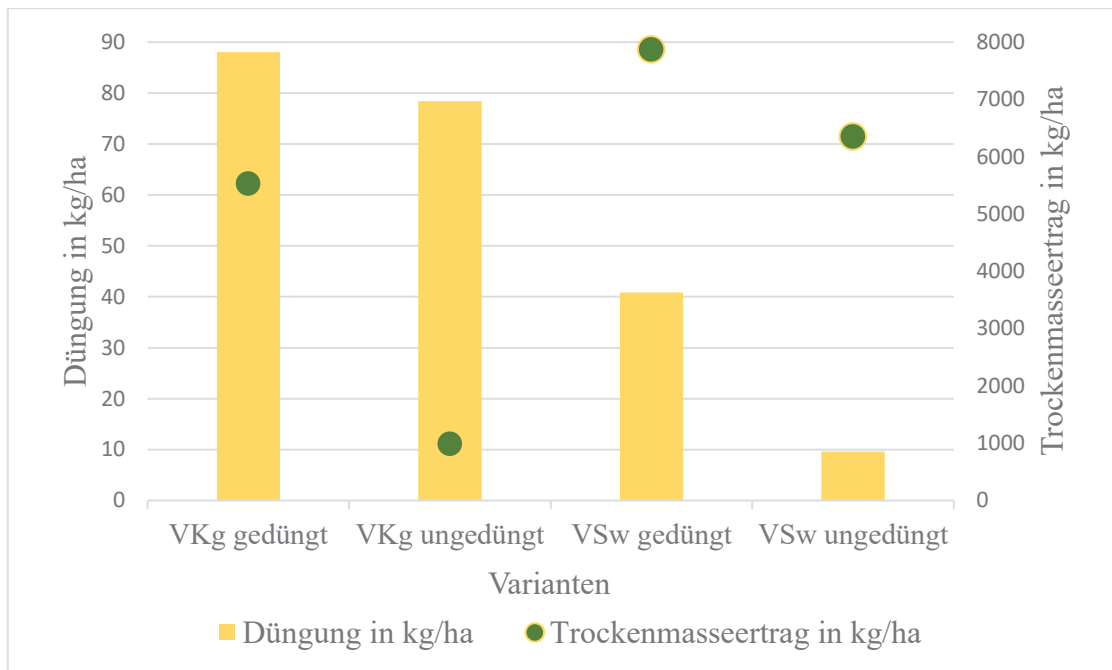


Abbildung 10 Gegenüberstellung von Düngung in kg/ha zum Trockenmasseertrag in kg/ha

Bei den berechneten Stickstoffmengen ist zu beachten, dass diese nicht sofortig und vollumfänglich pflanzenverfügbar sind. Es handelt sich um organisches Material, welches aufgrund seines C/N-Verhältnisses mitunter lange Zeit zur Freisetzung von Stickstoff benötigt. Grundsätzlich gilt festzuhalten, dass je enger das C/N-Verhältnis, desto schneller kann eine Umsetzung erfolgen.

4.3 Bodenuntersuchung

Bevor mit der Anlage des Versuchs auf den Flächen begonnen wurde, wurden Bodenproben gezogen, um zu ermitteln, wie die Ausgangssituation des Stickstoffgehaltes ist. Die Probenahme fand am 21.09.2022 statt. Der Termin wurde gewählt, um möglichst nah am Umbruchstermin zu sein, sodass keine weitere Mineralisation die Ausgangswerte verändert. Es wurden die Bodenschichten von 0-90 cm untersucht, um den Versorgungszustand abschätzen zu können. In der folgenden Tabelle sind die Gehalte an NO₃, NH₄ und N_{min} in kg/ha eingetragen.

Tabelle 4 Vergleich der Bodenuntersuchungsergebnisse, Bodenprobentnahme von 21.09.2022

	Tiefe in cm	NO ₃ in kg/ha	NH ₄ in kg/ha	N _{min} in kg/ha
Vorfrucht	0-30	33	2	35
Kleegras (VKg)	30-60	2	1	3
	60-90	2	1	3
	Gesamt	37	4	41
Vorfrucht	0-30	8	1	9
Sommerweizen (VSw)	30-60	15	1	16
	60-90	2	1	3
	Gesamt	25	3	28

Bei der Parzelle am VKg sind im Vergleich zu der Parzelle VSw höhere Werte ermittelt worden. Im Bereich dicht unter der Grasnarbe sind besonders hohe NO₃-Werte auffällig. Dies ist erstaunlich, da die Fläche am 05.09.2022 für Silogras gemäht worden ist, wodurch ein Entzug der wieder ausgrünenden Grasnarbe und damit einhergehenden niedrigen Werten vermutet wurde. Auf der Parzelle VSw ist der Unterschied zwischen der Bodenschicht von 0 – 30 cm zu der Schicht von 30 – 60 cm auffällig. In der Schicht von 30 – 60 cm ist der NO₃-Gehalt annähernd doppelt so hoch, wie in der darüberliegenden. Dieser Zusammenhang könnte mit der Vorfrucht in Verbindung stehen.

Mit dem folgenden Diagramm werden die Unterschiede der Stickstoffgehalte zwischen den verschiedenen Varianten dargestellt. Die Bodenproben wurden am 23.05.2023 an allen Boniturpunkten gezogen. Hierbei ging es darum, den rechnerischen Entzug der Kultur sowie den

möglichen verfügbaren Stickstoff für die Kornfüllungsphase abzuschätzen und Unterschiede im Bodenvorrat zu ermitteln. Die folgende Abbildung 11 zeigt Nährstoffgehalte in verschiedenen Tiefen und Varianten

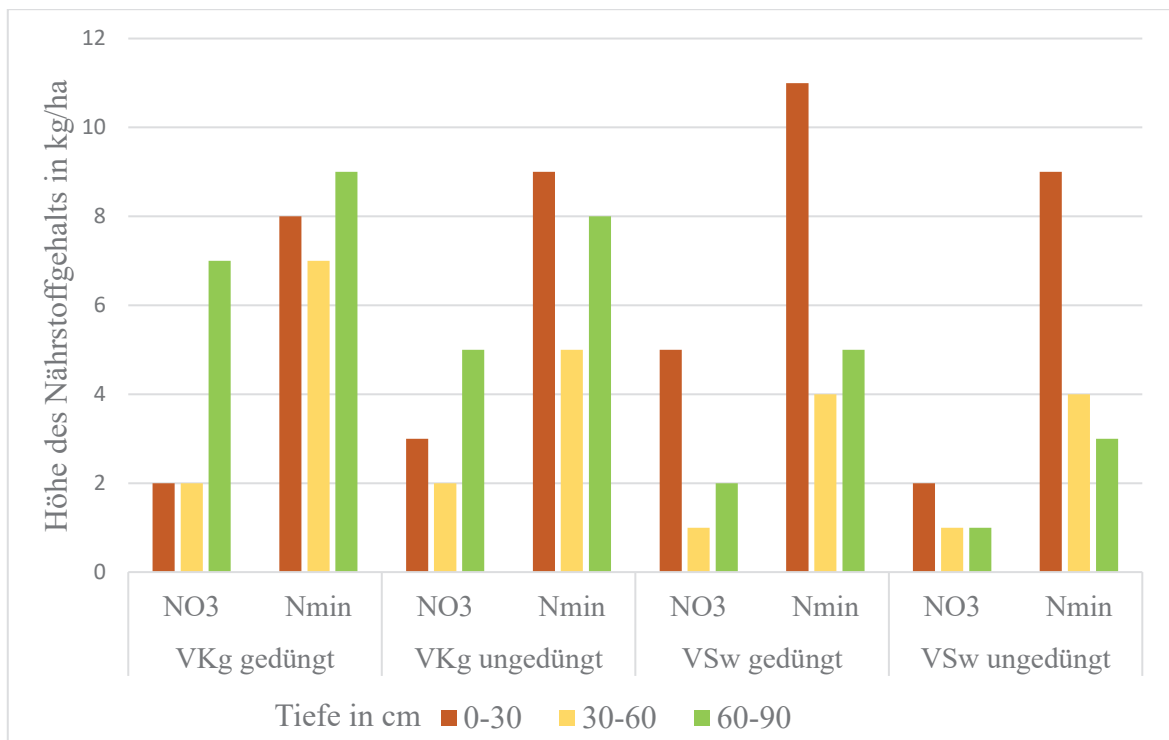


Abbildung 11 grafischer Vergleich der Bodenuntersuchungsergebnisse, Bodenprobentnahme vom 23.05.2023

Auf dem Diagramm sind nur die NO₃ und die N_{min}-Gehalte aus Gründen der Übersichtlichkeit angegeben. Die NH₄-Werte können aus der Differenz der beiden angegebenen Werte berechnet werden. Aus den eingetragenen Werten lässt sich ablesen, dass die Variante VKg insgesamt noch mehr Stickstoff zur Verfügung gestellt hätte als die Variante VSw. Der schlechter entwickelte Wintergerstenbestand sowie die Stickstoffnachlieferung der Vorfrucht sorgen somit für höhere Nährstoffmengen im Bodenvorrat. Die VSw weist vorrangig in der NO₃ Bereitstellung der gedüngten Parzelle doppelt so hohe Werte als in der ungedüngten Parzelle auf. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Klee-grasvorfrucht einen positiven Einfluss auf die Stickstoffbereitstellung hat.

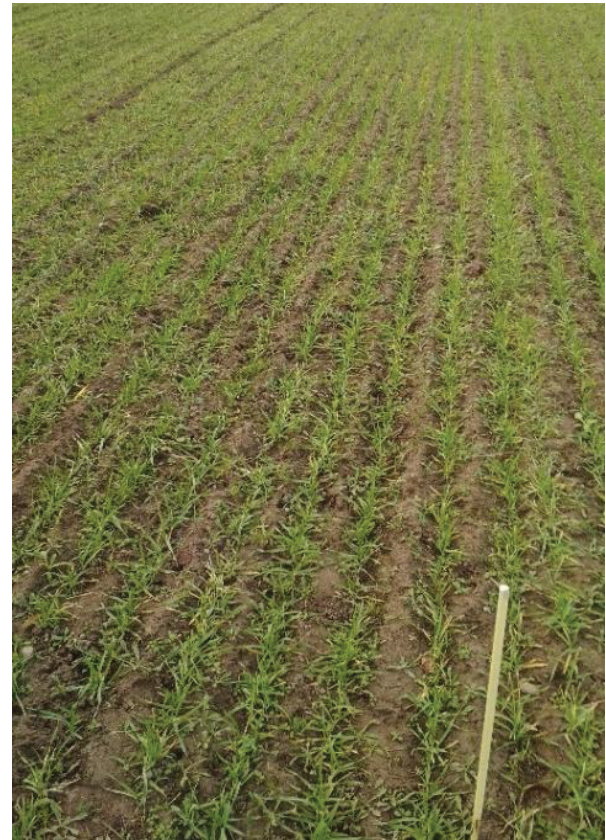
4.4 Ergebnisse der allgemeinen Bestandsentwicklung

Der Feldaufgang erfolgte circa eine Woche nach der Aussaat in einem homogenen Erscheinungsbild. Aufgrund guter Wachstumsbedingungen (siehe Wetterdaten im Oktober) konnte der Bestand sich gut entwickeln. Die erste Bonitur wurde am 11.11.2022 durchgeführt. Hierbei wurden schon Unterschiede in der Pflanzenlänge sowie in der Anzahl der Bestockungstriebe festgestellt. Auf der Parzelle VKg war das Mittel des Pflanzenbestandes im BBCH 21. Des Weiteren betrug die durchschnittliche Pflanzenlänge 13 cm. Die Pflanzen hatten im Durchschnitt drei Laubblätter und waren einmal oder gar nicht bestockt. Der Bestand an der VSw hingegen war, trotz gleicher Saatbettbereitung, weiterentwickelt. Die Pflanzen waren im Durchschnitt im BBCH 23 und hatten eine Länge 10-22 cm. Die Blattanzahl lag zwischen drei und fünf Laubblättern bei durchschnittlich drei Bestockungstrieben. Allgemein stellte sich der Bestand „VSw“ bei der Bonitur besser dar. Somit kann die Aussage getroffen werden, dass nur der Bestand, der auf dem Feld mit der Vorfrucht Sommerweizen die Mindestentwicklung erreicht hatte. Bei der Feldbegehung am 02.12.2022 wurde am Pflanzenbestand VKg zusätzlich zum schlechteren Allgemeinzustand ein vermehrter Fraßschaden von Rehwild festgestellt.

Auf der Abbildung 12 ist der Bestand der Parzelle der VSw zu sehen die Abbildung 13 zeigt den Pflanzenbestand auf der Parzelle VKg.



*Abbildung 12 Parzelle VSw am
04.12.2022 (eigene Aufnahme)*



*Abbildung 13 Parzelle VKg am
04.12.2022 (eigene Aufnahme)*

Mit diesem Bild wird verdeutlicht, wie die Pflanzen sich entwickelt haben und das nur wenige Beikräuter aufzufinden waren. Auf der danebenstehenden Abbildung 13 ist die Pflanzenentwicklung der anderen Versuchsfläche abgebildet. Hier wird erkennbar, dass die Pflanzen wesentlich kleiner und schwächer etabliert sind. Somit wird eine schlechtere Beschattungswirkung gegenüber den hier zahlreich aufzufindenden Beikräutern geleistet.

Der Abstand der Sähereihen betrug 17 cm. Dies ermöglichte eine gute Unkrautbekämpfung mittels Hackstriegel. Aufgrund einer hohen Saatstärke, welche auf beiden Flächen 180 kg/ha betrug, waren die Reihen sehr fest und boten eine standhafte Formation. Dadurch hätte der Striegel sehr scharf gestellt werden können, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad in der Unkrautvernichtung zu erwirken. Bei dem hier angelegten Feldversuch wurde jedoch keine Beikrautbekämpfung durchgeführt. Im Herbst wurde der Boden als zu feucht und somit unbefahrbar eingeschätzt und des Weiteren hätte eine homogene Bewirtschaftung auf beiden Parzellen zu unterschiedlichen Auswirkungen beigetragen.

Wie aus den Wetterdaten zu entnehmen, stieg die Durchschnittstemperatur im April allmählich, sodass das Getreide aus der Vegetationspause kam. Aus diesem Grund fand am 04.04.2023 eine Bonitur statt. Dabei sollten mögliche Schäden am Bestand erfasst werden. Jedoch wurden kaum auffällige Beobachtungen gemacht, vorrangig war der hohe Beikrautbesatz auf dem Feld VKg von Bedeutung.

Bei der Bonitur am 30. April wurde festgestellt, dass sich die Parzelle VKg ungedüngt im BBCH 35 befand. Alle anderen Parzellen des Versuchs waren im BBCH-Stadium 37. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass die gedüngte Variante des VKg weniger Beikraut aufwies und einen insgesamt üppigeren Eindruck machte. Die durchschnittliche Pflanzenlänge betrug 18 cm und war 3 cm länger als die ungedüngte Variante. Die Parzelle VSw wies keine beobachtbaren Unterschiede zwischen den Düngegraden auf. Die Pflanzen hatten eine durchschnittliche Länge von 33 cm und befanden sich im BBCH 37.

Am 23.05.2023 wurde die Abschlussbonitur durchgeführt. Die Bestände waren in den BBCH-Stadien von 57 bis 61, dabei wurden vereinzelte Ähren mit Gerstenflugbrand auffällig. Der gedüngte Bestand der VSw hatte eine Höhe von durchschnittlich 93 cm und war somit 10 cm länger als der Ungedüngte. Diese Unterscheidung konnte in den Varianten VKg nicht getroffen werden. Hier waren die Pflanzenlängen sehr inhomogen und schwankten zwischen 20 bis 60 cm. Die folgende Tabelle 5 zeigt die unterschiedlichen Wachstumsstadien zu den jeweiligen Boniturzeitpunkten.

Tabelle 5 Vergleich der Boniturergebnisse zu den jeweiligen Boniturzeitpunkten

Zeitpunkt	Parameter	VKg ungedüngt	VKg gedüngt	VSw ungedüngt	VSw gedüngt
11.11.20 22 und 02.12.20 22	BBCH	21	21	23	23
	Pflanzenlänge in cm	13	13	10 - 22	10 - 22
04.04.20 23	Bestand nach dem Winter	Fraßschäden von Rehwild in moderatem Umfang		Abgestorbene gelbe Blätter aufgrund üppiger Vorwinterentwicklung	
30.04.20 23	BBCH	35	37	37	37
	Pflanzenlänge in cm	15	18	33	33
	Bemerkung	höchster Beikraut-besatz des Versuchs	Bessere Unterdrückungsleistung aufgrund des dichteren Bestandes	Kaum Unkrautdruck und gute Unterdrückungsleistung aufgrund guter Bestandsentwicklung	
23.05.20 23	BBCH	57-61		57 - 61	
	Pflanzenlänge in cm	20 - 60		83	93
	Bemerkung	sehr inhomogene Pflanzenentwicklung		Weitestgehend homogener Bestand, vereinzelt Auftreten von Gerstenflugbrand	

Mithilfe der Tabelle sollen die Bestände gegenübergestellt werden, um die Unterschiede der Entwicklung nochmals verdeutlichen.

Mit der folgenden Abbildung 14 soll die Inhomogenität der Fläche VKg verdeutlicht werden. Des Weiteren kann man erkennen, dass auf der linken Bildhälfte die Gerste weiterentwickelt zu sein scheint, als auf der rechten Seite. Bei der rechten Bildhälfte handelt es sich um den ungedüngten Bereich auf dem Versuchsfeld VKg. Der Bestand war dünner und noch nicht so weit entwickelt im Vergleich zu der linken Bildhälfte wo der gedüngte Bereich abgebildet ist.



Abbildung 14 unterschiedliche Bestandsentwicklung auf dem Versuchsfeld VKg (eigene Aufnahme 23.05.2023)

Auf der Abbildung 15 ist das Versuchsfeld VSw zu sehen. Der Gerstenbestand sieht bis auf kleinere Flecken in denen der Bestand etwas kürzer ist, sehr homogen und lückenlos aus. Der rot markierte Randbereich ist wesentlich dünner und schwächer entwickelt. Des Weiteren ist die Verunkrautung in diesem Bereich wesentlich höher als auf dem Rest des Feldes.



Abbildung 15 Versuchsfeld VSw weitestgehend homogener Pflanzenbestand mit auffälligem Randstreifen (eigene Aufnahme 23.05.2023)

Die Begründung für den schlechteren Wuchs auf dem Randstreifen findet sich höchstwahrscheinlich in der Grundbodenbearbeitung. Am Rand wurde bei einer Pflugbreite die Furchentiefe reduziert, was vermutlich die schlechtere Bestandsentwicklung begründet.

4.5 Ernte der Bonitурpunkte

Am 23.05.2023 wurde die Ernte der produzierten oberirdischen Gesamtmasse vorgenommen. Hierfür wurde an jedem Bonitурpunkt ein $\frac{1}{2}$ m² der Pflanzen bodennah abgeschnitten. Auf dem Feld am VKg wurde entschieden, die starke Verunkrautung ebenfalls zu ernten und deren Masse zu bestimmen. Die Erntegewichte zwischen den Varianten sowie zwischen den verschiedenen Feldern fiel unterschiedlich aus. Die Beschaffenheit der Pflanzen auf den Versuchsfeldern unterschied sich sehr in Länge und Stärke des Halmes. Das Erntegut wurde sofort nach dem Schnitt gewogen, um die Frischmasse festzustellen. Darauffolgend wurden die Halme in ca. 10 cm Länge geschnitten, um die Effektivität der Trocknung zu erhöhen. Danach sind die Pflanzenproben vom 24.05. bis zum 26.05.2023 bei 60°C im Trockenschrank der Hochschule Neubrandenburg getrocknet worden, sodass das Trockenmassegewicht bestimmt werden konnte.

Die beiden folgenden Abbildungen sollen den Unkrautbesatz symbolisch gegenüberstellen. Hierbei wird auffällig, dass auf der Abbildung 16 der Besatz an Beikräutern höher als auf der Abbildung 17 ist. Auf der Abbildung 17 ist betriebsüblicher Beiwuchs zu erkennen. In diesem Fall war vorrangig die Kornblume das bedeutendste Beikraut aufgrund des Nährstoffentzugs sowie der einhergehenden Konkurrenz.

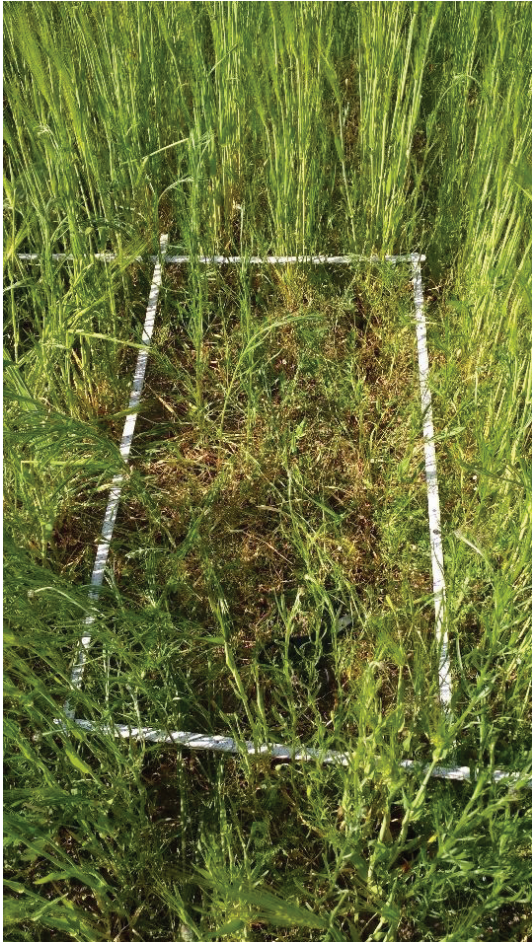


Abbildung 17 Erntebereich Versuchsfeld VKg mit starkem Beikrautbewuchs am 23.05.2023 (eigene Abbildung)



Abbildung 16 Erntebereich Versuchsfeld VSw mit geringem Beikrautbewuchs am 23.05.2023 (eigene Abbildung)

Durch die mangelhafte Entwicklung der Wintergerste und die verdrängende Wirkung der Beikräuter hat sich das Verhältnis zwischen Beikräutern und Getreide verschoben.

In der nachstehenden Tabelle sind die Mittelwerte und deren Standardabweichungen der Erntegewichte von der Frisch- und Trockenmasse eingeordnet.

Tabelle 6 Erntegewichte der oberirdischen Pflanzenmasse von beiden Versuchsfeldern als Frisch- und Trockenmasse, Erntetermin 23.05.2023 (n=x stellt die Anzahl der erhobenen Werte dar)

Parameter	Mittelwert Frischmasse (FM in t/ha)	Standartab- weichung der Proben (FM) s =	Mittelwert Trocken- masse (TM in t/ha)	Standartab- weichung der Proben (TM) s =	TS-Gehalt in %
VSw gedüngt (n=3)	25,91	2,8	7,87	0,4	30,34
VSw unge- düngt (n=3)	19,94	5,6	6,35	1,3	31,83
VKg gedüngt (n=4)	7,67	0,8	5,53	0,1	33,04
VKg unge- düngt (n=4)	2,81	0,6	0,99	0,2	35,31
Beikräuter VKg gedüngt (n=4)	4,76	2,7	1,32	0,6	27,7
Beikräuter VKg unge- düngt (n=4)	3,79	1,8	1,05	0,4	27,8

Vorrangig sind die Ertragsunterschiede zwischen den Feldern auffällig. Hierbei können trotz annähernd gleichem Trockensubstanzgehalt rechnerische Ertragsunterschiede von über 18 t ermittelt werden. Die Standartabweichungen vom Mittelwert bei dem Feld „VSw“ ungedüngt sind größer als bei allen anderen Abweichungen, wobei sich dieser Unterschied nach der Trocknung verliert. Generell kann eine allgemein höhere Standardabweichung der Frischmassen im Vergleich zu den Trockenmassen festgehalten werden.

Neben der Gewichtsbestimmung der Bestände wurden die ährentragenden Halme von 1 m an jedem Boniturpunkt gezählt. Hier wurden erneut große Differenzen zwischen den Varianten festgestellt. Der Schlag VSw hatte die höchsten Ergebnisse. Die V1 hatte im Durchschnitt der drei Boniturpunkte 70 ährentragenden Halme. Die V2 stellte hingegen mit durchschnittlich

dreißig Ähren mehr und einem Durchschnitt von 101 Ähren einen noch besseren Bestand dar. Das Versuchsfeld VKg hatte in der V1 durchschnittlich 33 Ähren und die V2 50 ährentragenden Halme. Die gezählten Ähren lassen eine Ertragsschätzung zu, wenn von der gleichen Kornanzahl je Ähre ausgegangen werden kann. Jedoch waren die Kornanzahlen geringer desto weniger ährentragende Halme vorhanden waren, wodurch eine allgemeine Ertragsschätzung nicht möglich ist. In der folgenden Tabelle wird die Anzahl der ährentragenden Halme gegenübergestellt.

Tabelle 7 Tabellarische Gegenüberstellung der ährentragenden Halme auf einem Meter, ausgezählt am 23.05.2023

	VKg V1 ungedüngt	VKg V2 gedüngt	VSw V1 ungedüngt	VSw V2 gedüngt
ährentragenden Halme	33	50	70	101

Wie aus der Tabelle 7 hervorgeht, ist die Anzahl der ährentragenden Halme stark differenziert. Die weiteste Spanne wird durch einen Unterschied von 72 Ähren dargestellt. Zwischen den gedüngten und ungedüngten Varianten auf einem Feld sind, obwohl nur mit einer moderaten Stallmistgabe gedüngt worden war, Unterschiede von 27 bzw. 31 Ähren eingetreten. Eine ähnliche Beobachtung kann auf den Düngestufen zwischen den Feldern gemacht werden. Das bedeutet der Unterschied zwischen VKg V1 und VSw V1 sowie der Unterschied zwischen VKg V2 und VSw V2 ist jeweils ca. die Hälfte an Ähren.

4.6 Ergebnisse der Beobachtung mit der Canapeo-App und dem N-Pen

Die Bestimmung des Deckungsgrades sollte im Versuchsaufbau mit der Canapeo-App durchgeführt werden. Die Anwendung ist in der Lage schnell und relativ genau, die Bodenbedeckung zu bestimmen. Hierfür muss lediglich ein Bild mit einem Smartphone aufgenommen werden. Dann kann die App aus den grünen, sichtbaren Pflanzenteilen die prozentuale Bedeckung des Bodens errechnen. Während des Versuches ergab sich das Problem, dass die App nicht die Pflanzen unterscheiden konnte. Es wurde lediglich ein Deckungsgrad wiedergegeben. Die erhobenen Daten sind somit nicht vergleichbar, da die Deckungsgrade durch teilweise starke Verunkrautung beeinflusst wurden. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Bonitur eingestellt. (Canopeo Web, 2023)

Der PlantPen oder N-Pen ist ein Gerät, welches mittels der Lichtreflexion den Stickstoffgehalt von Pflanzen ermitteln kann. Der N-Pen ist auf Mais, Weizen und Gerste geeicht. Vorrangig ist er dafür gedacht, den Stickstoffgehalt von Pflanzen zu ermitteln, um ein effizienteres Stickstoffmanagement zu gewährleisten. Das Prinzip der Messung basiert auf dem engen Zusammenhang zwischen Chlorophyll- und Stickstoffgehalt, indem bestimmte Reflexionsindizes vom Chlorophyllgehalt, lichtschtzenden Carotinoiden und anderen Merkmalen lebender Blätter gemessen werden. Aus dieser Korrelation ist das Reflexionsinstrument in der Lage, den N-Wert in Prozent anzugeben. (AlphaOmega-Electronics, 2023) und (Photon Systems Instruments, 2023)

Mit dem PlantPen bzw. N-Pen wurden insgesamt fünf Bonituren durchgeführt. Hierfür wurde jeweils an jedem Bonitурpunkt eine Messreihe von 15 Pflanzen aufgenommen. Die folgende Grafik zeigt die unterschiedlichen Stickstoffgehalte in den verschiedenen Versuchsvarianten.

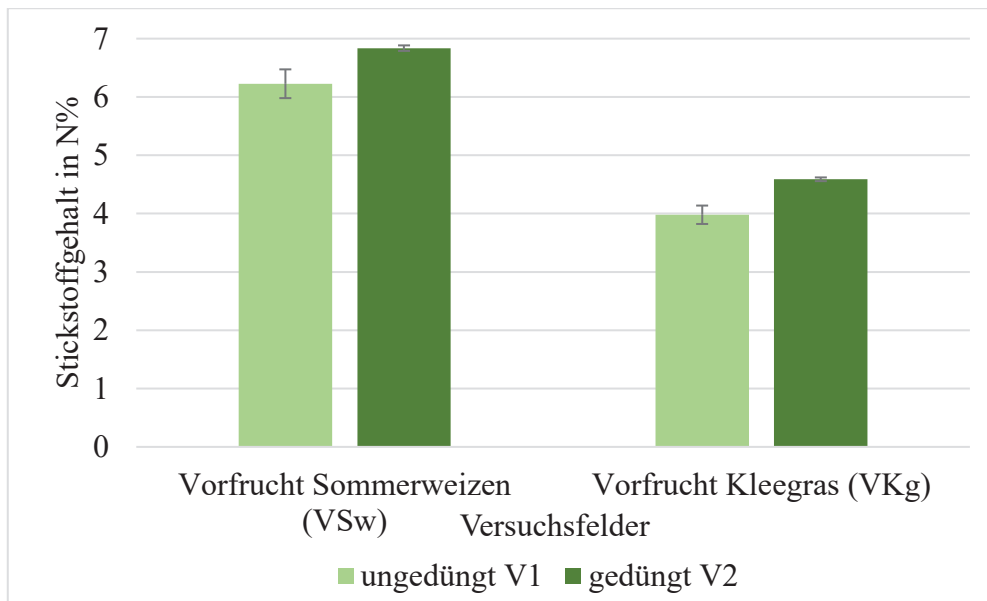


Abbildung 18 Vergleich der gemessenen Stickstoffgehalte bei den unterschiedlichen Versuchsfeldern sowie Versuchsvarianten

In der Abbildung 18 sind zunächst die gemessenen Stickstoffgehalte der verschiedenen Düng- sowie Vorfruchtvarianten gegenübergestellt. Bei der Betrachtung wird deutlich, dass die Wintergerste auf dem VSw-Feld ca. 2 % höhere N-Gehalte aufweist als die Pflanzen im Bestand des VKg-Feldes. Wie schon in der Auswertung dieses Versuches beschrieben, spiegelt sich auch im Stickstoffgehalt in den Blättern die schlechtere Entwicklung wider. Zudem kann eine Wechselwirkung zwischen schlechterer Bestandsentwicklung und geringeren Stickstoffgehalten abgeleitet werden.

Mit den folgenden Grafiken werden die Stickstoffgehalte im zeitlichen Verlauf dargestellt.

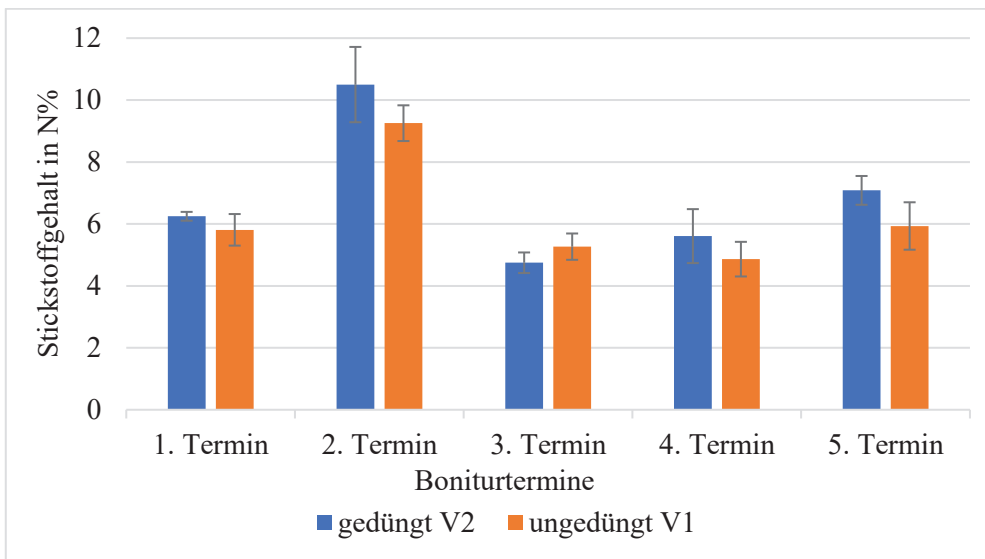


Abbildung 19 Stickstoffgehalte im zeitlichen Verlauf auf dem Feld VS_w

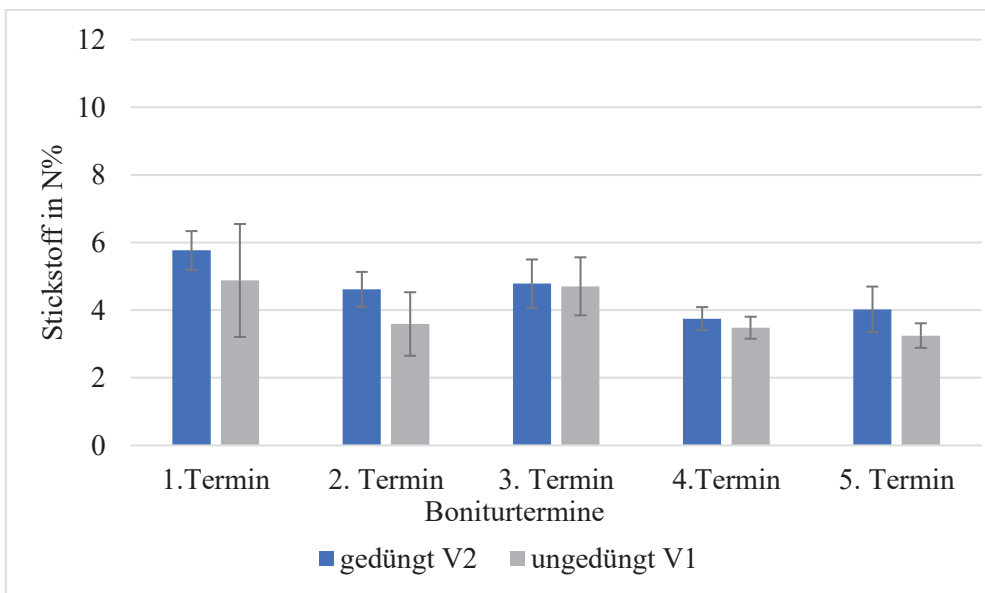


Abbildung 20 Stickstoffgehalte im zeitlichen Verlauf auf dem Feld VK_g

In dem Diagramm der Abbildung 19 ist vor allem der hohe Ausreißerwert am zweiten Boniturtermin auffällig. Dieser deutet auf eine hohe Stickstoffaufnahme vor dem Winter hin. Der Termin 2 war am 02.12.2022 und somit kurz vor dem Vegetationsende. Weiterhin ist festzustellen, dass die N-Gehalte des Bestandes VK_g insgesamt geringer sind. Im Durchschnitt wurden 2 % weniger Stickstoff in den Blättern durch den PlantPen ermittelt. Zu dem ersten und zweiten Boniturtermin stellte es sich als schwierig dar, auf dem Feld VK_g den N-Pen zu verwenden. Der Grund hierfür war die geringe Blattmasse, die teilweise flach auf dem Boden lag.

5. Diskussion

5.1 Hat die Vorfrucht Ackergras Vorteile für die Wintergerste gebracht?

Bei der Anlage des Versuchs wurde vermutet, dass nach der zehrenden Vorfrucht Sommerweizen die Erträge der Folgekultur im Vergleich zum Klee gras schlechter ausfallen würden. Getragen wurde diese Vermutung durch die Ausgangssituation, die nach der Sommerung auf dem Feld aufzufinden war. Der Sommerweizen hatte einen überdurchschnittlichen Ertrag von ca. 40 dt/ha, der betriebsübliche Wert beträgt ca. 20 dt/ha. Aufgrund des hohen Ertrages wurde ein hoher Nährstoffentzug in der Ackerkrume vermutet, welcher sich vorrangig in der unge düngten Variante bei der Bestandsentwicklung bemerkbar machen würde. Die höheren Stickstoffwerte in der Bodenschicht von 30-60 cm wiesen auf eine schlechtere Durchwurzelfähigkeit des Sommerweizens hin und ließen auf eine leichte Pflugsohlenverdichtung schließen. Die Vermutung, dass eine leichte Pflugsohlenverdichtung vorliegen könnte, wurde durch den spürbar höheren mechanischen Widerstand beim Einschlagen des Bohrstockes bestätigt. Allgemein wurde bei den Bodenbeprobungen nach den Hinweisen für die landwirtschaftliche Praxis des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt vorgegangen, um Messfehler zu verringern (Kape, 2020).

Der Feldversuch der vorliegenden Arbeit hat gezeigt, dass das Klee gras keine Vorteile für die Entwicklung des Gerstenbestandes gebracht hat. Es wurde sogar festgestellt, dass im Vergleich zur Sommerweizen vorfrucht Nachteile eingetreten sind.

Die allgemeine Meinung über Klee gras als Vorfrucht fällt dennoch positiv aus. Es wird bei einigen Folgekulturen sogar vor Luxuskonsum gewarnt. Vor allem im Ökolandbau ist Klee gras aufgrund der Stickstofffixierung und der Humusmehrung ein wichtiges Fruchtfolgeglied. (Pencs, et al., 2022)

Jedoch ist in diesem Versuch, unter den Jahres- und Versuchsbedingungen, ein gegenteiliges Ergebnis herausgekommen. Die nachteiligen Bedingungen der Wintergerste aufgrund des Klee grasses sind mannigfaltig. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Systemfehler in der Versuchsdurchführung zu dem vorliegenden Ergebnis geführt haben. Hierbei könnte das nicht durchgeführte Mulchen des Klee grasbestandes oder die relativ geringe Furchentiefe und somit eine mangelhafte Bodenlockerung diskutiert werden. Diese Parameter wurden nicht als Untersuchungsgegenstand festgesetzt und sind als gegeben anzusehen. Trotz der symbiontischen Stickstofffixierung und der erhöhten Düngung mit organischen Materialien sind erwartete

Mehrerträge ausgeblieben. Diskutabel bleibt, warum der Gerstenbestand auf dem Feld VKg sich nur dementsprechend etablieren konnte. Hierzu werden verschiedenste Vermutungen angeführt. Zunächst wäre eine zu geringe Bodenlockerung anzunehmen, da Gerste sehr empfindlich auf Bodenverdichtungen reagiert (Berendonk, et al., 2011, S. 387). Diese könnte aufgrund der geringen Furchentiefe, einer Pflugsole oder zu hoher Verdichtung durch die Packer entstanden sein. Jedoch kann diese Vermutung weitestgehend ausgeräumt werden, da die Packer sowie die Bearbeitungstiefe auf beiden Feldern gleich waren. Eine Pflugsolenverdichtung könnte vermutet und nicht vollkommen ausgeschlossen werden, jedoch hätte hierbei die Gerste nicht schon in der Jugendentwicklung solch Entwicklungsunterschiede zwischen den Feld VKg und dem Feld VSw gezeigt. Auf der Abbildung 15 ist zu sehen, dass sich die Bodenlockerung nicht grundsätzlich negativ ausgewirkt hat. In dem abgebildeten Randbereich wurde die tiefgreifende Grundbodenbearbeitung, wie sie von der Wintergerste gefordert wird, nicht ordnungsgemäß durchgeführt. Aufgrund der fehlenden Lockerung des Bodens reagierte die Gerste mit mangelhafter Bestandsentwicklung. Der Zusammenhang wurde darauffolgend, durch eine höhere Verunkrautung und dem damit einhergehenden Konkurrenzverlust verstärkt. (Berendonk, et al., 2011, S. 387) Ein weiterer Grund könnte zu tiefe Saatgutablage oder zu intensive mechanische Unkrautbekämpfung sein. Die Ablagetiefe des Saatgutes war auf beiden Feldern gleich eingestellt und konnte aufgrund der homogenen Saatbettverhältnisse gleichmäßig durchgeführt werden. Bei der Unkrautbekämpfung hätte vermutlich ein scharfer Striegelstrich den sowieso geschwächten Bestand auf der Parzelle VKg in eine zusätzliche Stresssituation versetzt. Weiterhin ist zu erwähnen, dass durch die milden, aber sehr feuchten Witterungsbedingungen keine Vertrocknung des ausgerissenen Unkrautes erreicht worden wäre. Vielmehr wäre nur eine Verzögerung durch Verschüttung eingetreten, was den geschwächten Bestand zusätzlich belastet hätte. Die Überlegung, dass unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Saatbettbereitung oder in der Bestandsführung zu den Unterschieden in der Entwicklung geführt haben, kann aufgrund der Gleichbehandlung der Felder ausgeschlossen werden (Wilbois, et al., 2004).

Als Erklärungsansatz könnte der erhöhte Nährstoffentzug durch die Beikräuter angeführt werden. Der immense Aufwuchs an Unkräutern, vorrangig der Kornblume, könnte in der späteren Entwicklungs- und Reifephase zu einer Nährstoffkonkurrenz geführt haben. Dieser Ansatz kann jedoch durch das frühe Auftreten der Minderentwicklung entkräftet werden.

Als Hauptursache für die schlechtere Entwicklung der Wintergerste wird die Vermutung angeführt, dass der eingebrachte unzerkleinerte Klee grasbestand eine mechanische Sperrschicht hervorgerufen hat. Des Weiteren wurden große Bestandteile der Grasnarbe aufgrund des wei-

ten C/N-Verhältnisses vermutlich nur langsam zersetzt. Dieses hat zusätzlich zu einer Stickstoffimmobilisation geführt, wodurch kein bzw. kaum Stickstoff für die Pflanzenversorgung zur Verfügung stand (Kolbe et al., 2022). Somit bleibt diskutabel, ob der Stickstoffgehalt in der Bodenlösung verantwortlich für die schlechte Bestandsetablierung ist. Bei dem Versuch von Wald et. al. wurde festgestellt, dass nach ausschließlicher Pflügen im Vergleich zur Rototillerbearbeitung und folgendem Pflugeinsatz geringere Stickstoffmengen freigesetzt wurden (Wald, et al., 2001). Das Ergebnis des Versuchs von Wald et. al. lässt die Varianten in Betracht ziehen, dass bei feiner Zerkleinerung sich die Oberfläche vergrößert und dementsprechend auch der Erfolg der Einmischung in den Boden. Des Weiteren könnten bessere Mineralisationsbedingungen die Folge sein. Für eine Bestätigung dieser Annahme hätte eine extra Versuchsvariante angelegt werden müssen. Dennoch kann der Umstand der scheinbar geringeren N-Verfügbarkeit aufgrund der hierfür unzureichenden Datengrundlage nicht vollumfänglich aufgeklärt werden. Wenn diese Vermutung der Grund sein sollte, hätten während der Versuchsdurchführung mehr Bodenproben gezogen werden müssen, um mögliche Veränderungen aufzuzeigen.

Die markanten Unterschiede zwischen den gedüngten und den ungedüngten Varianten kann mit der allgemein positiven Wirkung von Festmist begründet werden, denn die eingebrachte Menge von 31,2 kg N/ha kann nicht allein für so einen Unterschied sorgen. Jedoch könnte die eingebrachte N-Menge einer Immobilisation entgegengewirkt haben.

Die Wechselwirkung, zwischen Leguminose und Festmist müsste in einem Feldversuch mit längerer Laufzeit geklärt werden. Hierfür wäre eine Anlage aus synthetisch erzeugtem Mist eine effiziente Methode, um die Inhomogenität des Dungs zu minimieren. Des Weiteren könnten verschiedene Leguminosen als Vorfrucht in Betracht kommen. Hierbei müsste der Priming Effekt untersucht werden, der je nach Art der Leguminose unterschiedlich ist (Raupp, 2005). Eine Immobilisierung des Mineralstickstoffs kann bei negativen Priming Effekt ebenfalls die Folge sein (Rührer, et al., 2004). Das kann hier aufgrund des besseren Wachstums auf der gedüngten Parzelle ausgeschlossen und ein eher positiver Effekt des Festmistes angenommen werden.

In anderen Versuchen ist beschrieben, dass die hauptsächliche Stickstoffversorgung vom Boden herrührt. Der Frucht des Vorjahres und der Mineralisierung der Humusschicht wird ein weiterer Teil zugeschrieben. Dabei wurde deutlich, dass 80-90 Prozent des Stallungstickstoffs in organisch zersetztem Dung gespeichert wird. Dieser bewirkt langfristig den Erhalt

des Humusvorrats und erhält die Mineralisierungskapazität des Bodens. (Granstedt & Kjellenberg, 2019)

Vor allem kann organische Düngung für ein hohes Ertragsniveau und für höhere C_{org} -Gehalte sorgen, das zeigen Versuche im Gemüsebau. Vorrangig nimmt Stallmist in Kombination mit dem Anbau von Leguminosen die größte Bedeutsamkeit ein. Zwischenfrüchte haben eher wenig Einfluss auf den C_{org} -Gehalt im Boden. Die organische Düngung, besonders mit Stallmist, aber auch Grüngutkompost und Gülle bewirkten die höchste Stickstoffanreicherung im Boden. Hinsichtlich der Gehalte an Gesamtnährstoffen (P, K, Mg) im Boden sind unterschiedliche Versorgungen aufgefallen, dennoch war hierbei die hierarchische Abfolge ebenfalls Stallmist, Grüngutkompost und Gülle. (Kolbe et al., 2022) Es wurde erforscht, dass C/N-Verhältnisse von 20 – 35 oder N-Gehalte zwischen 2,0 – 1,2% N als kritisch in der Umsetzung gesehen werden. Ab C/N-Verhältnissen von 30:1 kann mit einer zunehmenden Festlegung gerechnet werden. Die Folge daraus ist, dass Stickstoff in der Bodenlösung knapper wird. Weiterführend kommt es dazu, dass Bodenlebewesen, um Ab- und Umbauprozesse fortzusetzen, freien Stickstoff aufnehmen, wodurch sogar N_{min} -Werte sinken können. (Kolbe et al., 2022) Aus einer anderen Quelle geht hervor, dass bei „[...] einem C/N-Verhältnis von ca. 25 [...] aus der organischen Substanz weder Stickstoff abgegeben noch N_{min} mikrobiologisch festgelegt [wird].“ Zudem heißt es, wenn das C/N-Verhältnis sehr weit ist und mehr Stickstoff benötigt als freigesetzt wird, kann es zu einer N-Aufnahme aus der Bodenlösung kommen. (Blume, et al., 2010, S. 405)

In einem aeroben Inkubationsversuch wurde beobachtet, wie sich die N_{min} -Gehalte nach organischer Düngung im Boden ohne Pflanzenbewuchs verhalten. Dabei wurde beobachtet, dass die N_{min} -Gehalte zunächst sanken und anschließend wieder anstiegen. Dieses Verhalten war auf eine kurzfristige Immobilisation des mineralischen Stickstoffs des Bodens zurückzuführen und wurde bei allen 10 Versuchssubstraten festgestellt. Rindermist erbrachte nach 70 Tagen Inkubationszeit, was 200 Feldtagen entspricht, einen positiven düngerbedingten N_{min} -Gehalt. Hingegen wurde ermittelt, dass bei Grüngut-Fertigkompost die N_{min} -Werte sogar unter den Werten der ungedüngten Kontrollprobe lagen, was auf eine langfristige Festlegung von Stickstoff hindeutet (Adam & Engels, 2019). In der folgenden Grafik ist der Zusammenhang zwischen Festlegung und Freisetzung schematisch dargestellt. Boxberger et al. kommt zu dem Schluss, dass „[je] nach verwendetem Düngemittel liegt die Schwelle zwischen Netto-N-Mineralisierung und Netto-N-Immobilisierung bei einem C/N-Verhältnis von 15-40 : 1.“ (Boxberger, et al., 2020, S. 78)

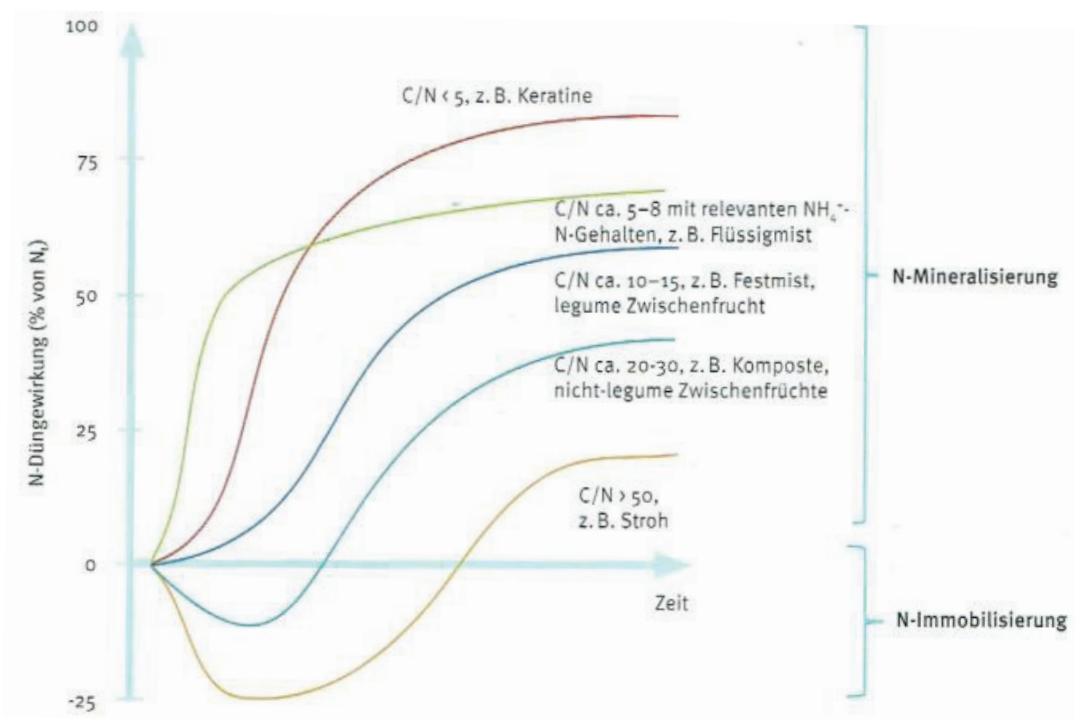


Abbildung 21 Schematischer Verlauf der N-Immobilisierung und der N-Remineralisierung in der Abhängigkeit des C/N-Verhältnisses (Boxberger, et al., 2020, S. 78)

Anhand dieser Grafik wird das Abbauverhalten von organischen Materialien vorstellbar visualisiert. Auf der Abbildung ist die zeitliche Komponente sehr gut ins Verhältnis mit dem Ausgangsstoff gebracht worden. Man kann erkennen, dass das C/N-Verhältnis in engen Wechselbeziehungen mit verschiedensten Bedingungen steht.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Düngung mit Leguminosen durchaus möglich und effektiv sein kann. Der Einfluss auf die Geschwindigkeit des Umbauprozesses wird durch die physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften bestimmt. Des Weiteren haben die Bodenfeuchtigkeit, die Temperatur, der pH-Wert, der Lufthaushalt und die Nährstoffverfügbarkeit einen Einfluss. (Kolbe, et al., 2022)

Auf den Versuch bezogen kann gesagt werden, dass die C/N-Verhältnisse die zwischen 19 - 24,5:1 schwankten, in allen eingesetzten Düngemitteln hoch angesiedelt waren. Aufgrund dieses Umstandes lassen sich zwei Thesen ableiten, warum sich der Bestand auf dem Feld VKg nicht gut entwickeln konnte. Die erste These ist, dass die Immobilisation des Stickstoffs dazu geführt hat, dass die Pflanzen nicht ausreichend versorgt waren. Die zweite Vermutung ist, dass das organische Material eine mechanische Sperrschicht gebildet hat, welche zur maßgeblichen Beeinträchtigung des freien Wurzelwachstums beigetragen hat.

5.2 Hat Festmist eine positive Wirkung gebracht?

Im Versuchsaufbau für die vorliegende Arbeit hat Festmist bonitierbare Vorteile für die Entwicklung der Gerstenbestände gebracht. Es konnte festgestellt werden, dass die Erträge sowie die Nmin-Gehalte im Boden höher als auf den ungedüngten Flächenabschnitten waren.

Die Düngung konnte mit dem N-Pen, den Ernteergebnissen der Frisch- und Trockenmassengewichte und in der Pflanzhöhe bei der Abschlussbonitur am 23.05.2023 mit positiven Ergebnissen erfasst werden.

Der über den Sommer 2022 angerottete Festmist hat trotz geringer Aufwandmenge seine gute und schnelle Stickstoffverfügbarkeit aufgezeigt. (Berner & Messerli, 2009) Der Vorgang der Rotte ist vorrangig durch die verschiedenen Abbau- und Umbauprozesse der Mikroflora getragen, aber auch die chemische und physikalische Beschaffenheit des Ausgangsmaterials sowie die herrschenden Umweltbedingungen wirken auf die zersetzbare organische Substanz ein. (Raupp & Oltmanns, 2006) Der im Versuch verwendete Festmist besaß einen geringen Trockenmasseanteil, welcher auf einen hohen Wassergehalt schließen lässt. Dieser kann durch die Freilandlagerung mit dem Einfluss von gespeichertem Regenwasser begründet werden. Die reine Düngewirkung aufgrund der Stickstofflieferung bleibt diskutabel, da die rechnerische Menge nur 31,2 kg N/ha beträgt. Möglich wären positive Priming Effekte wie sie von Raupp in einem Inkubationsversuch festgestellt worden sind. (Raupp, 2005) Auf beiden Feldern konnte in den Bodenproben sowie in den Messungen mit dem N-Pen höhere Stickstoffwerte nach der Anwendung vom Mist festgestellt werden. Es waren sogar eine positive Beeinflussung der TM-Erträge messbar. Wachstumsunterschiede waren visuell nur auf dem Feld VKg mit einer besseren Bestandsentwicklung in der gedüngten Variante zu erkennen. Hier hatte der Dung eine positive Auswirkung auf die vermutete Stickstoffimmobilisierung. Dies führte dazu, dass der Gerstenbestand tendenziell besser versorgt war. Dieser Zusammenhang des sichtbaren Unterschiedes ist in der Abbildung 14 gezeigt.

5.3 Fehlerbetrachtung

5.3.1 Versuchsanlage und -durchführung

Der Betrieb liegt auf der Insel Usedom und hat durch seine unmittelbare Nähe zum Achterwasser ein maritim beeinflusstes Klima. Typisch für einen solchen Standort ist der häufige und stark auftretende Tau. Durch die Wassernähe ergibt sich eine höhere Persistenz der Temperatur, wodurch die Temperaturänderung verzögert wird. Dennoch können ähnliche Zusammenhänge zwischen den Wetterdaten des Standortes mit denen des Deutschen Wetterdienstes beobachtet werden. Die Anzahl an heißen Tagen nahm in den letzten 70 Jahren um das Dreifache zu. Damit stiegen die Häufigkeit und Intensität von Hitzeperioden. Weiterhin ist zu beobachten, dass Eistage seltener wurden. Der Niederschlag hat deutschlandweit zugenommen, jedoch hat sich die Verteilung über das Jahr verändert. Die Niederschläge im Frühsommer sanken, die Sommer verzeichneten lange Trockenphasen und die Winter wurden tendenziell nasser. (Deutscher Wetterdienst, 2021) Der Versuchsstandort hat folglich mit den gleichen witterungsbedingten Problemen wie andere Teile Deutschlands zu tun.

In Anbetracht der Versuchsdurchführung auf Praxisflächen kommen im Vergleich zu Versuchsstationen noch zusätzliche Probleme hinzu. Die Versuchsanlage auf einem landwirtschaftlichen Betrieb stellt sich aufgrund von mehreren Faktoren als schwierig dar. Es müssen verschiedene Umstände wie z.B. Fruchtfolgerotation und die langjährige Vorbewirtschaftung berücksichtigt werden. Die Versuchsflächen für die vorliegende Arbeit wiesen eine weite Distanz zueinander auf, wodurch Unterschiede im Mikroklima nicht auszuschließen sind. Der Baumbewuchs am Feldrand von VKg und die Form des bewirtschafteten Stückes stellten sich völlig anders als auf dem Feld VSw dar. Aufgrund der unterschiedlichen Form kann eine Beeinflussung des Pflanzenwachstums nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnissicherheit hätte sich durch einen mehrjährigen Versuchsaufbau und mehr Wiederholungen innerhalb des Versuchs auf unterschiedlichen Versuchsflächen mit annähernd gleicher Bodenwertzahl erhöht. Vorrangig hätten somit die Unterschiede aus der Historie der Flächen eliminiert werden können. Des Weiteren hätte die Randomisierung der Lage der unterschiedlichen Varianten weiter ausgebaut werden können. Hierzu hätte z.B. der Schlag VSw kleinteiliger in die Düngevarianten unterteilt werden müssen, wodurch die Sicherheiten der Ergebnisse erhöht worden wäre. Positiv kann bei der Versuchsanlage die einheitliche Bodenbeschaffenheit sowie die homogene Bearbeitungsweise festgehalten werden (Bruckner & Droscha, 2019-2024).

Bei der Lagebestimmung der Boniturspunkte im Feld wurde auf genügend Abstand zu den Feldrändern bzw. zu den Variantenrandbereichen geachtet. Des Weiteren wurde im Vorfeld anhand von Satellitenbildern versucht, Bodenunterschiede zu erkennen und deren Einflüsse zu eliminieren. Die Versuchsdurchführung wurde akribisch dokumentiert. Es wurde darauf geachtet, dass wichtige Arbeitsgänge auf den Versuchsflächen zeitnah zueinander durchgeführt wurden. Die Gleichheitsregel wurde bei allen Arbeitsschritten als Maßstab angesetzt, um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten (Wilbois, et al., 2004).

Die Diskussion über eine gelungene Versuchsanlage mit wissenschaftlichem Charakter kann somit teilweise bejaht werden. Dabei wurde darauf geachtet, Praxisbedingungen sowie Versuchsanforderungen einander anzugleichen und Versuchsfehler zu minimieren (Stemann, 2012).

5.3.2 Datenerhebung und Auswertung der Daten

Die Datenerhebung erfolgte auf beiden Flächen immer am gleichen Tag und alle Daten wurden von der gleichen Person erhoben. Dies diente der Vermeidung von Erhebungsfehlern. Größtenteils wurde die Datenerhebung durch Auszählen, Abwägen oder der Anwendung von Boniturschemata erfasst. Bei der Auswertung der Ergebnisse wurden vorrangig Verhältnisse oder Mengen miteinander verglichen. Die Bonitur mit dem N-Pen stellte sich teilweise als schwierig oder ungenau heraus. Auf dem Feld VKg war hauptsächlich in der Jugendphase des Bestandes die Blattmasse zu gering beziehungsweise wurde sie durch Regen auf den Boden gedrückt. Hierdurch mussten teilweise für die Messung die auf dem Boden haftenden Blätter aufgenommen werden, wodurch nicht immer das jüngste und somit stickstoffreichste Blatt beprobt worden ist. Des Weiteren kann die Datenmenge von 15 Blättern an jedem Boniturspunkt nur als mäßig genau eingestuft werden.

Die Bestimmung des Deckungsgrades sollte im Versuchsaufbau mit der Canapeo-App durchgeführt werden. Die Anwendung ist in der Lage, schnell und relativ genau die Bodenbedeckung zu bestimmen. Während des Versuches ergab sich das Problem, dass die App nicht die Gerste von den Beikräutern unterscheiden konnte. Es wurde lediglich ein Deckungsgrad wiedergegeben. Das Bestreben war jedoch mit Verwendung der App Daten zu sammeln und damit ein Vergleich über die unterschiedliche Üppigkeit der Bestände zu erstellen. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Bonitur eingestellt. (Canopeo Web, 2023)

6. Zusammenfassung

Die Thesis dieser Arbeit ist die „Entwicklung der Wintergerste in Abhängigkeit der Düngung und Vorfrucht im ökologischen Landbau“. Die Zielsetzung war es zu ermitteln, wie sich die Vorfrucht und die Düngung auf den Ertrag auswirken. Um der Beantwortung dieser Forschungsfrage näher zu kommen, wurde ein zweifaktorieller Feldversuch auf einem langjährig ökologisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieb angelegt. Es gab zwei Düngestufen entweder keine Düngung oder eine betriebsübliche Gabe von 8 t Rinderfestmist. Die Vorfruchtunterschiede wurden durch Sommerweizen und zweijährigem Klee gras dargestellt. Hierbei wurde vermutet, dass die Bestandsentwicklung nach dem Sommerweizen schlechter als nach dem Klee gras ausfallen würde. Diese Annahme stützte sich auf den hohen Nährstoffentzug des Weizens. Dem Klee gras wurde hingegen ein hoher Vorfruchtwert auf Grund der Stickstofffixierung zugesprochen. Vor der Saatbettbereitung, die mit einem Pflug auf ca. 21 cm Tiefe durchgeführt worden ist, wurden Bodenproben auf beiden Flächen gezogen, um die Stickstoffvoraussetzungen für die Bestandsetablierung besser abschätzen zu können. Um während der Wachstumsphase immer die gleichen Boniturstellen zu bemessen, ist vor der Versuchsanlage durch ein Luftbild und dem Versuchsplan die Lage entsprechend festgelegt worden. Anschließend wurden diese nach der Bestellung der Felder über GPS auf der Parzelle markiert. Insgesamt ist während der Wachstumsphase fünfmal der Stickstoffgehalt an den Boniturstellen mit einem N-Pen gemessen worden. Des Weiteren wurde die Anzahl der ährentragenden Halme ausgezählt sowie die Beerntung von 0,5 m² zur Bestimmung der Frisch- und Trockenmasse vorgenommen. Während der Blühphase des Bestandes wurden noch einmal Bodenproben gezogen, um die Stickstoffmenge abzuschätzen, die theoretisch noch für die Kornfüllungsphase verfügbar wäre.

Der Versuch hat andere Ergebnisse hervorgebracht als zunächst erwartet. Das Klee gras als Vorfrucht hat keine Entwicklungsvorteile für die Wintergerste gebracht, sondern eher verschlechternde Wirkung gezeigt. Die Fläche, auf der der Sommerweizen im Jahr zuvor stand, hatte hingegen den Erwartungen einen hohen Ertrag. Der Einfluss der Vorfrucht wurde entgegengesetzt den Erwartungen dennoch stark deutlich. Die Entwicklung der Wintergerste wurde mit der Festmistgabe gefördert, dies war mit dem N-Pen messbar, sowie bei der Auswertung der Frisch- und Trockenmassen erkennbar.

Die Vermutung, warum der Gerstenbestand sich nach dem Klee gras nicht gut entwickeln konnte, beruht auf der Annahme, dass die eingebrachte organische Masse zu einer Stick-

stoffimmobilisation geführt hat. Neben der Immobilisation wird zusätzlich noch eine mechanische Sperrschicht vermutet, die das Wurzelwachstum eingeschränkt hat.

Zusammenfassend wurde die Erkenntnis gewonnen, dass unter den Jahres- und Versuchsbedingungen der Anbau von Wintergerste nach Klee grasvorfrucht nicht zu empfehlen ist. Jedoch sollte bei der Betrachtung der Ergebnisse auf die Einjährigkeit des Versuchs sowie auf die Standort- und Anbauverhältnisse Rücksicht genommen werden.

7. Literaturverzeichnis

- Adam, A., Engels, C. (2019, 22. 10). Methodische Untersuchung der Abbaustabilität von organischen Düngern im Boden im Inkubationsversuch. Berlin, HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN Lebenswissenschaftliche Fakultät; Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften.
URL: https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/2020/Q1_2020/Humboldt_Uni_Bericht.pdf
- AlphaOmega-Electronics. (2023). Von <https://www.alphaomega-electronics.com/en/psi-photon-systems/5667-n-pen-n-110-nitrogen-analyzer-plantpen.html> abgerufen am 30. 12 2023
- Bartelt, D. (2021). Wetterdaten Standort Warthe. private Aufzeichnungen. Warthe (1997 - 2021), Mecklenburg-Vorpommern (nicht veröffentlicht).
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). (2019, 19. 08) Fruchtfolge. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF).
abgerufen am: 26.12.2023,
URL: <http://www.lfl.bayern.de/cms07/ipz/gruenland/092699/index.php>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). (2023, 20.11) Basisdaten (Düngeberatung/Düngerecht). Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF).
abgerufen am: 26.12.2023,
URL: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/basisdaten24_alle_tabellen_20231121.pdf
- Berendonk, C., Böttinger, S., Demmel, M., Dietsch, H., Dissemond, A., Estler, M., Haumann, G., Herrmann, A., Hochberg, H., Holtschulte, B., Honermeier, B., Köpke, U., Kramer, H., Kropf, U., Kutzbach, D., Lorleberg, W., Entrup, N. L., Matthies, H., Meßner, H., (...), Windt, A. (2011). Lehrbuch des Pflanzenbaues Band 2: Kulturpflanzen (3. Auflage). AgroConcept, Bonn.
- Berner, A., Messerli, N. (2009). Bodenfruchtbarkeit Mist aufbereiten. Liebegg, Fachstellen Landwirtschaft, Biolandbau: 5722 Gränichen.
URL: https://www.bioaktuell.ch/fileadmin/documents/ba/Pflanzenbau/Mistaufbereitung_2009-Liebegg-FiBL.pdf
- Blume, H.-P., Brümmer, G. W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.M. (2010). Scheffer / Schachtschabel - Lehrbuch der Bodenkunde (16 Aufl.). Spektrum Akademischer-Verlag, Heidelberg.

- Böhm, H., Daubner, J., Dehler, M., Gallardo, D. A., Witte, T., Fuß, R., Höppner, F., Langhof, M., Rinke, N., Rodemann, B., Rühl, G., Schittenhelm, S. (2020). Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review, *Journal für Kulturpflanzen*, 72 (Seiten 10-11), (S. 489-509). DOI: <https://doi.org/10.5073/JfK.2020.10-11.01>
- Bolinder, M. A., Angers, D. A., Bélanger, G., Michaud, R., & Laverdiere, M. R. (2001). Root biomass and shoot to root ratios of perennial forage crops in eastern Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 82 (Nr. 4), (Seiten 731–737). URL: <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/P01-139>
- Boxberger, J., Gronauer, A., Helm, M., Lichti, F., Mayer, J., Möller, K., Nesor, S., Olf, H.-W., Philipp, W., Pöllinger, A., Ruser, R., Wendland, M., Schepers, W. (2020). *Praxishandbuch Organische Düngung effizient und nachhaltig* (1. Auflage). AGRIMEDIA, Clenze.
- Bruckner, A., Droscha, A. (2019). *Planung und Anlage von Versuchen auf landwirtschaftlichen Betrieben* (Pflanzenbau). NutriNet. URL: https://www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de/fileadmin/daten/pdf/Praxisversuche/NutriNet_Praxisversuche_Kurzanleitung-Versuchsanlage.pdf
- Canopeo (2023). abgerufen am 28.12.2023. <https://canopeoapp.com/#/login>
- Deutscher Wetterdienst. (ohne Jahr). *Von Basisfakten zum Klimawandel* abgerufen am 03.01.2024, URL: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimawandel_node.html
- Etesami, H. (2022). Root nodules of legumes: A suitable ecological niche for isolating non-rhizobial bacteria with biotechnological potential in agriculture. *Current Research in Biotechnology*, Jahrgang 4, (Seiten 78-86). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2022.01.003>
- Google (n.d.). [Luftbild Versuchsfläche (VKg)]. Abgerufen 15. 07., 2022, URL: <https://www.google.de/maps/@53.9840309,13.9240071,278m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- Google (n.d.). [Luftbild Versuchsfläche (VSw)]. Abgerufen 15. 07. 2022, URL: <https://www.google.de/maps/@53.9792462,13.9108012,399m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- GRANSTEDT, A., KJELLENBERG, L. (2019). Der Landwirtschaftsorganismus als Forschungsgegenstand. Langzeitversuche zum Biologosch-Dynamischen Anbau in Skandinavien 1958-1990. *Lebendige Erde*, Heft 3/2019, (Seiten 42-45). URL: https://www.lebendigeerde.de/fileadmin/lebendigeerde/pdf/2019/Forschung_2019-3.pdf
- Gruber, H. (2007). Einfluss legumer Vorfrüchte auf Ertrag und Qualität von Winterweizen im ökologischen Landbau. Mecklenburg-Vorpommern: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Koordinierungsstelle ökologischer Landbau. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/13441/1/ABVorfrucht.pdf>

- Kape, H-E., Nawotke, C., Wacker-Fester, K., Pöplau, R., Host, F. (2020). Probenahme von Boden, Pflanzen und Düngemitteln; Hinweise für die landwirtschaftliche Praxis. LMS Agrarberatung GmbH. URL: https://www.lms-beratung.de/export/sites/lms/de/.galleries/Downloads_LFB/DueV/Probenahme-DueV-MV-2020-end.pdf
- Kolbe, H., Schliephake, W., Müller, P. (2022). Parameterdatensätze von organischen Materialien. Berichte aus dem Ökolandbau 2022. Dr. H. Kolbe, Schkeuditz, Deutschland. URL: <https://orgprints.org/id/eprint/44338/1/Parameterdatens%C3%A4tze.pdf>
- Kolbe, H., Schuster, M., Hänsel, M., Schließer, I., Pöhlitz, B., Steffen, E., Pommer, R. (2006). Feldfutterbau und Gründüngung im Ökologischen Landbau, Information für Praxis und Beratung (1.Auflage). [Broschüre] Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13601>
- Kropf, U., Schönberger, H. (2022). Gesund durch die richtige Fruchtfolge. top agrar, Teil 15 von 24, (Seiten 98-104). URL: https://www.topagrar.com/dl/3/9/6/5/5/9/8/T_098_105_04_22.pdf
- Müller, P., Schliephake, W., Kolbe, H. (2022). Berichte aus dem Ökolandbau 2022 - Nachwirkungsvermögen von Zwischenfrüchten und organischer Düngung. Dr. Hartmut Kolbe, Schkeuditz. URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-775091>
- Pencs, S., Bruns, R., & Schmidt, L. (2022). Fruchtfolgegrundsätze im Ökologischen Landbau. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/41315/documents/63018>
- Photon Systems Instruments.(2016) PlantPen. Aufgefufen am 30. 12 2023, URL: <https://handheld.psi.cz/products/plantpen-ndvi-and-pri/#details>
- Pommer, G. (2003). Fruchtfolgebedingte Krankheiten von Leguminosen im ökologischen Landbau; Beratungsunterlagen für den ökologischen Landbau. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). URL: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/merkblaetter/p_20063.pdf
- Raupp, J. (2005, 01-04.03). Stickstoffmineralisation von Stallmist, Ackerbohnschrot, Luzernegrünmehl und Rizinusschrot unter kontrollierten Bedingungen im Brutversuch. [9]. Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, Deutschland. URL: <http://orgprints.org/3650>
- Raupp, J., Oltmanns, M. (2006). Reduzierung von Nährstoffverlusten während der Stallmistrotte durch Beeinflussung der Rottebedingungen. Institut für Biologisch-Dynamische Forschung, (IBDF). URL: <https://orgprints.org/id/eprint/8098/1/r-studie-fin07.pdf>

- Riehl, G. (2001). Ermittlung von Erträgen auf dem Grünland. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Tierische Erzeugung. URL: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Ertragsermittlung.pdf>
- Rührer, J., Stemmer, M., Friedel, J. K. (2004, 21-23.09). Stickstoffmineralisierung aus vegetabilen Düngern in Kombination mit Mistkompost im Ökologischen Landbau [Symposium 1]. Effizienter Pflanzenbau für Nahrung und Rohstoffe im 21. Jahrhundert 2004, Braunschweig, Deutschland. URL: https://orgprints.org/id/eprint/6302/1/Ruehrer_et_al_2004_PBG.pdf
- Schubert, E., Schmidtke, K., Gocht, R. (2007). Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 31/2007, (Seiten 1-177). URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14167/documents/16700>
- Sharma, V., Bhattacharyya, S., Kumar, R., Kumar, A., Ibanez, F., Wang, J., Baozhu, G., Sudini, H. K., Gopalakrishnan, S., DasGupta, M., Varshney, R. K., Pandey, M. K. (2020). Molecular Basis of Root Nodule Symbiosis between Bradyrhizobium and ‘Crack-Entry’ Legume Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Plants-Basel*, Band 9, Heft 2, Seite 276. DOI: 10.3390/plants9020276
- Stemann, G. (2012). Grundlagen des Versuchswesens. Versuchsplanung & Versuchsfrage. Fachhochschule Südwestfalen, Agrarwirtschaft Soest, Versuchsgut Merklingsen. URL: https://www.fh-swf.de/media/neu_np/fb_aw_2/merklingsen/downloads_5/feldversuchswesen/Grundlagen_Feldversuchswesen_I_Versuchsaufbau.pdf
- Stroetmann L. Saat Verwaltungs- GmbH (2023) Wintergerste ESPRIT. Aufgefufen am 20. 12 2023, URL: <https://stroetmann-saat.de/kulturen/getreide/gerste/esprit/>
- Wald, F., Pekrun, C., & Claupein, W. (2001). Einfluss der Bearbeitungsintensität beim Umbruch von Leguminosen-Grasgemengen auf die N-Mineralisierung zur Folgefrucht Winterweizen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Nr. 13, Seiten (117-118). URL: <https://orgprints.org/id/eprint/8987/1/WaldPbTagung01.pdf>
- Wilbois, D.-P., Schwab, A., Fischer, H., Bachinger, D., Palme, S., Peters, H., & Dongus, S. (2004). Leitfaden für Praxisversuche. Forschungsinstitut für biologischen Landbau Deutschland e.V., Frankfurt a-M.
- Ziesemer, A. (2019). Jahresbericht 2018 . Untersuchungen zu acker- und pflanzenbaulichen Wirkungen und zur Wirtschaftlichkeit von Fruchtfolgen in Marktfruchtbaubetrieben Mecklenburg-Vorpommerns. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei; Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft. URL: <https://www.landwirtschaft-mv.de/serviceassistent/download?id=1609522>

8. Rechtsquellen

Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). (2017).

URL: https://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/BJNR130510017.html

9. Anhang

Prüfbericht

Auftrag: 22-11330
Probenehmer: Auftraggeber
Probenahme: September 2022

Datum: 30.09.2022
Probenbehälter:
Prüfzeitraum von: 28.09.2022
bis: 30.09.2022

Untersuchungsergebnisse Nmin nach VDLUFA I A 6.1.4.1

Labornummer	Proben-Nr	Probenbezeichnung	Tiefe cm	NO ₃	NH ₄ kg/ha	N _{min}	S _{min}
Schlag 1 (Mittagsbusch) Ackerland							
22-11330-001	1	1	0-30	33	2	35	
22-11330-002	1	1	30-60	2	1	3	
22-11330-003	1	1	60-90	2	1	3	
			Gesamt	37	4	41	
Schlag 2 (Straße) Ackerland							
22-11330-004	2	2	0-30	8	1	9	
22-11330-005	2	2	30-60	15	1	16	
22-11330-006	2	2	60-90	2	1	3	
			Gesamt	25	3	28	

Astrid Röder
Auftrags- und Probenmanagement

Prüfbericht

Auftrag: 23-07156
Probenehmer: Auftraggeber
Probenahme: Juni 2023

Datum: 15.06.2023
Probenbehälter:
Prüfzeitraum von: 08.06.2023
bis: 14.06.2023

Untersuchungsergebnisse Nmin nach VDLUFA I A 6.1.4.1

Labornummer	Proben-Nr	Probenbezeichnung	Tiefe cm	NO ₃	NH ₄ kg/ha	Nmin	Smin
Schlag 1 (Mittagsb. gedüngt) Ackerland							
23-07156-001	1		0-30	2	6	8	
23-07156-002	1		30-60	2	5	7	
23-07156-003	1		60-90	7	2	9	
			Gesamt	11	13	24	
Schlag 2 (Mittagsb. ungedüngt) Ackerland							
23-07156-004	2		0-30	3	6	9	
23-07156-005	2		30-60	2	3	5	
23-07156-006	2		60-90	5	3	8	
			Gesamt	10	12	22	
Schlag 3 (Straße gedüngt) Ackerland							
23-07156-007	3		0-30	5	6	11	
23-07156-008	3		30-60	1	3	4	
23-07156-009	3		60-90	2	3	5	
			Gesamt	8	12	20	
Schlag 4 (Straße ungedüngt) Ackerland							
23-07156-010	4		0-30	2	7	9	
23-07156-011	4		30-60	1	3	4	
23-07156-012	4		60-90	1	2	3	
			Gesamt	4	12	16	

Jens Lorenz
Auftrags- und Probenmanagement

Prüfbericht

Labornummer: 22-11311-001
Probe-Nr.: 1
Probenbezeichnung: Rinderdung

Datum: 07.10.2022

Probenehmer: Auftraggeber
Probenahme: 25.09.2022

Probenbehälter: PE-Behälter, unverpl.
Prüfzeitraum von: 27.09.2022
bis: 07.10.2022

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Einheit	Ergebnis in FM	Ergebnis in TM	Methode
Inhaltsstoffe in der Frischmasse (Zusatz: % = kg/dt)				
Trockenmasse	%	24,8		VDLUFA II.2 9.1
Organische Masse	%	12,88		DIN EN 12879 (S 3a): 2001-02
Stickstoff ges. als N	%	0,39		VDLUFA II.2 3.1.1: 1995-01
Ammonium-N (NH ₄ -N)	%	0,03		VDLUFA II 3.2.1
Phosphor, ges. als P ₂ O ₅	%	0,18	0,73	VDLUFA II.1, 4.4
Kalium, ges. als K ₂ O	%	0,41	1,66	VDLUFA II.1, 4.4
Magnesium, ges. als MgO	%	0,11	0,43	VDLUFA II.1, 4.4

n.n. = nicht nachweisbar, n.b. = nicht bestimmbar, *) = Methode validiert, aber nicht akkreditiert, **) = Untersuchung erfolgte durch Fremdlabor, grün markierte Ergebnisse = Zielbereich erreicht, gelb markierte Ergebnisse = Zielbereich nicht erreicht

Dr. Manuela Peine
Anorganische Analytik II



Abbildung 22 Kornblumen in Blüte auf dem Versuchsfeld VKg am 13.06.2023



Wintergerste
AKTUELLE SORTENINFORMATION

Esprit

SORTENPROFIL

-  Esprit ist eine ertragsstarke Wintergerste
-  gute Winterhärte
-  gute Resistenzen gegen Netzflecken, Mehltau sowie Rynchosporium

- **Reife:** mittel
- **Standortempfehlungen:** für alle Standorte geeignet
- **Anbaueignung:** ideal für mittelfrühe bis mittelspäte Saatzeiten
- **Saatstärke (früh):** 260-300 Körner/m²
- **Saatstärke (mittel):** 280-320 Körner/m²
- **Saatstärke (spät):** 310-350 Körner/m²
- **Hinweise Düngung:** Die N-Gaben sollten an Standort, Bestandesentwicklung und Ertrag angepasst werden. Alle Ertragskomponenten gleichmäßig fördern = ausgeglichene N-Düngung
- **Wachstumsreglerbedarf:** mittel

Sie finden uns im Internet
www.stroetmann-saat.de



in Vermehrung	
Zeiligkeit	M
Ährenschieben	5
Reife	6
Pflanzenlänge	6
Auswinterung	k. A.
Lager	5
Halmknicken	5
Ährenknicken	4
Mehltau	4
Netzflecken	4
Rynchosporium	4
Zwergrost	6
Gelbmosaikvirusresistenz 1	1
Gelbmosaikvirusresistenz 2	9
Bestandesdichte	4
Kornzahl/Ähre	7
Tausendkornmasse	6
Kornertrag 1	7
Kornertrag 2	8
Markwareanteil	8
Vollgerstenanteil	8
Hektolitergewicht	6
Eiweißgehalt	2
Spätsaat-Verträglichkeit	+
Winterhärte	+
Trockentoleranz	+
Frühreife	o
Standfestigkeit	+
Winterbraugerste	0
Züchtervertrieb	DSV

Diese Sortenbeschreibung haben wir sorgfältig und nach bestem Wissen erstellt. Dennoch hängt der Erfolg der Kultur auch von unsererseits nicht zu beeinflussenden Faktoren ab, die nicht mit der Qualität der Sorte zu tun haben. Eine Gewähr oder Haftung für das Gelingen der Kultur schließen wir daher aus.
Stand: 11.07.2023

Zitiert nach Stroetmann L. Saat Verwaltungs- GmbH (2023).

10. Eidesstattliche Erklärung

Ich, Pitt Westendorff, erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Entwicklung der Wintergerste in Abhängigkeit der Düngung und der Vorfrucht im ökologischen Landbau“ selbständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Warthe, 04.03.2024

Unterschrift: