

Einfluss des Zwischenfruchtanbaus auf den N_{\min} -Gehalt im Boden und den Ertrag der Nachfrucht Kartoffeln

Andreas Titze

Abstract: In a field trial under organic farming conditions, the influence of different catch crops on soil mineral N content and on the yield of a subsequent crop (potato) was quantified over three years. Differences in soil mineral N between plots with and without catch crops were observed. Treatments with no vegetation lost more N into deeper soil layers than catch crop treatments. An influence of catch crops on plant disease occurrence or nutrient content of potatoes was not found.

Zusammenfassung

Untersucht wurde 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 angebaute Speisekartoffeln. 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 Krumbereich 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 Winterzwischenfrucht 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.

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 Grundfuttersversorgung 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 LFA 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.

Material und Methode

In den Jahren 2012 bis 2014 wurde auf dem ökologischen Versuchsfeld in Gülzow jeweils zum frühestmöglichen Zeitpunkt nach der Getreideernte im August ein randomisierter Feldversuch mit fünf verschiedenen Zwischenfruchtgemengen und einer Kontrollvariante in Doppelparzellen angelegt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Charakteristik der geprüften Zwischenfruchtgemenge (2012 - 2014)

Nr.	Gemenge	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	Hülsenfruchtgemenge DSV	Futtererbse, Lupine, Sommerwicke, 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 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 um den 15. August. Etwa 9 Wochen später erfolgte unmittelbar vor der Ernte der Zwischenfrüchte die Bestimmung des Deckungsgrades jeder Parzelle mit Hilfe des Göttinger Schätzrahmens sowie eine Ertragsanteilschätzung nach Klapp zur Ermittlung des Massenprozentanteils der ausgesäten Arten. Es 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_{\min} -Bestimmung erfolgte zu gleichen Teilen aus der gemähten wie aus der ungemähten Parzellenhälfte. Daran schlossen sich bis März des Folgejahres die monatliche Bestimmung des N_{\min} -Gehaltes bis in eine Tiefe von 90 cm (Bohrstock, VDLUFA I A 6.3.1) sowie laufende Deckungsgradschätzungen an. Boden- und Pflanzenanalysen erfolgten variantenweise, die Ertragsermittlung und die Schätzung der Leguminosenanteile wurden parzellenweise vorgenommen. Zum ortsüblichen Zeitpunkt um den 25. April wurden nach dem Umbruch der Zwischenfrüchte vorgekeimte Kartoffeln der frühen Sorte Agila deckungsgleich - ebenfalls in Doppelparzellen - ausgepflanzt. Kartoffelernte und -aufbereitung erfolgten Ende August. Den Abschluss bildete eine Krankheitsbonitur der Knollen nach sechswöchiger Zwischenlagerung. Der Trockenmasseertrag der Zwischenfrüchte sowie der Kartoffelertrag wurden mittels f- und t-Test verrechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Deckungsgrad der Zwischenfruchtgemenge im Winterhalbjahr

Den höchsten Deckungsgrad von Ende Oktober bis Anfang April wies jeweils das winterharte Landsberger Gemenge auf. Je nach Frostdauer und Temperatur nahmen die Deckungsgrade der anderen Varianten mit unterschiedlicher Intensität ab (Abb. 1). Der Deckungsgrad der Kontrollvariante wurde stark vom Anteil des Auflaufgetreides (Vorfrucht Winterrogen) beeinflusst. Dieser war wegen der günstigen Keimbedingungen im Spätsommer bzw. im Herbst 2013 sehr hoch (> 50 %) und sank bis zum Frühjahr 2014 nur wenig. Vermutlich deshalb wurde im Verhältnis zu den anderen Untersuchungsjahren auch in der Kontrollvariante relativ viel Stickstoff in der Biomasse gebunden.

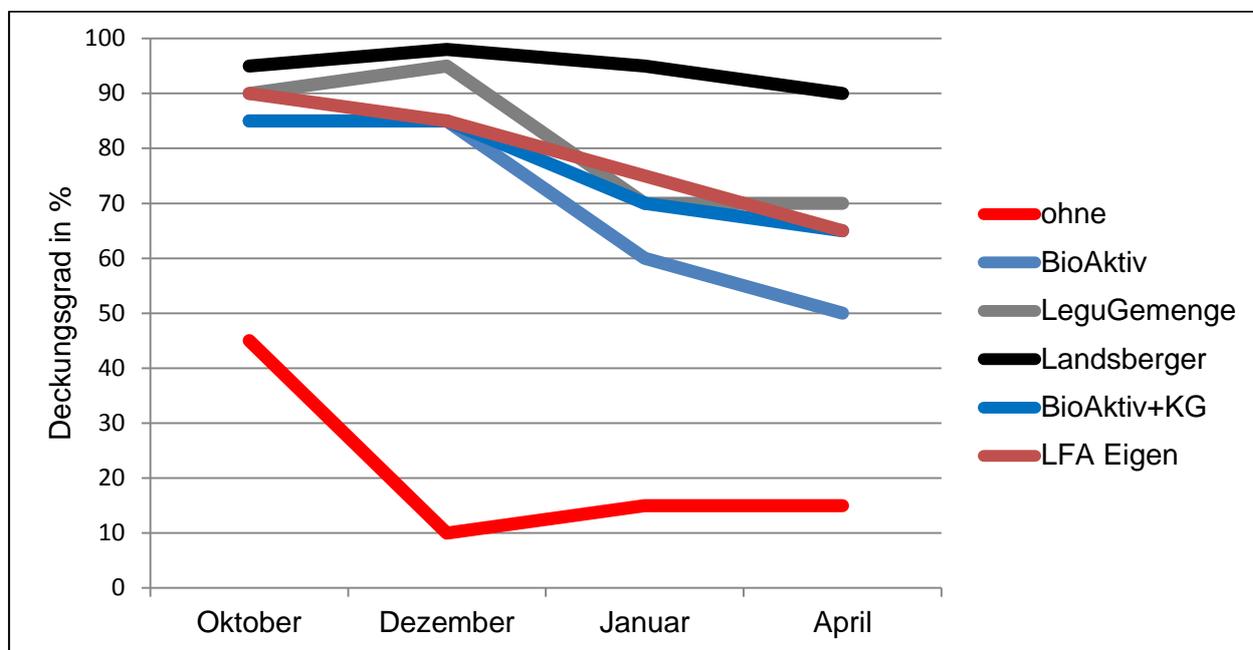


Abb. 1: Deckungsgrad verschiedener Zwischenfruchtgemenge während des Winterhalbjahrs (Mittelwerte 2012 - 2015)

Trockenmasseerträge der Zwischenfrüchte

Aus Tabelle 5 geht hervor, wie groß die Jahresunterschiede beim Trockenmasseertrag während des Untersuchungszeitraumes waren. Darin spiegeln sich die sehr unterschiedlichen Witterungsbedingungen während der Standzeit der Gemenge im Spätsommer und Herbst wider. Im Jahr 2014 beispielsweise wurden im September und Oktober weit überdurchschnittliche Temperaturen gemessen. Da zeitgleich eine gute Wasserverfügbarkeit bestand, konnten Ende Oktober vergleichsweise hohe Erträge gemessen werden. 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 2 dargestellt.

Tabelle 2: Trockenmasseerträge der Zwischenfruchtgemenge vor Winter (2012 - 2014, in dt TM/ha)

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

¹Buchstaben A, B, C, D symbolisieren signifikante Unterschiede

Die geringere Wüchsigkeit des Landsberger Gemenges vor Winter mündet in signifikant niedrigeren Biomasseerträgen im Vergleich zum LeguGemenge und der LFA Eigenmischung. Das Einmischen von Weißklee in das Gemenge BioAktivGrün hatte auf die Biomasseerträge keinen Einfluss. Erfahrungsgemäß bildet das Klee gras erst im Frühjahr nennenswerte Blattmasse. Verglichen mit Literaturangaben erscheinen die

Trockenmasseerträge am Standort Gülzow relativ niedrig. In früheren Untersuchungen auf dem ökologischen Versuchsfeld der LFA MV wurden mit vergleichbaren Mischungen ähnliche Trockenmasseerträge erzielt (Gruber u.a., 2006). BERENDONK (2011) und Kolbe (2010) geben wesentlich höhere Ertragswerte an, allerdings unter besseren Standortbedingungen und mit insgesamt längeren Wachstumszeiten. Mainer u. a. (2009) konnten einen Zusammenhang zwischen oberirdischer Sprossmasse und der Wurzelmasse herstellen, wobei ebenfalls Gemenge aus großkörnigen Leguminosen die höheren Werte aufwiesen.

N-Aufnahme der Zwischenfruchtgemenge

Wegen der oben beschriebenen unterschiedlichen Wachstumsbedingungen variierten auch die in der Biomasse gespeicherten N-Mengen erheblich. Dabei wiesen in allen drei Prüffahren die Aufwüchse der Variante 3 (Großkörnige Leguminosen) die höchsten Werte auf (Abb. 2).

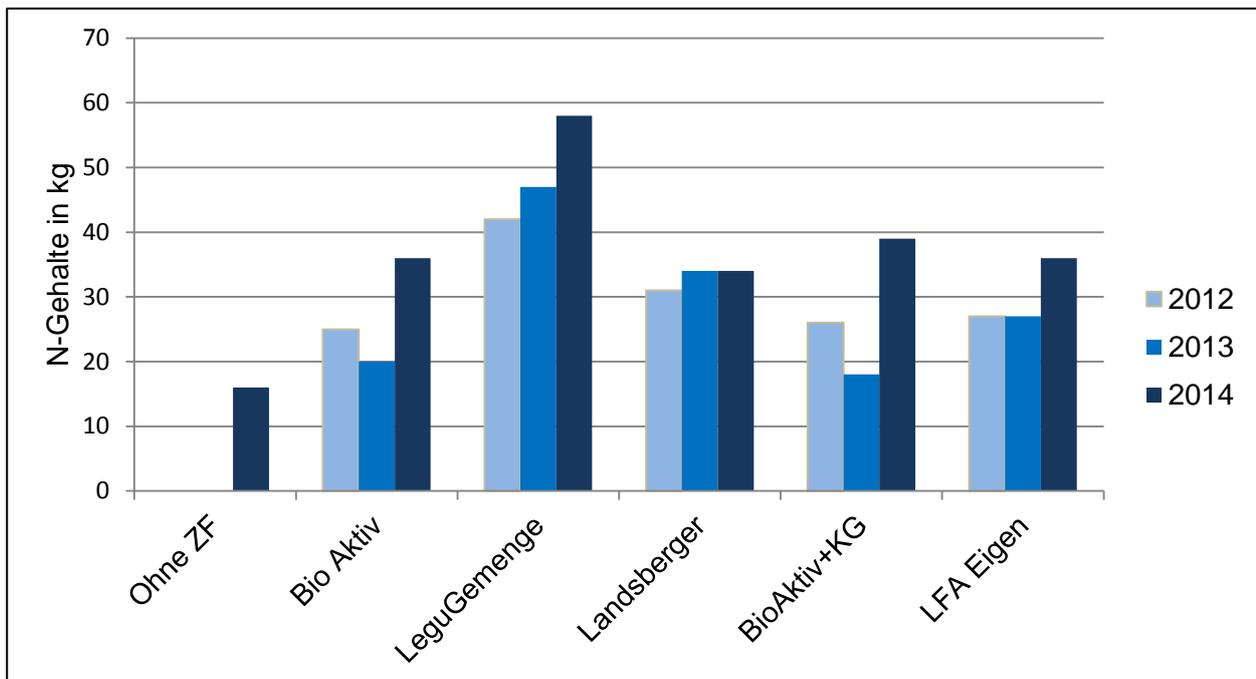


Abb. 2: N-Gehalte in der Trockenmasse verschiedener Zwischenfruchtgemenge bis Ende Oktober (2012 - 2015)

In der höheren Stickstoffaufnahme des großkörnigen Leguminosengemenges zeigt sich die stärkere Aktivität der Knöllchenbakterien der bestandsbestimmenden Arten Erbsen, Lupinen und Sommerwicken. Sie sind vergleichsweise konkurrenzstark und haben geringere Temperaturansprüche als die feinkörnigen 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).

N_{min}-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 (Abb. 3). Obwohl die Variante 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 N_{min}-Werten von etwa 30 kg/ha und steigen im weiteren Verlauf ebenso an wie die Variante LeguGemenge. Verhalten im Anstieg zeigt sich dagegen das Landsberger Gemenge. Mit 40 kg/ha in 0 - 90 cm Tiefe werden im April vergleichsweise geringe Werte erreicht.

Differenziert nach Bodentiefen weist die Variante ohne Zwischenfrüchte in allen drei Untersuchungsjahren im Bereich von 60 - 90 cm höhere N-Werte auf als die Zwischenfruchtvarianten. Diese unterscheiden sich diesbezüglich nicht voneinander.

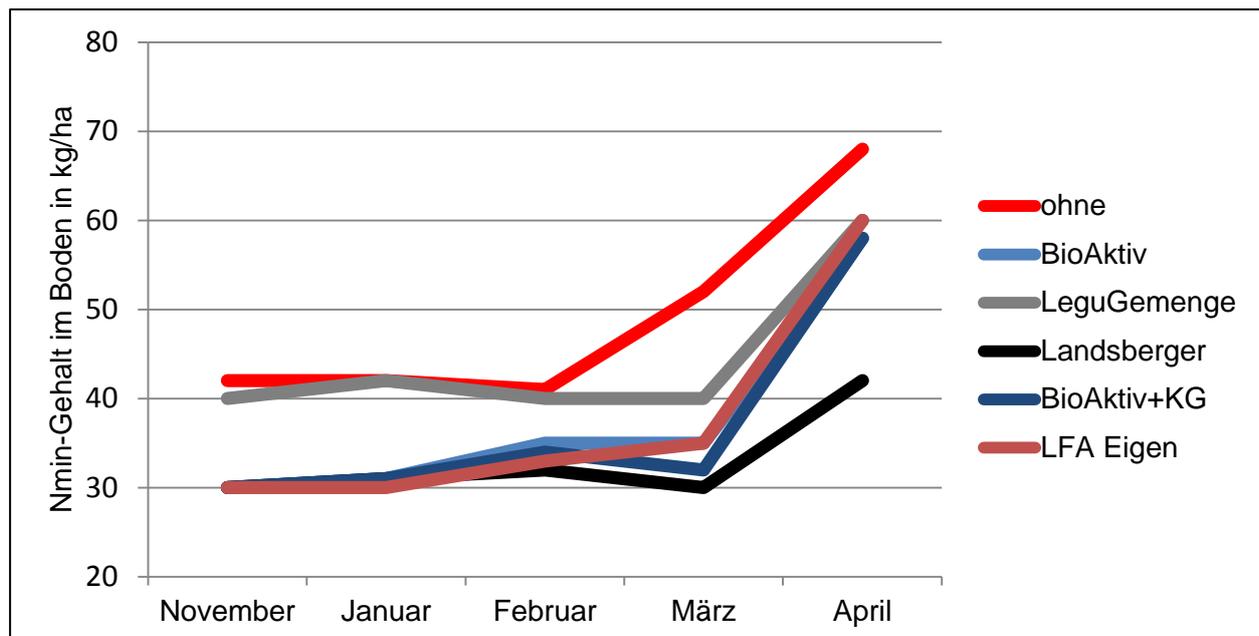


Abb. 3: N_{min}-Gehalte im Boden während der Winterperiode (Mittel 2012 - 15, 0 - 90 cm)

Kartoffelerträge

Alle Zwischenfruchtgemenge weisen höhere Kartoffelerträge im Vergleich zur Kontrolle auf. Allerdings erreichte nur die Variante mit der Vorfrucht Landsberger Gemenge im Mittel der Versuchsjahre einen statistisch gesicherten Mehrertrag von 12 % (Abb. 4). Hier ist davon auszugehen, dass die eingearbeiteten Pflanzenrückstände den Stickstoff im Laufe der Wachstumsperiode später frei geben und der Kartoffel zur Verfügung stellen. Das dürfte in besonderem Maß für das Welsche Weidelgras gelten. Die Mehrerträge reichen aber nur aus, wenn für die Kartoffeln ein Preis von mindestens 7 €/dt gezahlt wird, was bei einer Öko-Vermarktung ein eher geringer Preis und mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erreichen ist.

Im Gegensatz dazu stellen 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 vermutlich fehlen (vgl. Abb. 3).

Die Ertragsunterschiede zwischen den drei Untersuchungsjahren waren außerordentlich groß und überstiegen die Unterschiede zwischen den Varianten deutlich. Das Versuchsmittel des Marktertrages betrug im Jahr 2013 187 dt/ha, im Jahr 2014 410 dt/ha und im Jahr 2015 300 dt/ha. Ursächlich dafür dürften die stark variierenden Wachstumsbedingungen im Untersuchungszeitraum, insbesondere die Wasserverfügbarkeit, sein. Während am Standort Gülzow im Jahr 2013 eine extreme Vorsommertrockenheit herrschte, wurde im Jahr darauf bei sehr günstigen Witterungsbedingungen ein Rekordertrag erzielt. 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 Stickstoff-Niveau zu verzeichnen.

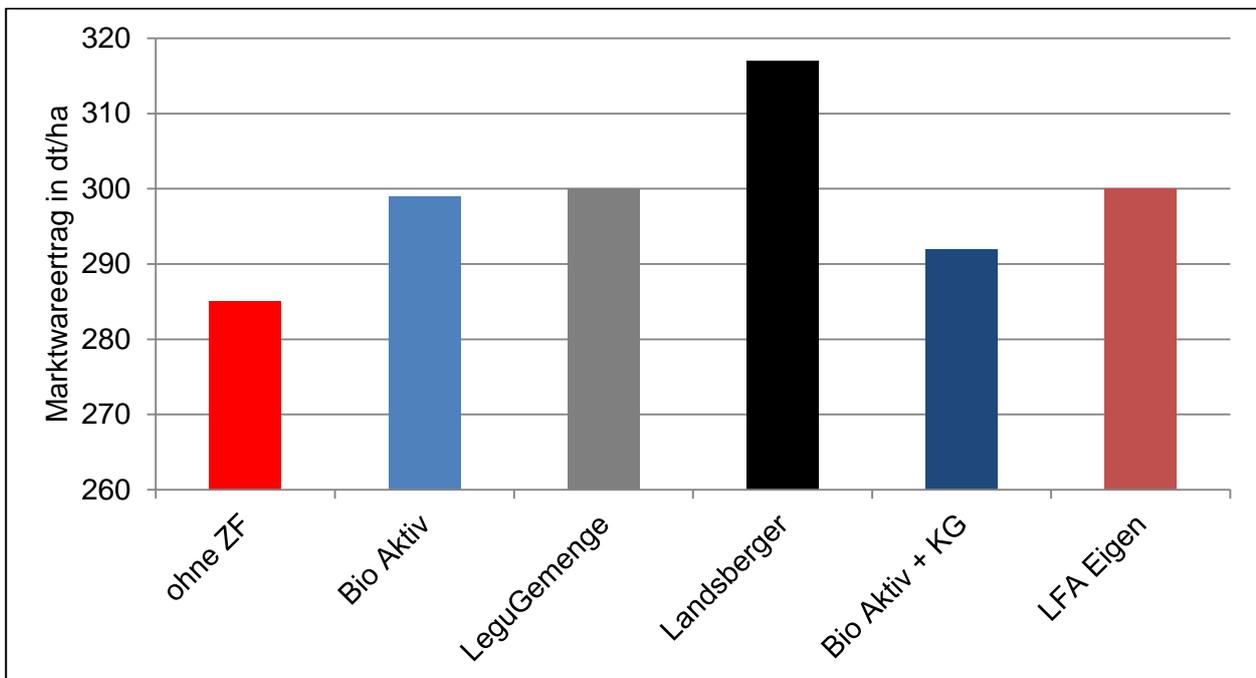


Abb. 4: Marktwareerträge der Kartoffeln nach verschiedenen Zwischenfruchtgemengen (MW 2013 - 2015, Grenzdifferenz 30 dt bei $\alpha = 0,05$)

Inhaltstoffe der Kartoffeln

Die getesteten Varianten unterschieden sich in Bezug auf Inhaltsstoffe und Qualitätskriterien nicht voneinander. Lediglich der Nitratgehalt der Variante 3 (Großkörnige Leguminosen) übertraf das Versuchsmittel, allerdings auf einem sehr niedrigen Niveau. Krankheiten im Feldbestand sowie die Lagerfähigkeit der Knollen wurden nicht beeinflusst.

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, die Knollengesundheit oder -lagerfähigkeit. Das trifft auch auf Inhaltsstoffe wie Stärke- oder 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>
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen – konventionell, integriert, ökologisch. Eugen Ulmer Verlag
- 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
- 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. (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
- MAINER, V., T. EBERTSEDER u. H. SCHMID (2009): Einfluss der Bodenbearbeitung und des Säverfahrens auf die Spross- und Wurzeleistung unterschiedlicher Zwischenfruchtmischungen im Ökologischen Landbau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 21, 85 - 86
- 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