Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

Mecklenburg
Vorpommern

Einfluss verschiedener Zwischenfruchtgemenge auf den Stick-stoffgehalt im Boden sowie auf den Ertrag und die Qualität nachfolgend angebauter Speisekartoffeln



Abschlussbericht 2016

Forschungsnummer 4/25

im Forschungskomplex:

Ökologischer Landbau

Dezember 2016

Bearbeiter: A. Titze

Wissenschaftliche Leiterin: Dr. H. Gruber

**Institut für Pflanzenproduktion
und Betriebswirtschaft**

Dorfplatz 1/OT Gülzow
18276 Gülzow-Prüzen
www.lfamv.de

GLIEDERUNG

		Seite
1	Einleitung	1
2	Material und Methode	1
2.1	Standortbeschreibung	1
2.2	Zwischenfruchtgemenge	3
2.3	Speisekartoffeln	4
3	Ergebnisse und Diskussion	4
3.1	Zwischenfruchtgemenge	4
3.1.1	Deckungsgrad im Winterhalbjahr	4
3.1.2	Trockenmasseerträge	5
3.1.3	N-Aufnahme der Zwischenfrüchte	6
3.1.4	N-Gehalte im Boden	6
3.2	Speisekartoffeln nach Zwischenfrüchten	8
3.2.1	Knollenertrag (Marktware)	8
3.2.2	Krankheitsbefall im Bestand und Inhaltsstoffe der Knollen	9
3.3	Ökonomische Bewertung des Zwischenfruchtanbaus	11
4	Schlussfolgerungen	12

Tabellenverzeichnis **Seite**

Tab. 1:	Bodenkennzahlen sowie Nährstoffversorgung der Versuchsschläge im Versuchszeitraum	1
Tab. 2:	Charakteristik der eingesetzten Gemenge	3
Tab. 3:	Agrotechnische Termine für den Zwischenfruchtanbau im Versuchszeitraum	3
Tab. 4:	Agrotechnische Termine für den Kartoffelanbau im Versuchszeitraum	4
Tab. 5:	Trockenmasseerträge der Zwischenfruchtgemenge vor Winter (2012 - 2014, in dt TM/ha)	5
Tab. 6:	N_{min}-Gehalt in unterschiedlicher Bodentiefe im April (Mittelwerte 2012-2015, in kg N_{min}/ha)	7
Tab. 7:	Befall mit Rhizoctonia solani im Bestand und auf den Knollen (Anzahl der Wipfelroller je Variante, befallene Knollen je 100 Knollen/Variante)	9
Tab. 8:	Krautfäulebefall im Versuchszeitraum 2012 – 2015 (Befallsbeginn sowie Absterbegrad zum Zeitpunkt des Krautschlagens)	9
Tab. 9:	Inhaltsstoffe im Versuchszeitraum (Mittelwerte der Varianten 2013-2015)	10
Tab. 10:	Vergleich der Mehrkosten (Saatgut und Aussaat) mit dem Mehrerlös für die Variante Landsberger Gemenge	11

Abbildungsverzeichnis **Seite**

Abb. 1:	Monatsniederschläge im Versuchszeitraum am Standort Gülzow	2
Abb. 2:	Temperaturentwicklung im Versuchszeitraum am Standort Gülzow	2

Abb. 3: Deckungsgrad verschiedener Zwischenfruchtgemenge während des Winterhalbjahrs (Mittelwerte 2012/13 – 2014/15) 5

Abb. 4: N-Gehalte in der Trockenmasse verschiedener Zwischenfruchtgemenge bis zur Ernte im Oktober (2012 - 2014) 6

Abb. 5: Nmin-Gehalte im Boden während der Winterperiode (Mittel 2012 - 15, 0 - 90 cm) 7

Abb. 6: Marktwareertrag 2013 – 2015 mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (Grenzdifferenz 30 dt bei α=0,05) 8

Abbildungsverzeichnis Anlage **Seite**

Abb. A 1: Niederschlagsmengen und Temperaturen am Standort Gülzow (30-jähriges Mittel 1982-2011) 6

Tabellenverzeichnis Anlage **Seite**

Tab. A 1: Methoden zur Nährstoffuntersuchung 1

Tab. A 2: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2012/13 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm) 1

Tab. A 3: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2013/14 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm) 1

Tab. A 4: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2014/15 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm) 2

Tab. A 5: Marktwareertrag 2013 bis 2015 (Verrechnung mit Intervallen für den paarweisen Vergleich, in dt/ha) 2

Tab. A 6: Stärkegehalt in den Knollen im Versuchszeitraum (in % der Frischmasse) 2

Tab. A 7: Sonstige Inhaltsstoffe der Knollen im Versuchszeitraum (Untersuchung nach der Ernte) 3

Tab. A 8: Befall mit Kartoffelschorf im Versuchszeitraum (Anzahl befallener Knollen) 3

Tab. A 9: Sonstige Krankheiten der Knollen im Versuchszeitraum (Bonitur nach 6 Wochen Zwischenlagerung, Anzahl befallener Knollen von je 100 Knollen) 4

Tab. A 10: Sonstige Krankheiten der Knollen im Versuchszeitraum (Bonitur nach 6 Wochen Zwischenlagerung, Anzahl befallener Knollen von je 100 Knollen) 4

Tab. A 11: Knollengrößenanteile im Versuchszeitraum (relativ in %) 5

Tab. A 12: Kosten des Zwischenfruchtanbaus (in € je Hektar) 5

Zusammenfassung

In einem Parzellenversuch am Standort Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) wurde von 2012 - 2015 die Wirkung unterschiedlich zusammengesetzter Zwischenfruchtgemenge in Bezug auf das N-Bindungsvermögen des Aufwuchses, auf die N-Gehalte im Boden während der Winterperiode sowie den Ertrag und die Qualitätseigenschaften nachfolgend angebauter Speisekartoffeln untersucht. Während unter den Zwischenfruchtparzellen nur eine vergleichsweise geringe Verlagerung des mineralischen Stickstoffs in tiefere Bodenschichten zu beobachten war, kam es in der Kontrollvariante zu teils deutlichen Verschiebungen. Deren Umfang wiederum hing auch von der vorherrschenden Witterung im jeweiligen Winterhalbjahr ab. Inwiefern Zwischenfrüchte mit gutem Stickstoffbindungsvermögen im Krumenbereich den Ertrag von ökologisch angebauten Kartoffeln beeinflussen, konnte im Rahmen des beschriebenen Versuchs nicht vollständig geklärt werden. Die Variante ohne Zwischenfrüchte wies im dreijährigen Mittel den tendenziell niedrigsten Knollenertrag auf, während nach der winterharten Zwischenfrucht Landsberger Gemenge der höchste Ertrag gemessen wurde. Die variantenbedingten Unterschiede waren aber vergleichsweise gering und ließen sich nur für das Landsberger Gemenge statistisch sichern. Sie wurden zudem von Jahreseinflüssen deutlich überlagert. Einflüsse der Zwischenfruchtgemenge auf Gesundheitsstatus oder wertbestimmende Inhaltsstoffe der Kartoffeln konnten nicht nachgewiesen werden.

1 Einleitung

Im Rahmen des ökologischen Landbaus ist der Anbau verschiedener Zwischenfrüchte ein übliches Verfahren, weil dadurch günstige Effekte auf Bodenstruktur, Humusgehalt und Nährstoffkonservierung zu erwarten sind. Neben unmittelbaren Ertragswirkungen auf Nachfrüchte trägt der Zwischenfruchtanbau deshalb auch langfristig zur Ertragsstabilisierung bei. Nicht unerwähnt bleiben soll die Möglichkeit einer Ergänzung der Grundfutterversorgung in Gemischtbetrieben (Gruber, 2006). Erleichtert wird der Zwischenfruchtanbau in den ökologisch wirtschaftenden Betrieben durch den häufigen Wechsel von Sommerungen und Winterungen (Freyer, 2003; Jacob, u. a., 2015). Als problematisch gilt, dass die Ziele des Zwischenfruchtanbaus häufig miteinander konkurrieren. Das trifft besonders dann zu, wenn einerseits Nitratverluste minimiert werden sollen, andererseits nährstoffbedürftige Kulturen einen verbesserten Vorfruchtwert erfordern (Reents u. Möller, 2001, Schliesser, 2010). Auf sorptionsschwachen Standorten sowie unter niederschlagsarmen Bedingungen stellt dies eine besondere Herausforderung dar. Gerade hier ist es notwendig, Zwischenfrüchte gezielt im Rahmen einer Anbaustrategie zu nutzen. Da diesbezüglich für die Region Nordostdeutschland nur wenige belastbare Zahlen vorliegen, wurden von 2012 bis 2015 auf dem ökologischen Versuchsfeld der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) Mecklenburg-Vorpommern (MV) in Gülzow verschiedene Zwischenfruchtgemenge hinsichtlich ihrer Stickstoffbindungsleistung sowie ihres Vorfruchtwertes für nachfolgend angebaute Kartoffeln geprüft. Die Gemenge unterschieden sich in den Eigenschaften z. T. deutlich voneinander. Um Nährstoffe aufzunehmen, zu konservieren und sie der Nachfrucht möglichst bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen, wurden verschiedene Leguminosen und Nicht-Leguminosen miteinander kombiniert.

Ziel war es, den Einfluss der verschiedenen Zwischenfrüchte auf das N-Bindungsvermögen, auf die N-Gehalte im Boden sowie auf den Ertrag und die Qualität der Nachfrucht zu quantifizieren.

2 Material und Methode

2.1 Standortbeschreibung

Die Versuche wurden auf dem ökologischen Versuchsfeld der LFA MV in Gülzow durchgeführt. Am Standort herrschen die Bodenarten Sand bzw. anlehmiger Sand mit Ackerzahlen zwischen 25 und 54 vor. Eine unterschiedliche Körnungsstruktur mit hohem Feinsandanteil sorgt häufig für Dichtlagerung und Verschlämmung der Böden. Die Nährstoffversorgung ist vergleichsweise gut, wenn die für den Ökologischen Landbau angestrebte Gehaltsklasse B für Makronährstoffe zu Grunde gelegt wird (Gruber, 2013). Die letzte PK-Düngung erfolgte im Jahr 1998. In Tabelle 1 sind die im Frühjahr ermittelten Gehaltswerte für die jeweiligen Schläge bzw. Anbaujahre dargestellt.

Tab. 1: Bodenkennzahlen sowie Nährstoffversorgung der Versuchsschläge im Versuchszeitraum

	2012	2013	2014	2015
Bodenart	Sand	Sand	Sand	anlehmiger Sand
Ackerzahl	33	36	29	40
pH-Wert	5,8 (C)	5,8 (C)	6,4 (D)	5,7 (B)
K_2O (mg/100 g Boden)	6 (B)	12 (C)	15 (D)	17 (D)
P_2O_5 (mg/100 g Boden)	17 (C)	15 (C)	14 (C)	19 (D)
Mg (mg/100 g Boden)	8 (C)	9 (C)	8 (C)	7 (B)

* Buchstaben in Klammern=Gehaltsklassen nach VDLUFA

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt am Standort Gülzow bei 8,6°C, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei 569 mm (30-jähriges Mittel 1982-2011). Der meiste Niederschlag fällt jeweils in den Monaten Juni, Juli und August (Abbildung A 1 im Anhang).

Die Witterung der Versuchsjahre 2012 bis 2015 – insbesondere das Niederschlagsgeschehen - wich zum Teil stark von den in Abbildung A 1 dargestellten Langzeitwerten für den Standort ab (Abbildungen 1 und 2), was erhebliche Auswirkungen sowohl auf die Aufwuchsleistung und das N-Bindungsvermögen der Zwischenfruchtgemenge als auch auf den Ertrag und die Inhaltsstoffe der nachfolgend angebauten Speisekartoffeln hatte.

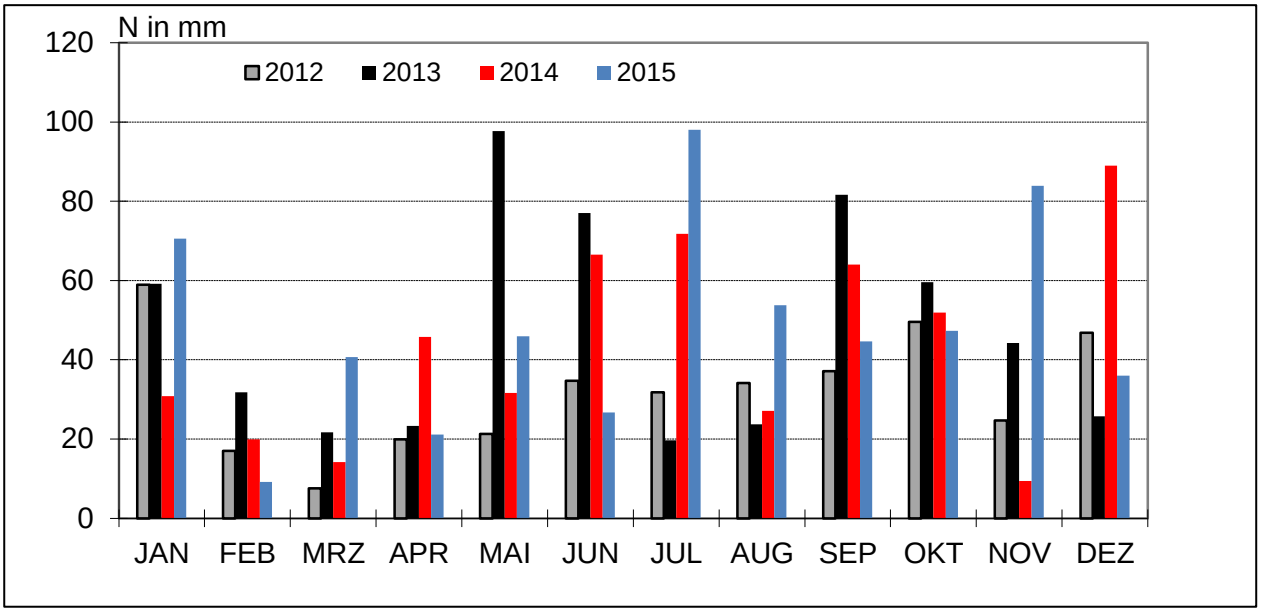


Abb. 1: Monatsniederschläge im Versuchszeitraum am Standort Gülzow

Während im Jahr 2012 durch eine geringe Wasserverfügbarkeit und unterdurchschnittliche Temperaturen die Entwicklung der Zwischenfrüchte negativ beeinflusst wurde, herrschten 2014 sehr günstige Wachstumsbedingungen, sowohl für Kartoffeln als auch für Zwischenfrüchte.

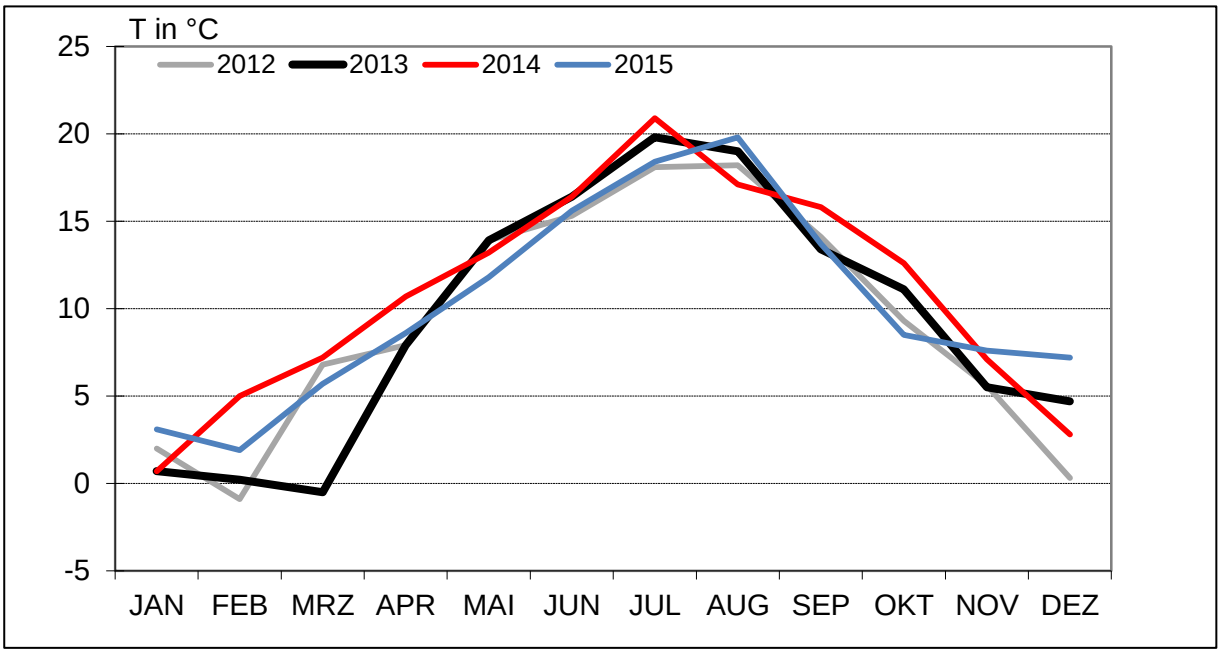


Abb. 2: Temperaturentwicklung im Versuchszeitraum am Standort Gülzow

2.2 Zwischenfruchtgemenge

In den Jahren 2012 bis 2014 wurde auf dem ökologischen Versuchsfeld in Gülzow jeweils zum frühestmöglichen Zeitpunkt nach der Getreideernte und Strohräumung ein randomisierter Feldversuch mit fünf verschiedenen Zwischenfruchtgemengen und einer Kontrollvariante in Doppelparzellen angelegt (Tabelle 2).

Tab. 2: Charakteristik der eingesetzten Gemenge

Nr.	Varianten	Zusammensetzung	Saatstärke kg/ha
1	Ohne	ohne Ansaat, Selbstbegrünung durch Unkrautbesatz möglich	
2	Bio Aktiv Grün DSV	Alexandrinerklee, Perserklee, Phacelia, Esparsette, Seradella, Ramtillkraut	20
3	Leguminosengemenge (groß) DSV	Futtererbse, Lupine, Sommerwicken, Sonnenblumen	100
4	Landsberger Gemenge	Welsches Weidelgras, Inkarnatklee, Winterwicke	50
5	Bio Aktiv Grün DSV + Welsches Weidelgras + Weißklee	Alexandrinerklee, Perserklee, Phacelia, Esparsette, Seradella, Welsches Weidelgras, Weißklee	25
6	Eigenmischung LFA Leguminosengemenge	Blaue Lupine, Welsches Weidelgras, Sommergerste, Hafer, Phacelia, Weißklee	100

Die Gemenge können zunächst grundsätzlich den Kategorien vollständig abfrierend (Varianten 2 und 3), teilweise abfrierend (Varianten 5 und 6) sowie winterhart (Variante 5) zugeordnet werden. Hinzu kommt die Unterteilung in Gemenge mit kleinkörnigen bzw. großkörnigen Leguminosen sowie Gräsern. Damit sollte der Vielzahl von möglichen Zwischenfruchtarten und deren Gemengen Rechnung getragen werden.

Die Aussaat erfolgte nach umbruchloser Bodenbearbeitung, d. h. nach einem Stoppelsturz sowie dem Einsatz einer Scheibenegge etwa eine Woche später mit anschließender Saat. Die Saattermine differierten je nach Witterungslage und Bodenzustand nur um wenige Tage (Tabelle 3).

Tab. 3: Agrotechnische Termine für den Zwischenfruchtanbau im Versuchszeitraum

Maßnahmen	2012	2013	2014
Aussaat	20. August	13. August	14. August
Ernte	25. Oktober	24. Oktober	27. Oktober
Tage Aussaat bis Ernte	66	72	74

Unmittelbar vor der Ernte der Zwischenfrüchte erfolgte die Bestimmung des Deckungsgrades jeder Parzelle mit Hilfe des Göttinger Schätzrahmens. Zur Ermittlung des Ertrages wurde jeweils die Hälfte jeder Doppelparzelle geerntet und das Erntegut nach dem Wiegen wieder auf der ursprünglichen Fläche verteilt. Die Probenahme zur Trockenmasse- und N-Bestimmung erfolgte zu gleichen Teilen aus der gemähten wie aus der ungemähten Parzellenhälfte. Daran schlossen sich bis April des Folgejahres die Bestimmung des N_{min}-Gehaltes im Boden bis in eine Tiefe von 90 cm (Bohrstock, Anhangstabelle A 1) sowie laufende Deckungsgradschätzungen an. Boden- und Pflanzenanalysen erfolgten variantenweise, die Ertragsermittlung und die Schätzung des Deckungsgrades wurden parzellenweise vorgenommen. Der Trockenmasseertrag der Zwischenfrüchte wurde mittels f- und t-Test verrechnet.

2.3 Speisekartoffeln

Zum ortsüblichen Zeitpunkt (Tabelle 4) wurden nach dem Umpflügen der Zwischenfrüchte vorgekeimte Kartoffeln der frühen Sorte **Agila** deckungsgleich - ebenfalls in Doppelparzellen - ausgepflanzt. Agila zeichnete sich im mehrjährigen Sortenversuch auf dem Ökofeld Gülzow durch eine hohe Ertragsstabilität auch unter ungünstigen Witterungsbedingungen aus.

Tab. 4: Agrotechnische Termine für den Kartoffelanbau im Versuchszeitraum

Maßnahmen	2013	2014	2015
Kartoffelpflanzung	25.April	25. April	24. April
Krautschlagen	26. Juli	28. Juli	06. August
Kartoffelernte	02. September	28. August	28. August
Tage Pflanzung bis Aufgang	28	21	35
Tage Aufgang bis Ernte	64	73	83

Bonituren im Bestand dienten der Ermittlung von Fehlstellen und Krankheiten, insbesondere dem Rhizoctonia- und Krautfäulebefall. Der Kartoffelertrag bzw. die Anteile der Fraktionen Marktware, Über- und Untergrößen wurden ebenfalls mit f- und t-Test verrechnet. Trockensubstanz- und Stärkegehalt wurden mit Hilfe einer Stärkewaage während der Aufbereitung ermittelt; Kalium, Stickstoff und Nitrat nasschemisch bzw. gaschromatographisch an erntefrischer Ware (Anhangstabelle A 1).

Nach sechswöchiger Zwischenlagerung wurden prüfgliedweise an 100 Knollen Beschaffenheits- und Krankheitsbonituren durchgeführt. Diese erstreckten sich auf Verformungen, Rhizoctonia, Nass- und Trockenfäule, Kartoffelschorf, Viren sowie Schädlingsbefall (Tabellen im Anhang).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Zwischenfruchtgemenge

3.1.1 Deckungsgrad im Winterhalbjahr

Die Höhe des Deckungsgrades wurde neben verschiedenen jahreszeitlichen Einflüssen (Sonneneinstrahlung, Temperatur) auch vom Aussaatzeitpunkt sowie der Entwicklung der Ausfallkörner der Vorfrucht Winterroggen beeinflusst. Da die Saatbettbereitung für die Zwischenfruchtgemenge pfluglos erfolgte und relativ zeitnah nach der Getreideernte ausgesät wurde, waren die Bekämpfungsmöglichkeiten gegenüber Ausfallgetreide oder Unkräutern beschränkt. Das konnte an der Bestandsentwicklung der Kontrollvariante gut beobachtet werden. So lag der Deckungsgrad der Kontrollvariante wegen der sehr günstigen Entwicklungsbedingungen für den Winterroggen im Spätsommer und Herbst 2014 nahe 50 % und sank bis zum Frühjahr 2015 nur wenig ab. Es kann davon ausgegangen werden, dass deshalb im Gegensatz zu den ersten beiden Versuchsjahren auch in der Kontrollvariante relativ viel Stickstoff in der – geernteten - Biomasse gebunden wurde.
Den höchsten Deckungsgrad von Ende Oktober bis Anfang April wies jeweils das winterharte Landsberger Gemenge auf (Abbildung 3). Ursächlich dafür dürfte der hohe Anteil an Welschem Weidelgras sein, das zwar nur eine geringe Wuchshöhe hatte, stattdessen aber eine vergleichsweise dichte Narbe bildete. Die Deckungsgrade der anderen Varianten nahmen je nach Temperaturentwicklung mit unterschiedlicher Intensität zum Frühjahr hin ab.

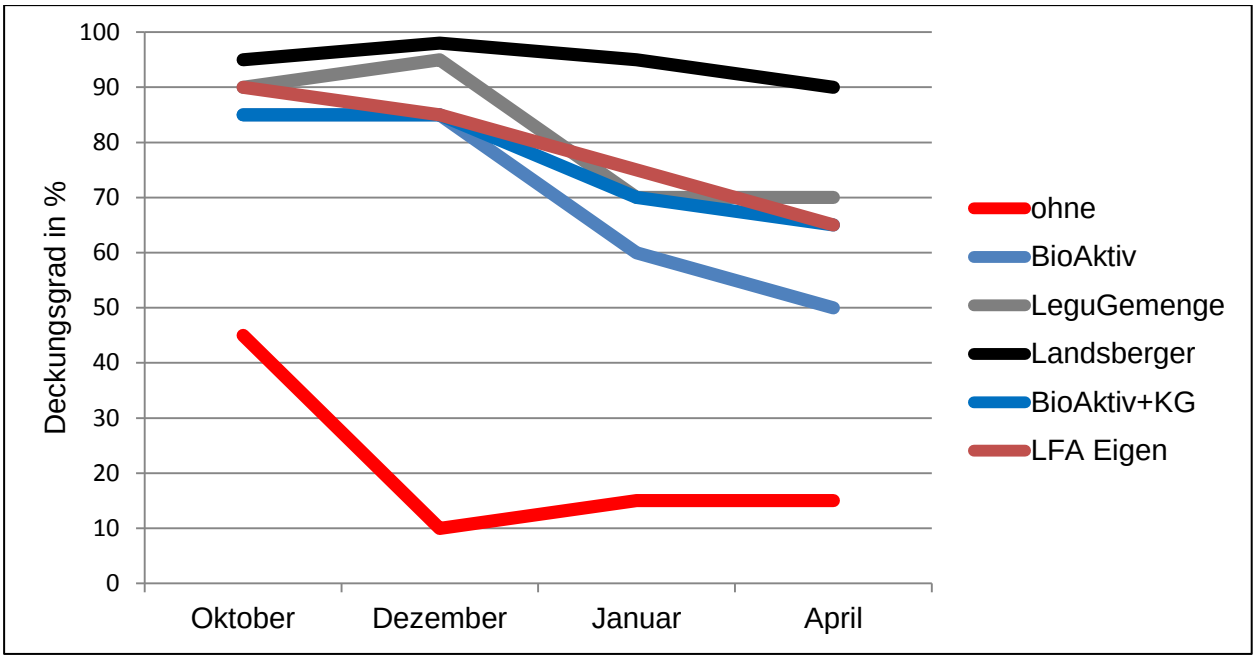


Abb. 3: Deckungsgrad verschiedener Zwischenfruchtgemenge während des Winterhalbjahrs (Mittelwerte 2012/13 – 2014/15)

3.1.2 Trockenmasseerträge

Im Mittel der Jahre erzielte das Gemenge aus großkörnigen Leguminosen signifikant höhere Trockenmasseerträge. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind durch Signifikanzklassen mit unterschiedlichen Buchstaben in Tabelle 5 dargestellt.

Tab. 5: Trockenmasseerträge der Zwischenfruchtgemenge vor Winter (2012 - 2014, in dt TM/ha)

Varianten	2102	2013	2014	Mittelwerte und Signifikanzklassen	
				dt TM	Sig.Kl.1
1-ohne	0	0	7,1	2,4	D
2-BioAktivGrün	8,5	6,7	18,0	11,2	C
3-LeguGemenge (groß)	13,1	13,7	19,2	15,7	A
4-Landsberger Gemenge	6,2	10,4	13,4	9,4	C
5-BioAktivGrün + KG	7,5	6,8	15,5	10,0	C
6-LFA Eigenmischung	10,6	11,8	17,8	13,4	B

Deutlich werden die großen Jahresunterschiede beim Trockenmasseertrag während des Untersuchungszeitraumes. Darin spiegeln sich die sehr differenzierten Witterungsbedingungen während der Standzeit der Gemenge im Spätsommer und Herbst wider. Im Jahr 2014 beispielsweise wurden im September und Oktober weit überdurchschnittliche Temperaturen gemessen (vgl. Abbildungen 1 und 2). Da zeitgleich eine gute Wasserverfügbarkeit bestand, konnten Ende Oktober vergleichsweise hohe Erträge gemessen werden. Auch die Kontrollvariante wurde wegen des gut entwickelten Ausfallgetreides abgeerntet und beprobt.

3.1.3 N-Aufnahme der Zwischenfrüchte

Wegen der oben beschriebenen unterschiedlichen Wachstumsbedingungen variierten auch die in der Biomasse gespeicherten N-Mengen erheblich. Dabei wiesen in allen drei Prüfjahren die Aufwüchse der Variante 3 (Großkörnige Leguminosen) die höchsten Werte zum Ende der Vegetationsperiode auf (Abbildung 4)**.**

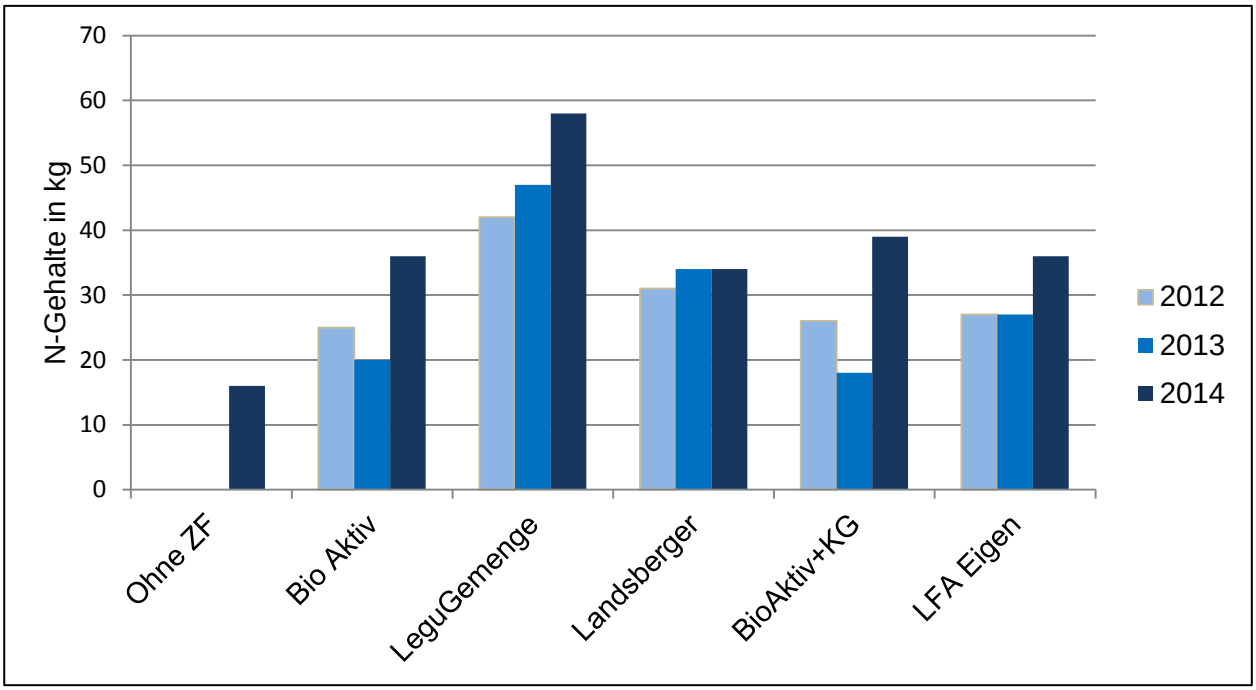


Abb. 4: N-Gehalte in der Trockenmasse verschiedener Zwischenfruchtgemenge bis zur Ernte im Oktober (2012 - 2014)

In der höheren Stickstoffaufnahme des großkörnigen Leguminosengemenges zeigt sich die stärkere Aktivität der Knöllchenbakterien der bestandsbestimmenden Arten Erbsen, Lupinen und Sommerwicken. Bei ausreichender Bodenfeuchte sind sie vergleichsweise konkurrenzstark und haben zudem geringere Temperaturansprüche als die kleinkörnigen Leguminosen des Gemenges Bio Aktiv Grün. Insbesondere bei niedrigeren Temperaturen während der Auflaufphase im August zeigte sich bei Alexandrinerklee sowie Perserklee eine ausgeprägte Wuchsschwäche. Dies wurde von der Phacelia im Gemenge zum Lückenschluss genutzt, obwohl sie nur einen sehr geringen Saatgutanteil hatte. Ähnlich wie bei den Trockenmasseerträgen ist auch die Stickstoffaufnahme der Gemenge im Vergleich mit Literaturangaben relativ gering (Berendonk, 2011; Kolbe, 2007). Die im gesamten Versuchszeitraum relativ stabile N-Aufnahme des Landsberger Gemenges dürfte wesentlich auf die gute Wurzelraumerschließung des Welschen Weidelgrases zurückzuführen sein.

3.1.4 N-Gehalte im Boden

Die N_{min}-Bodenuntersuchungen während der drei Winterperioden konnten im Wesentlichen wie geplant durchgeführt werden. Es wurden zwar vereinzelt Temperaturen unter – 20 °C gemessen, längere Frostperioden traten aber relativ selten auf. Wie erwartet, zeigte sich im Mittel der Jahre in der Variante ohne Zwischenfrüchte bereits ab März eine deutliche Erhöhung der Stickstoffwerte (Abbildung 5).

Obwohl die Variante 3 LeguGemenge bis Februar ähnliche Werte aufweist wie die Kontrolle, kann sie den Stickstoff in der abgefrorenen Biomasse noch länger speichern. Die Gemenge mit winterharten Anteilen liegen bis März bei Nmin-Werten von etwa 30 kg/ha und steigen im weiteren Verlauf ebenso an wie die Variante mit großkörnigem Leguminosengemenge. Verhalten im Anstieg zeigt sich dagegen das Landsberger Gemenge. Mit ca. 40 kg/ha in 0 - 90 cm Tiefe werden im April vergleichsweise geringe Werte erreicht.

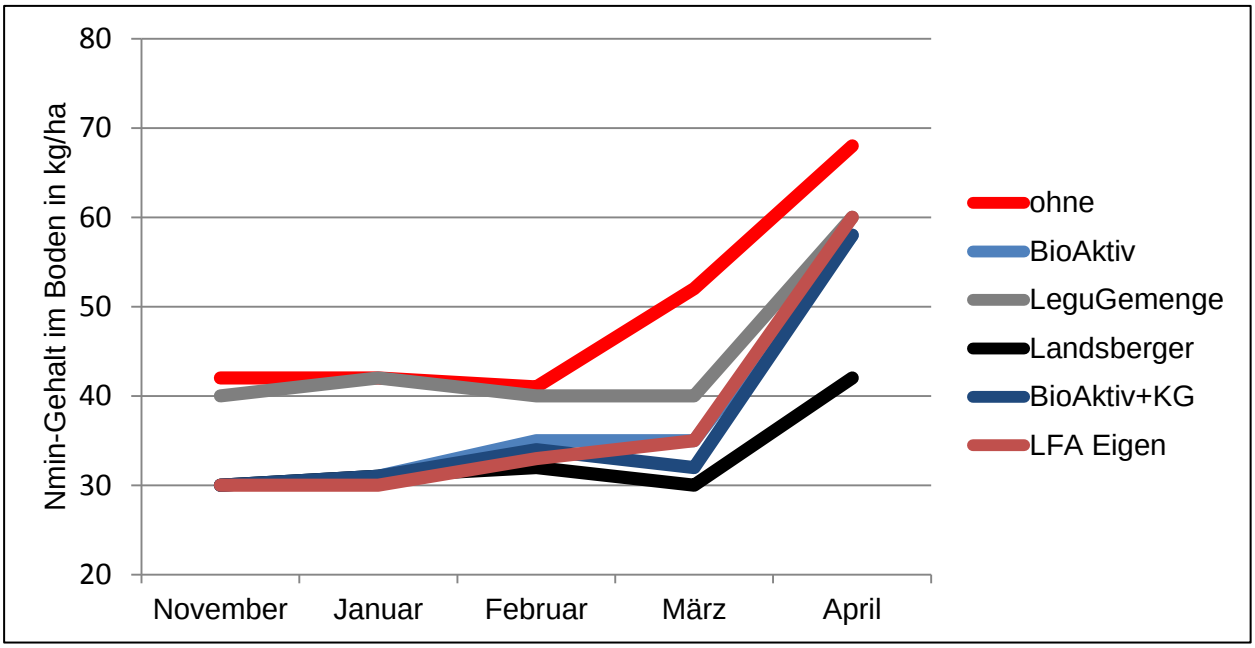


Abb. 5: Nmin-Gehalte im Boden während der Winterperiode (Mittel 2012 - 15, 0 - 90 cm)

Differenziert nach Bodentiefen weist die Variante ohne Zwischenfrüchte in allen drei Untersuchungsjahren im Bereich von 60 - 90 cm tendenziell höhere N-Werte auf als die Zwischenfruchtvarianten (Tabelle 6). Unter dem Landsberger Gemenge wurden dagegen über den gesamten Versuchszeitraum in allen drei Bodenschichten die geringsten Werte gemessen (s.a. Anhang Tabellen A 2 – A 4). Das zeigte sich besonders unmittelbar vor der Kartoffelpflanzung im April. Im Zusammenhang mit dem oben beschriebenen, durchgehend hohen Deckungsgrad des Landsberger Gemenges kann deshalb von einer relativ guten Nährstoffspeicherung in der ober- und unterirdischen Biomasse ausgegangen werden.

Tab. 6: N_{min}-Gehalt in unterschiedlicher Bodentiefe im April (Mittelwerte 2012-2015, in kg N_{min}/ha)

Varianten	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
1-ohne	20	30	24
2-BioAktivGrün	25	19	10
3-LeguGemenge (groß)	30	24	12
4-Landsberger Gemenge	20	13	7
5-BioAktivGrün + KG	27	20	10
6-LFA Eigenmischung	26	22	12

Insgesamt bewegen sich die gemessenen Werte aber auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und weisen auf die eher geringe Stickstoffverfügbarkeit am Standort Gülzow zu Beginn der Vegetationszeit hin (Gruber, 2013).

3.2 Speisekartoffeln nach Zwischenfrüchten

3.2.1 Knollenertrag (Marktware)

Im Mittel des Versuchszeitraums weisen die Varianten mit den angesäten Zwischenfruchtgemengen höhere Kartoffelerträge im Vergleich zur Kontrolle auf. Allerdings erreichte nur die Variante mit der Vorfrucht Landsberger Gemenge einen statistisch gesicherten Mehrertrag von 12 % (Abbildung 6). Sehr wahrscheinlich ist, dass der Stickstoff in den eingearbeiteten Pflanzenrückständen im Laufe der Wachstumsperiode frei gesetzt wird und der Kartoffel in Phasen höheren Bedarfs zur Verfügung steht. Das dürfte in besonderem Maß für das Welsche Weidelgras gelten.

Im Gegensatz dazu stellten die anderen Gemenge bereits im April eine um etwa 20 kg/ha größere N-Menge bereit. Werden keine Zwischenfrüchte angebaut, werden noch früher noch größere Mengen mineralisiert, die der Kartoffel zum Zeitpunkt des höchsten Bedarfs im Juni vermutlich fehlen.

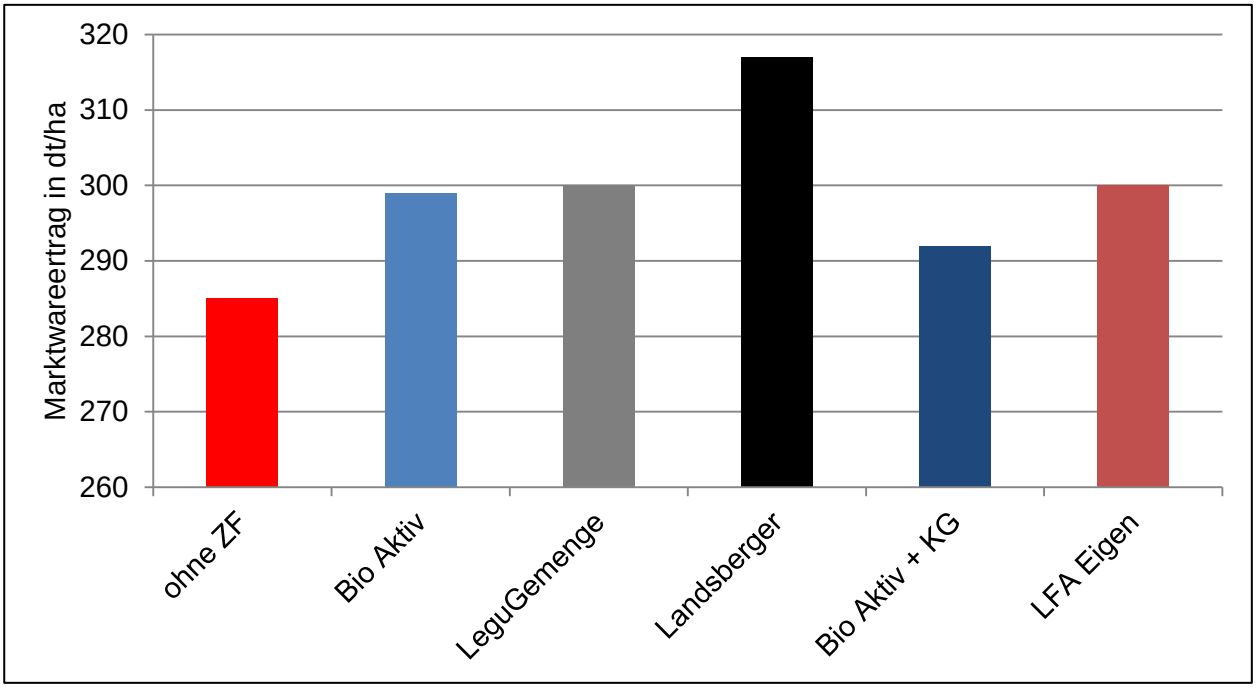


Abb. 6: Marktwareertrag 2013 – 2015 mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (Grenzdifferenz 30 dt bei α=0,05)

Die Ertragsunterschiede zwischen den drei Untersuchungsjahren waren sehr groß, deutlich größer als die Unterschiede zwischen den Varianten (Anhangstabelle A 5).

Hinsichtlich der Knollengrößenanteile (Anhangstabelle A11) konnten keine Auswirkungen der Zwischenfruchtgemenge gemessen werden. Vielmehr dominierten auch hier die Jahresunterschiede. Auffällig war der sehr hohe Übergrößenanteil im Jahr 2015.

Ursächlich dafür dürften die stark variierenden Wachstumsbedingungen im Untersuchungszeitraum, insbesondere die Wasserverfügbarkeit, sein. Während am Standort Gülzow im Jahr 2013 ab Mitte Juni bis Ende August überdurchschnittliche Temperaturen und wenig Niederschlag gemessen wurde, konnte im Jahr darauf bei kontinuierlich guter Wasserversorgung während der Hauptwachstumszeit ein Rekordertrag erzielt werden.

Dass Zwischenfruchtanbau nicht zwangsläufig zu höheren Erträgen der Nachfrüchte führt, wird auch durch andere Autoren bestätigt. Kolbe (2007) berichtet von unterschiedlichen Ertragsreaktionen der Folgefrüchte Mais bzw. Kartoffeln auf einem Lößstandort: Während Mais mit Mindererträgen reagierte, konnten bei Kartoffeln signifikante Mehrerträge auch nach nicht legumen Zwischenfrüchten gemessen werden. Allerdings war hier ein insgesamt wesentlich höheres Stickstoffniveau zu verzeichnen.

3.2.2 Krankheitsbefall im Bestand und Inhaltsstoffe der Knollen

Die Anzahl der durch die **Wurzeltöterkrankheit (Rhizoctonia solani)** verursachten Wipfelroller (WR) im Bestand zum Zeitpunkt Ende Juni sowie die Gesamtzahl der mit Rhizoctoniapocken befallenen Knollen wurden durch die Varianten nicht beeinflusst. Im Ergebnis der Krankheitsboniturен im während des Vegetationsverlaufs wurden Jahreseinflüsse sichtbar (Tabelle 7).

Tab. 7: Befall mit Rhizoctonia solani im Bestand und auf den Knollen (Anzahl der Wipfelroller je Variante, befallene Knollen je 100 Knollen/Variante)

Varianten	2013		2014		2015	
	WR im Bestand	bef. Knollen	WR im Bestand	bef. Knollen	WR	bef. Knollen
1-ohne	0	1	2	23	6	54
2-BioAktivGrün	2	2	1	13	7	55
3-LeguGemenge (groß)	2	0	1	26	6	64
4-Landsberger Gemenge	0	2	1	22	6	59
5-BioAktivGrün + KG	1	2	2	27	8	56
6-LFA Eigenmischung	2	0	1	33	4	53

Befallenes Pflanzgut und feuchtkühle Witterung nach der Pflanzung können die Ausbreitung des Pilzes fördern. Am verwendeten Pflanzgut wurden in allen Versuchsjahren aber nur vereinzelt Pocken festgestellt. Das verstärkte Auftreten von Wipfelrollern sowie der hohe Befall des Erntegutes im Jahr 2015 sind vermutlich auf Auflaufverzögerungen wegen der feuchtkühlen Bedingungen zurückzuführen (Tabelle 4, siehe auch Anhangstabelle A 10).

Hinsichtlich des Auftretens von **Krautfäule (Phytophthora infestans)** im Bestand waren ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Varianten feststellbar (Tabelle 9). Während des Versuchszeitraums kann die Krautfäule insbesondere im Jahr 2013 als ertragsbeeinflussend gelten, weil bereits Mitte Juli keine assimilationsfähige Blattmasse mehr vorhanden war (Boniturnote 9). Im Jahr 2014 gab es ein vergleichsweise geringes Auftreten zu diesem Zeitpunkt, während 2015 ein sehr schwacher Befall bei gleichzeitig spätem Befallsbeginn festzustellen war (Boniturnoten 2-3).

Tab. 8: Krautfäulebefall im Versuchszeitraum 2012 – 2015 (Befallsbeginn sowie Absterbegrad zum Zeitpunkt des Krautschlagens)

Varianten	2013		2014		2015	
	BB	AG	BB	AG	BB	AG
1-ohne	25.06.	9	18.07.	8	24.07.	3
2-BioAktivGrün	26.06.	8	18.07.	8	26.07.	2
3-LeguGemenge (groß)	25.06.	8	18.07.	7	26.07.	2
4-Landsberger Gemenge	25.06.	9	18.07.	7	25.07.	3
5-BioAktivGrün + KG	25.06.	8	18.07.	8	26.07.	3
6-LFA Eigenmischung	26.06.	8	19.07.	7	26.07.	3

BB=Datum des Befallsbeginns, AG=Absterbegrad zum Zeitpunkt des Krautschlagens, Boniturnoten 1-9)

Weitere Krankheitsbonituren zeigten keinen Zusammenhang zwischen den Zwischenfruchtvarianten und der Knollenqualität (Anhangstabellen A 8, A 9, A 10). Unmittelbar nach der Ernte wurden sowohl der Stärkegehalt als auch der Gehalt von Stickstoff und Nitrat sowie Kalium in der Knolle gemessen. Sowohl hinsichtlich der Stärkewerte als auch des Gehalts an Stickstoff und Kalium gab es im Mittel der Jahre zwischen den Varianten keine Unterschiede. Stattdessen wurden stark überlagernde Jahreseinflüsse deutlich (Anhangstabellen A 6 und A 7).

Tab. 9: Inhaltsstoffe im Versuchszeitraum (Mittelwerte der Varianten 2013-2015)

Varianten	Stärke % FM	Kalium % TM	Stickstoff % TM	Nitrat* g/kg FM
1-ohne	12,6	1,73	1,2	93
2-BioAktivGrün	12,6	1,57	1,2	73
3-LeguGemenge (groß)	12,4	1,87	1,3	98
4-Landsberger Gemenge	12,3	1,69	1,3	161
5-BioAktivGrün + KG	12,3	1,82	1,3	132
6-LFA Eigenmischung	12,6	1,81	1,2	128

* Mittelwert von 2013 und 2014

Die gefundenen Werte sowohl für Kalium, Stickstoff und Nitrat bewegen sich im unteren Bereich der Vergleichswerte in der Literatur (Kolbe, 1996, Neuhoff u. Köpke, 2002, Dreyer u.a., 2011) und liegen damit unter den Richtwerten für den ökologischen Kartoffelanbau. In einem früheren Versuch mit Öko-Speisekartoffeln am Standort Gülzow wurden etwas höhere Kaliumgehalte gemessen (Gruber u. Titze, 2010).

Der Nitratgehalt in den Knollen kann nach Aussage der o.g. Autoren durch eine Abnahme der photosynthetischen Leistung, beispielsweise durch Witterungseinflüsse oder Blattschäden über einen längeren Zeitraum ansteigen. Einen deutlichen Anstieg in den Knollen kann massiver Krautfäulebefall bewirken. Dieser Zusammenhang ließ in den Untersuchungen auf dem Ökofeld der LFA MV allerdings nicht herstellen. Für 2015 lagen aus technischen Gründen keine Werte vor. Dreyer u.a. (2011) sowie Oltmanns u. Raupp (2006) konnten im Rahmen einer umfangreichen Praxiserhebung einen gesicherten Einfluss weder unterschiedlicher Vorfrüchte noch verschiedener Düngungsmaßnahmen auf den Nitratgehalt der Knollen feststellen.

3.3 Ökonomische Bewertung des Zwischenfruchtanbaus

Nachfolgend wird der Mehrertrag der nach dem Landsberger Gemenge angebauten Speisekartoffeln beispielhaft bewertet. Grundlage der Bewertung sind die Mehrkosten für Saatgut und Ausbringung des Landsberger Gemenges, der gemessene Mehrertrag sowie der durchschnittliche Erzeugerpreis für Bio-Kartoffeln in MV der Jahre 2013 bis 2015 (Marktinformation Ost, mündliche Auskunft, 2016).

Für das Saatgut wurden 175 € je Hektar veranschlagt, 20 € variable Maschinenkosten je Hektar für die Ausbringung nach pflugloser Bodenbearbeitung bei einer Arbeitsbreite von 3 Metern sowie einer Schlaggröße von 20 Hektar (KTBL, 2016). Im Untersuchungszeitraum von 2012 bis 2015 lag der Erzeugerpreis für marktfähige Bio-Speisekartoffeln im Mittel bei 29 €/dt frei Erfassungslager.

Bei einer vollständigen Vermarktung der als Speisegrößen eingestuften Knollen der Variante Landsberger Gemenge müsste der Erzeugerpreis lediglich 9 €/dt betragen, um die Mehrkosten für das Zwischenfruchtgemenge auszugleichen. In der Praxis allerdings gelten Knollen mit vielen Rhizoctoniapocken, Dry Core-Löchern oder deutlich ausgebildetem Kartoffelschorf als nicht marktfähig. Darüber hinaus können auch hohe Übergrößenanteile die Vermarktungsfähigkeit beeinträchtigen.

Ausgehend von den in der vorgestellten Untersuchung ermittelten Knollenqualitäten (Tabellen 7, A8 bis A10) sind Ausfälle von bis zu 50 Prozent in der Kalkulation zu berücksichtigen. Dadurch werden Erzeugerpreise von 18 €/dt bzw. ein Mehrertrag von mindestens 13,4 dt/ha erforderlich. Der mehrkostenfreie Erlös für die Variante Landsberger Gemenge beträgt unter diesen Annahmen 251 € je Hektar (Tabelle 10).

Tab. 10: Vergleich der Mehrkosten (Saatgut und Aussaat) mit dem Mehrerlös für die Variante Landsberger Gemenge

Mehrkosten €/ha	Mehrertrag dt/ha	Erzeugerpreis €/dt	Mehrerlös €/ha	mehrkostenfreier Erlös 100% €/ha	mehrkostenfreier Erlös 50 % €/ha
195	24	29	696	501	251

Im Anhang (Tabelle A 12) sind die Mehrkosten für alle weiteren geprüften Zwischenfruchtvarianten aufgelistet. Weil die Mehrerträge der anderen Varianten unter den beschriebenen Umständen vergleichsweise gering ausfielen und großen Schwankungen unterlagen, kann nicht immer von einem Ausgleich der Mehrkosten ausgegangen werden.

4 Schlussfolgerungen

- Ohne Zwischenfruchtbegrünung besteht die Gefahr der Stickstoffverlagerung in tiefere Bodenschichten. Selbst vergleichsweise intensive Selbstbegrünung kann diesen Verlagerungsprozess nicht verhindern.

- Zwischenfruchtbegrünung kann eine N-Verlagerung in Bodenbereiche unterhalb der Krume wirkungsvoll verhindern.

- Die in den Untersuchungen gefundenen N-Mengen in den Zwischenfruchtvarianten waren relativ niedrig und reichten im Fall der Nachfrucht Kartoffel nur zur Bildung vergleichsweise geringer Mehrerträge aus.

- Zwischenfrüchte nehmen im Kartoffelbestand keinen Einfluss auf das Krankheitsgeschehen und die Knollengesundheit. Das trifft im Wesentlichen auch auf die Inhaltsstoffe wie Stärke-, Kalium-, Stickstoff- und Nitratgehalt zu.

- Trotz relativ geringer Ertragseffekte für die Nachfrucht lohnt sich besonders der Anbau winterharter Zwischenfrüchte, um Stickstoff zu binden und N-Verlagerungen zu vermeiden. Sie sind in der Fruchtfolge vor Kartoffeln und Mais sinnvoll einzuordnen.

- Für konventionelle Betriebe kann der Zwischenfruchtanbau eine sinnvolle Option im Zusammenhang mit Greening-Maßnahmen sowie bei der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie sein. Hier sollten die langjährigen Erfahrungen aus dem ökologischen Landbau einfließen.

Literaturverzeichnis

BERENDONK, C. (2011): Zwischenfrüchte für Futternutzung und Gründüngung. https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau/futterbau/veroeffentlichungen/fb-zwischenfruchtanbau.htm

DREYER, W., BÖHM, H. u. DRESOW, J.F. (2011): Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus. In: Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion, 43 - 54

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen – konventionell, integriert, ökologisch. Eugen Ulmer Verlag

GROSSE, M. u. J. HESS (2016): Mit Zwischenfrüchten den Ertrag fördern. Ökologie & Landbau 02/2016, 34-35

GRUBER, H., U. THAMM (2006): Eignung von ausgewählten Zwischenfruchtgemengen für Anbau und Verfütterung im ökologischen Landbau. Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Acker- und Pflanzenbau

GRUBER, H. u. A. Titze (2010): Einfluss anbautechnischer Maßnahmen auf den Ertrag und die Qualität ökologisch angebauter Speisekartoffeln. Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Acker- und Pflanzenbau

GRUBER, H. (2013): Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter am Standort Gülzow. Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Acker- und Pflanzenbau

JACOB, I., SCHNEIDER, R. u. P. URBATZKA (2015): Anteile von Haupt- und Zwischenfrüchten auf Praxisbetrieben des ökologischen Landbaus. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 27, 197 - 198

KOLBE, H. (1995): Einflussfaktoren auf Ertrag und Inhaltsstoffe der Kartoffeln. I. Trockensubstanz und Stärke. Kartoffelbau Nr. 10/1995, 404 - 411

KOLBE, H. (1996): Einflussfaktoren auf Ertrag und Inhaltsstoffe der Kartoffel. IV. Nitrat. Kartoffelbau Nr. 7/1996, 259 - 264

KOLBE, H. (2007): Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln. In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20. - 22. März 2007

KTBL (2016): Feldarbeitsrechner. http://daten.ktbl.de/feldarbeit

MAINER, V., T. EBERTSEDER u. H. SCHMID (2009): Einfluss der Bodenbearbeitung und des Säverfahrens auf die Spross- und Wurzelleistung unterschiedlicher Zwischenfruchtmischungen im Ökologischen Landbau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 21, 85 – 86

MARKTINFORMATION OST (2016): Erzeugerpreise Bio-Speisekartoffeln. Mündliche Auskunft

NEUHOFF, D. u. U. KÖPKE (2002): Speisekartoffelproduktion im Organischen Landbau: Einfluss von Düngung und Sortenwahl auf Ertrag und Knolleninhaltsstoffe. Pflanzenbauwissenschaften 6 (2), 49 - 56

OLTMANNS, M. u. J. RAUPP (2006): Ackerbohnenschrot im Vergleich zu Rottemist: Effekte auf Ertrag und Qualitätsparameter von Kartoffeln. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18, 80 - 81

PAFFRATH, A. (2006): Vorfruchtwirkung verschiedener Zwischenfrüchte für den Ökologischen Landbau geprüft; www.oekolandbau.nrw.de; Ökozentrum Köln-Auweiler

REENTS, H.-J. u. K. MÖLLER (2001): Stickstoffmanagement im ökologischen Anbau unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Zwischenfrüchten. In: Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau, TU München 06. - 08. März 2001, Verlag Dr. Köster Berlin, 179 - 192

SCHLIESSER, I., M. SCHUSTER, H. KOLBE (2010): Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Silomais und Kartoffeln. Schriftenreihe des LfULG, Heft 27/2010; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Überleitung

BECKHOFF, L. (2013): Einfluss verschiedener Zwischenfruchtgemenge auf die Entwicklung der Nmin-Gehalte eines ökologisch bewirtschafteten Sandbodens am Standort Gülzow. Bachelorarbeit, Universität Rostock

TITZE, A. (2014): Einfluss verschiedener Zwischenfruchtgemenge auf N-Aufnahme und Stickstoffgehalte im Boden. Vortrag, Feldtag Ökologischer Landbau der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern am 03.06.2014

TITZE, A. (2015): Zwischenfrüchte vor Kartoffeln – N-Aufnahme, Stickstoffdynamik und Erträge. Vortrag, Kolloquium der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern am 09.02.2015

TITZE, A. (2015): Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf den Nmin-Gehalt im Boden und den Ertrag der Nachfrucht Kartoffel. Beiträge zum Ökologischen Landbau, Mitt. der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Heft 56, 25-31

TITZE, A. (2016): Zum Einfluss verschiedener Zwischenfruchtgemenge auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Kartoffel. Jahresbericht 2015 der Landesforschungs-anstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, 36

TITZE, A. (2016): Stickstoff bleibt oben. Bauernzeitung, 32 (2016), 22-23

Anhang

Tab. A 1: Methoden zur Nährstoffuntersuchung

Parameter	Methode
Boden	**(VDLUFA I)**
pH-Wert	CaCl2
P_2O_5	DL
K_2O	DL
Mg	DL
NO_3	CaCl2
NH4	CaCl2
N_{min}	rechnerisch
Pflanze	**(VDLUFA III)**
K	flammenphotometrisch in salzsaurer Aschelösung
N	Gesamt-N nach Kjeldahl
NO_3	HPLC
Stärke	Stärkewaage Mettler
TS	Stärkewaage Mettler

Tab. A 2: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2012/13 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm)

Variante	November	Januar	Februar	März	April
ohne	44	42	42	42	74
BioAktiv	28	31	33	35	57
Legugemenge	45	43	46	40	69
Landsberger	30	31	34	29	50
BioAktiv+KG	30	31	34	32	58
LFA	29	29	35	35	60

Tab. A 3: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2013/14 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm)

Variante	November	Januar	Februar	März	April
ohne	40	41	42	53	67
BioAktiv	30	31	35	36	57
Legugemenge	39	42	40	40	60
Landsberger	30	30	30	33	42
BioAktiv+KG	29	30	30	32	58
LFA	29	29	33	35	61

Tab. A 4: N_{min}-Gehalte im Boden Winterhalbjahr 2014/15 (N_{min} in kg/ha, 0-90 cm)

Variante	November	Januar	Februar	März	April
ohne	29	39	33	47	62
BioAktiv	28	40	26	27	55
Legugemenge	48	66	33	37	65
Landsberger	22	30	24	25	45
BioAktiv+KG	17	30	21	25	54
LFA	25	31	25	30	59

Tab. A 5: Marktwareertrag 2013 bis 2015 (Verrechnung mit Intervallen für den paarweisen Vergleich, in dt/ha)

Variante	2013	2014	2015	Mittel
ohne	180	387	289	**285**
BioAktivGrün	202	408	284	**297**
LeguGemenge (groß)	188	428	283	**299**
Landsberger Gemenge	186	425	349	**322**
BioAktivGrün + KG	175	405	289	**290**
LFA Eigenmischung	186	405	304	**298**
Mittel (= 100%)	**186**	**410**	**300**	**298**
Grenzdifferenz (5%)	45	38	38	**30**

Tab. A 6: Stärkegehalt in den Knollen im Versuchszeitraum (in % der Frischmasse)

Variante	2103	2014	2015
ohne	12,9	13,6	11,3
BioAktivGrün	12,8	13,7	11,4
LeguGemenge (groß)	13,0	13,2	11,0
Landsberger Gemenge	12,4	13,1	11,3
BioAktivGrün + KG	12,7	13,1	11,2
LFA Eigenmischung	12,9	13,5	11,5

Tab. A 7: Sonstige Inhaltsstoffe der Knollen im Versuchszeitraum (Untersuchung nach der Ernte)

Variante	2013			2014			2015		
	K % TM	N % TM	NO_3 mg/kg FM	K % TM	N % TM	NO_3 mg/kg FM	K % TM	N % TM	NO_3 mg/kg FM
ohne	1,91	1,1	102	1,52	1,2	84	1,77	1,4	-
BioAktivGrün	1,80	1,2	92	1,47	1,1	54	1,74	1,3	-
LeguGemenge (groß)	1,96	1,2	96	1,68	1,4	100	1,98	1,4	-
Landsberger Gemenge	1,68	1,1	131	1,51	1,3	192	1,88	1,4	-
BioAktivGrün + KG	1,95	1,2	168	1,50	1,2	96	2,00	1,4	-
LFA Eigenmischung	1,84	1,2	122	1,50	1,2	142	2,10	1,3	-

Tab. A 8: Befall mit Kartoffelschorf im Versuchszeitraum (Anzahl befallener Knollen)

Variante	2013			2014			2015		
	bis 15%	bis 30%	bis 45%	bis 15%	bis 30%	bis 45%	bis 15%	bis 30%	bis 45%
ohne	15	0	0	3	14	4	5	0	0
BioAktivGrün	11	0	0	25	1	0	1	0	0
LeguGemenge (groß)	15	0	0	32	5	0	6	0	0
Landsberger Gemenge	6	0	0	35	2	0	1	0	0
BioAktivGrün + KG	5	0	0	3	11	0	2	2	0
LFA Eigenmischung	7	0	0	36	3	1	2	3	0

Tab. A 9: Sonstige Krankheiten der Knollen im Versuchszeitraum (Bonitur nach 6 Wochen Zwischenlagerung, Anzahl befallener Knollen von je 100 Knollen)

Variante	2013			2014			2015		
	Trocken-fäule	Nass-fäule	Braun-fäule	Trocken-fäule	Nass-fäule	Braun-fäule	Trocken-fäule	Nass-fäule	Braun fäule
ohne	0	0	0	7	0	0	0	0	0
BioAktiv-Grün	2	0	0	4	0	0	0	0	0
LeguGe-menge (groß)	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Landsber-ger Ge-menge	1	0	0	5	0	2	0	0	0
BioAktiv-Grün + KG	0	0	0	3	0	0	0	0	0
LFA Ei-genmi-schung	0	0	0	7	0	0	0	0	0

Tab. A 10: Sonstige Krankheiten der Knollen im Versuchszeitraum (Bonitur nach 6 Wochen Zwischenlagerung, Anzahl befallener Knollen von je 100 Knollen)

Variante	2013			2014			2015		
	Rhi-zoct. def. Knollen	Dry Cor e	Eisen-flecken	Rhizoct. def. Knollen	Dry Cor e	Eisen-flecken	Rhizoct. def. Knollen	Dry Core	Eisen-flecken
ohne	6	19	0	2	9	0	5	1	0
BioAktivGrün	12	14	0	5	10	0	8	5	0
LeguGemen-ge (groß)	9	10	0	3	5	0	9	4	0
Landsberger Gemenge	14	7	0	5	12	0	7	5	0
BioAktivGrün + KG	12	11	0	0	14	0	7	0	0
LFA Eigen-mischung	6	10	0	3	20	0	6	3	0

Tab. A 11: Knollengrößenanteile im Versuchszeitraum (relativ in %)

Variante	2013			2014			2015		
	Unter-größen	Speise-ware	Über-größen	Unter-größen	Speise-ware	Über-größen	Unter-größen	Speise se-ware	Über-größen
ohne	3,9	95,3	0,8	0,7	86,8	12,5	1,6	71,4	27,1
BioAktiv-Grün	3,1	96,3	0,6	0,8	82,1	17,1	1,5	71,0	27,5
LeguGe-menge (groß)	3,4	95,2	1,4	0,6	85,6	13,7	1,7	69,0	29,3
Lands-berger Gemenge	3,7	95,2	0,7	0,9	81,6	17,6	1,3	68,7	30,0
BioAktiv-Grün + KG	4,0	95,6	0,8	0,8	78,0	21,3	1,5	73,0	25,5
LFA Ei-genmi-schung	3,6	95,5	0,9	0,8	76,8	22,5	1,3	74,8	24,0
Mittel	**3,6**	**95,5**	**0,9**	**0,8**	**81,8**	**17,4**	**1,5**	**71,3**	**27,2**

Tab. A 12: Kosten des Zwischenfruchtanbaus (in € je Hektar)

Variante	Saatgut	Ausbringung*	Gesamt
BioAktivGrün	100	20	120
LeguGemenge (groß)	155	25	180
Landsberger Gemenge	173	22	195
BioAktivGrün + KG	120	20	140
LFA Eigenmischung	80	22	102

*variable Maschinenkosten

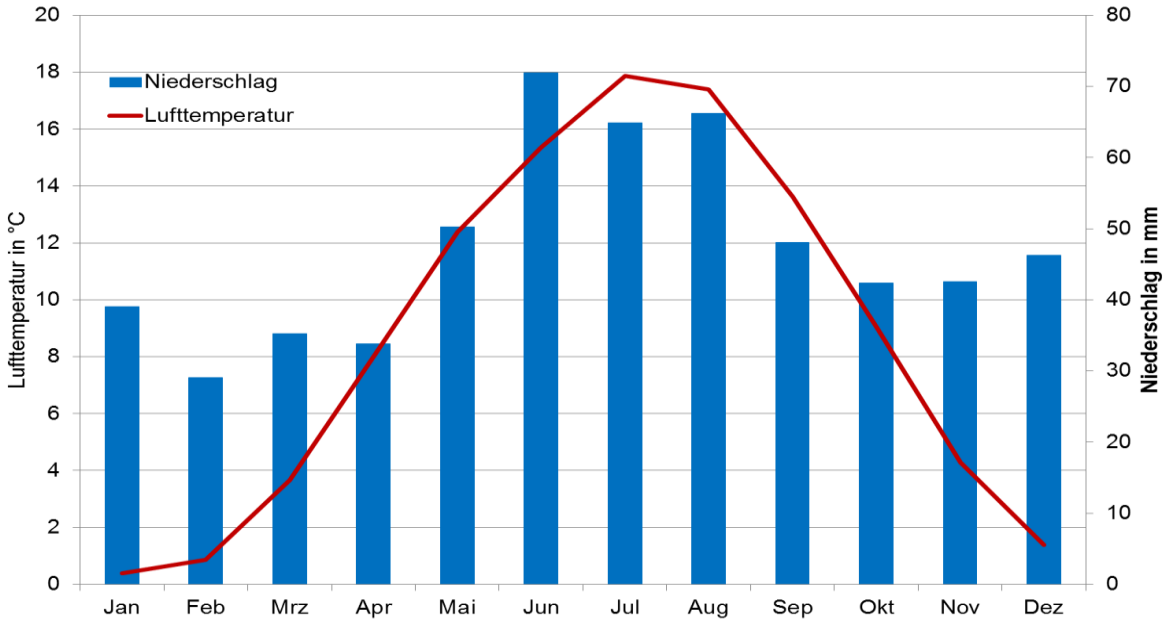


Abb. A 1: Niederschlagsmengen und Temperaturen am Standort Gülzow (30-jähriges Mittel 1982-2011)