

Kleegrasnutzung im viehlosen Acker- und Gemüsebau

Hintergrund

Der Trend zur Intensivierung und Spezialisierung im Ökologischen Landbau zeigt sich u.a. in einer deutlichen Ausweitung des viehlosen Acker- und Gemüsebaus. Aus Sicht der überwiegenden Anzahl an Leitbetrieben in NRW sollte jedoch auch unter diesen Bedingungen das Ideal „eines weitgehend in sich geschlossenen Betriebsorganismus“ (Köpke 2000/2010) mit innerbetrieblicher Sicherung einer dauerfähigen Humus- und Stickstoffversorgung weiter verfolgt werden.

Die Kulturen mit der höchsten Humusreproduktion und symbiotischen Stickstoff-fixierungsleistung sind Futterbaugemenge wie Klee- und Luzernegras. Sie reduzieren durch regelmäßige Nutzung die Verunkrautung, fördern das Bodenleben und steigern die Erträge in den Folgefrüchten und bilden damit die Basis einer nachhaltigen Fruchtfolgeplanung.

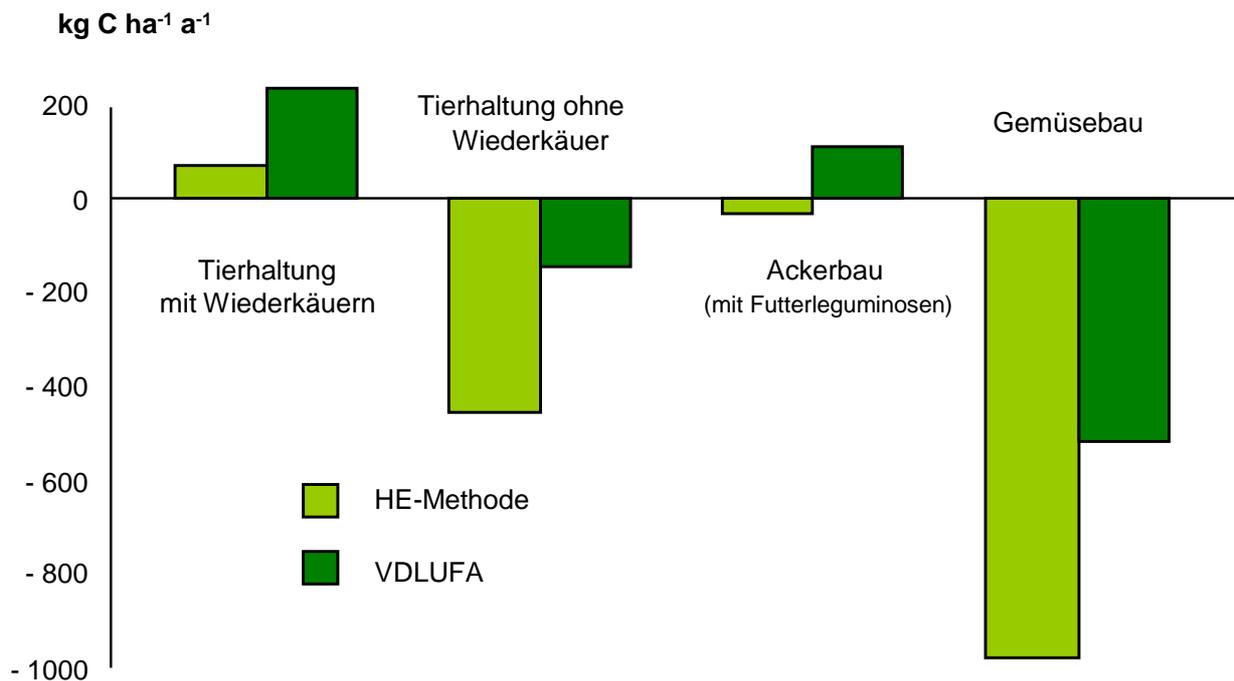


Abb. 1: Bilanzsalden von vier ökologisch wirtschaftenden Betrieben nach der HE-Methode und nach VDLUFA (Umrechnung HE-Methode: 1 HE entspricht 1 t Humus mit 50 kg N und 580 kg C) (Stumm et al. 2011).

Auf viehlosen Betrieben wird der Anbau von Futterleguminosen aufgrund des Verlustes eines Marktfruchtjahres oft als ökonomisch uninteressant eingestuft und Klee- und Luzernegras vermehrt aus der Fruchtfolgeplanung herausgenommen, was sich negativ auf die Entwicklung der Humusgehalte auswirken kann (Abb. 1 & 2).

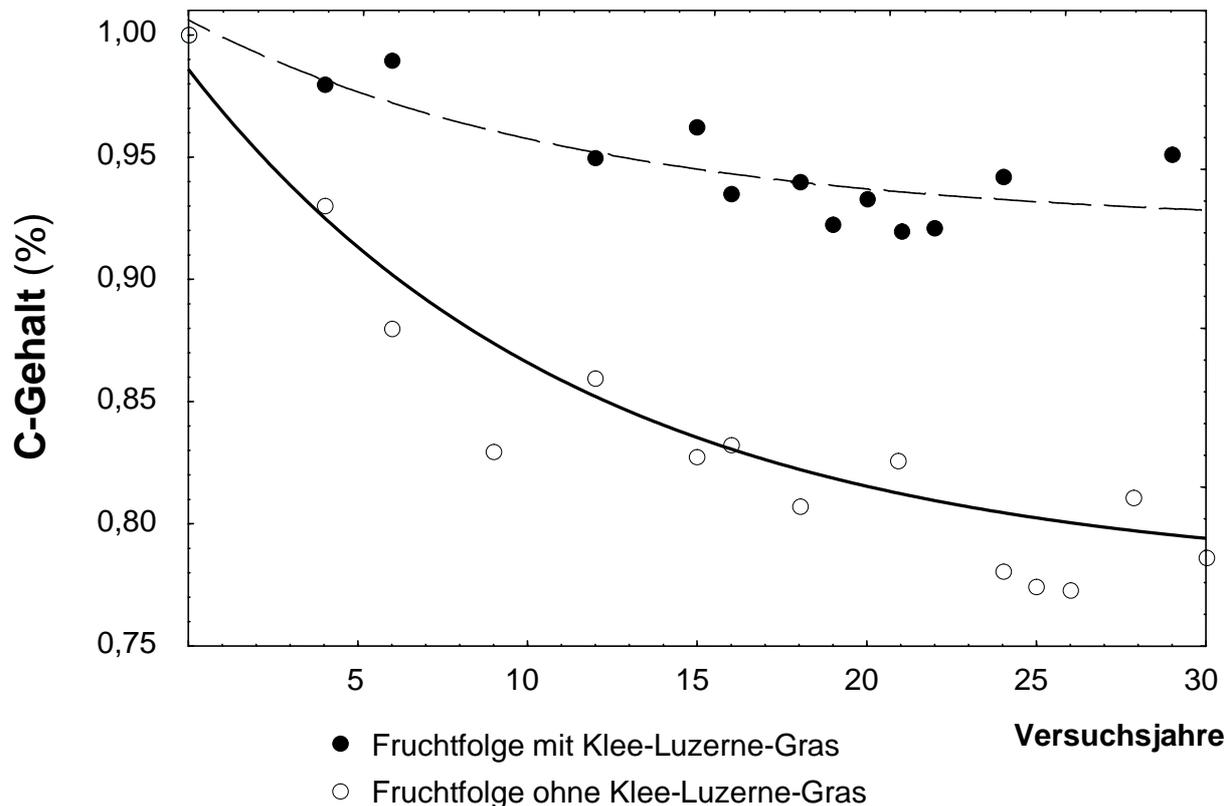


Abb. 2: Einfluss von Klee-Luzerne-Gras auf die Corg-Gehalte, Dauerfeldversuch auf sandigem Lehm (Hülsbergen 2003).

Bleibt Ackerfutter Bestandteil der Fruchtfolgeplanung, wird es vielfach unproduktiv gemulcht, dies führt zu reduzierter Stickstofffixierungsleistung und gesteigerten Lachgasemissionen (Abb. 3 & 4). Der Mehrwert der Sprossmasse bleibt ungenutzt.

Alternative Nutzungsformen für den Aufwuchs stellen der Futtermittelverkauf als Silo- & Heuballen, Pellets bzw. Cobs oder die Einspeisung in „Bio“-Biogasanlagen dar. Aus wirtschaftlicher Sicht ließe sich so, über die positive Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit hinaus, ein ökonomischer Beitrag zum Betriebsgewinn in Form von Verkaufsware oder innerbetrieblicher Dünger- und Energieerzeugung leisten.

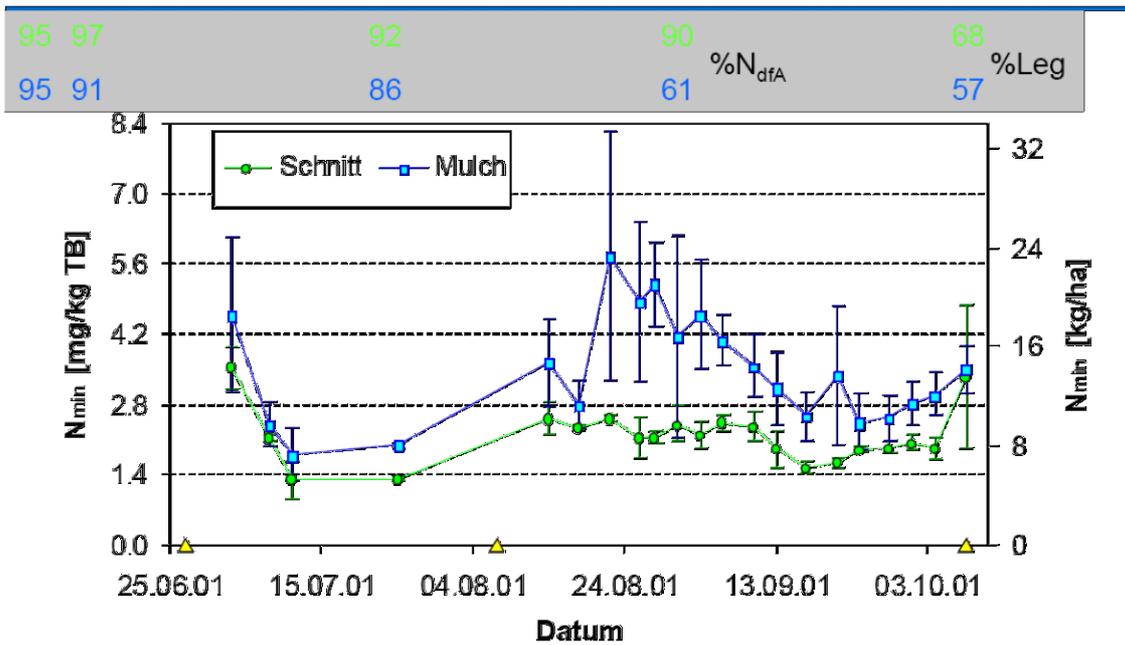


Abb. 3: Einfluss unterschiedlicher Nutzungsarten von Futterleguminosen auf den Gehalt an mineralisch gelöstem Stickstoff im Boden und damit auf den Anteil des symbiotisch fixierten Stickstoffs an der Gesamtstickstoffaufnahme (nach Heuwinkel 2012).

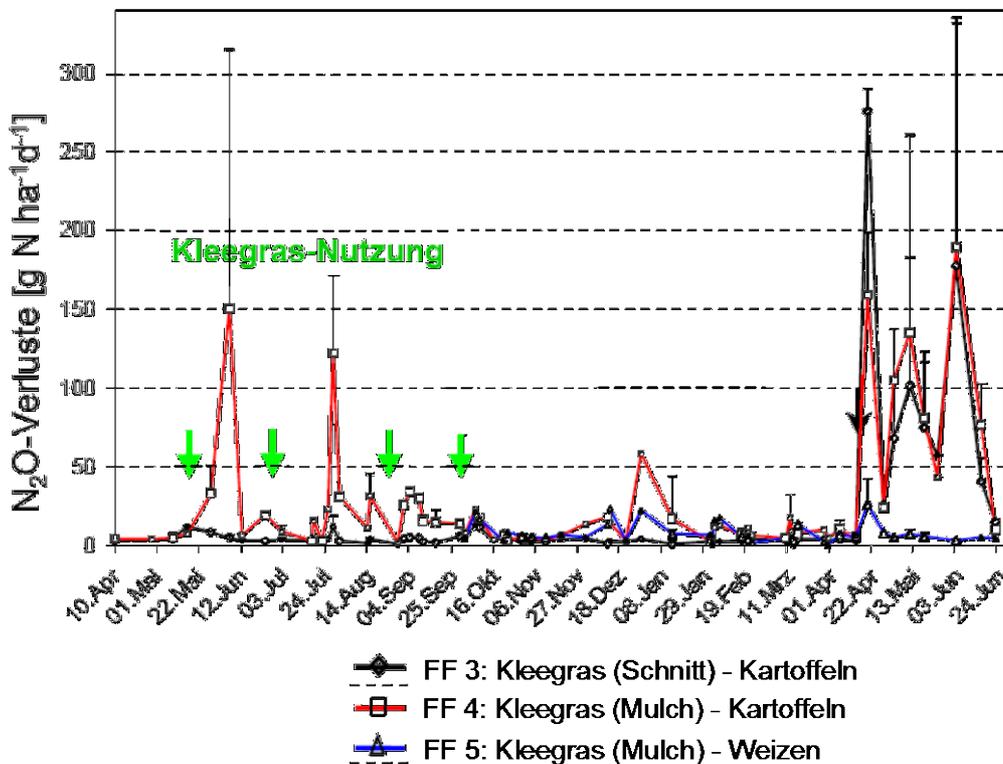


Abb. 4: N₂O-Emission in Abhängigkeit von der Kleegrass-Nutzung, Dauerversuch in Viehhausen von 2003 bis 2004 (Heuwinkel, 2005)

Neben der Kompostierung bietet der direkte Transfer des Aufwuchses von einem Geber- auf ein Nehmerfeld (*cut & carry*) eine weitere Option, die Nutzung von Futterleguminosen auch für viehlose Betriebe interessant zu gestalten (Weller 2011). Bei geringen innerbetrieblichen Transportwegen wird ein „sicherer“ organischer Dünger selbst produziert und der Anbau der Futterleguminosen durch Steigerung der Stickstofffixierungsleistung und Reduzierung der Lachgasverluste optimiert. Im Leitbetriebeprojekt werden seit 2011 Klee gras (direkter Transfer von einem Geber- auf ein Nehmerfeld), Silage, Biogasgülle und Leguminosenpellets im Vergleich zu derzeit üblichen organischen Zukaufsdüngern auf ihre pflanzenbauliche und ökonomische Eignung insbesondere für intensive Gemüsebaubetriebe geprüft. Dabei werden neben der Ertragswirksamkeit auch die potentiellen Stickstoff-Verlustquellen wie Lachgas-Emissionen und Nitratauswaschungen detektiert.

Anhand zweier Kulturen (Blumenkohl, Brokkoli) wurde im Versuchsjahr 2016 auf unterschiedlichen Standorten in NRW die Düngewirkung von Klee gras und organischen Handelsdüngern wie Haarmehlpellet und Kartoffelfruchtwasser verglichen. Um eine Anwendbarkeit unter Praxisbedingungen zu prüfen, ist die Grundversorgung über selbsterzeugte Dünger (Klee gras) erfolgt. Die zusätzliche Aufdüngung wurde durch zugekaufte organische Handelsdünger erzielt.

Material und Methoden

In den Feldversuchen mit Blumenkohl (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* L.) und Brokkoli (*Brasica oleracea* L. var. *Italica* Plenck) wurden die Auswirkungen verschiedener Düngervarianten auf den Ertrag verglichen. Außerdem wurde durch Chlorophyllmessungen die Stickstoffaufnahme der Pflanze in den Spross und durch Bodenproben die N-Mineralisation und N-Auswaschung im Boden untersucht. Die Versuche wurden an zwei unterschiedlichen Standorten in NRW durchgeführt.

Finkes Hof

Das Versuchsfeld befand sich im Münsterland, Kreis Borken 50 m über NN. Der Betrieb wirtschaftet seit 1988 nach Bioland-Richtlinien. Auf der Versuchsfläche (Bodenart IS – L, 18 bis 45 Bodenpunkte) wurde als Vorfrucht Weizen angebaut mit Zwischenfrucht Lupine. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 10,2°C mit einem Jahresniederschlag von 760 mm. In der Versuchsperiode von Mai bis August folgte nach einem relativ trockenen und warmen Mai ein feuchter Juni, der durch Extremniederschläge mit Tagesmaxima von über 70 mm am 01.06.2016 und 23.06.2016 geprägt war.

Die Dünger wurden am 10.05.2016 per Hand ausgebracht. Nach der Ausbringung der Dünger wurden diese mit der Fräse eingearbeitet. Der Blumenkohl (Sorte Tarifa)

wurde am 11.05.2016 durch den Betrieb gepflanzt, mit je vier Reihen pro Parzelle, 75 cm Reihenabstand und 60 cm Abstand in der Reihe. Zum Schutz vor Kohlfiegen wurde die Fläche nach der Pflanzung mit Vlies abgedeckt. Zur Beikrautregulierung wurde mechanisch gehackt, jedoch konnten diese Maßnahmen aufgrund der hohen Niederschläge Anfang Juni nur in den ersten Wochen durchgeführt werden. Die erste Feldwiederholung, welche am stärksten von Staunässe und damit abfaulenden Pflanzen betroffen war, wurde aus der Versuchsauswertung genommen.

Gärtnerei Ulenburg

Das Versuchsfeld befand sich im Ravensberger Hügelland im Kreis Herford 65 m über NN. Die Gärtnerei ist Gründungsmitglied des Bioland Landesverbandes NRW und wirtschaftet seit 1980 nach dessen Richtlinien. Auf der Versuchsfläche (Bodenart sL, 50 bis 60 Bodenpunkten) wurde als Vorfrucht Ackerbohne mit Untersaat Roggen angebaut. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,4°C mit einem Jahresniederschlag von 700 mm. Auf den trockenen und heißen Start in den Mai folgten 2016 extreme Niederschläge am 01.06. sowie am 24. und 25.06. Die Dünger wurden am 17.05.2016 von Hand ausgebracht, der Brokkoli wurde am folgenden Tag durch die Gärtnerei gepflanzt. Hierbei wurden vier Reihen je Parzelle angelegt, mit einem Reihenabstand von 65 cm zwischen den Reihen und 38 cm in der Reihe. Zum Schutz vor Kohlfiegen wurde die Kultur nach der Pflanzung mit Vlies abgedeckt. Die Beikrautregulierung erfolgte mittels Hacken und Häufeln, in der mit Klee gras als Mulchaufgabe gedüngten Variante wurde das Unkraut per Hand entfernt.

Düngung

In den vorliegenden Versuchen wurden Haarmehlpellets, Kartoffelfruchtwasser und Klee gras in unterschiedlichen Verhältnissen in den Boden eingearbeitet. Die ausgebrachte N-Menge wurde in Absprache mit den Betriebsleitern festgelegt.

Finkes Hof

- 1) Kontrolle
- 2) 200 kg N ha⁻¹ Haarmehlpellets
- 3) 200 kg N ha⁻¹ Kartoffelfruchtwasser
- 4) 200 kg N ha⁻¹ Klee gras
- 5) 100 kg N ha⁻¹ Haarmehlpellets / 100 kg N ha⁻¹ Klee gras
- 6) 100 kg N ha⁻¹ Kartoffelfruchtwasser / 100 kg N ha⁻¹ Klee gras.

Alle Varianten wurden nach der Aufbringung in den Boden eingearbeitet.

Gärtnerbetrieb Ulenburg

- 1) Kontrolle
- 2) 150 kg N ha⁻¹ Haarmehlpellets
- 3) 150 kg N ha⁻¹ Klee gras
- 4) 75 kg N ha⁻¹ Haarmehlpellets / 75 kg N ha⁻¹ Klee gras
- 5) 150 kg N ha⁻¹ Klee gras mulch als Auflage

Bis auf Variante 5 wurden alle Varianten mit der Fräse eingearbeitet.

Tab. 1: Versuchsdesign der Feldversuche

	Finke	Ulenburg
Anlagentyp	Blockanlage in vierfacher Wiederholung	Blockanlage in dreifacher Wiederholung
Versuchsgröße	12x48=567m ²	9x40=360m ²
Parzellengröße	3x8=24m ²	3x8m=24m ²
Kernparzelle	2x6=12m ²	2x6=12m ²
Versuchsfaktoren <u>Düngevarianten</u>	(1) Kontrolle	(1) Kontrolle
	(2) HMP	(2) HMP
	(3) PPL	
	(4) KG	(3) KG
	(5) HMP+KG	(4) HMP+KG
	(6) PPL+KG	
		(5) KG-Auflage

KG: Klee gras, HMP: Haarmehlpellets, PPL: Potato Protein Liquid (Kartoffelfruchtwasser)

Ergebnisse**Blumenkohl, Standort Finkeshof**

Der Frischmasseertrag der verkaufsfähigen Köpfe war in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante gegenüber der Kontrollvariante und den Varianten, welche ausschließlich mit Klee gras und Kartoffelfruchtwasser gedüngt wurden, signifikant am höchsten (Abb. 5). In dieser Variante wurden Erträge von über 250 dt ha⁻¹ Frischmasse erzielt. Die Variante, die ausschließlich mit Klee gras gedüngt wurde, erreichte hingegen nur einen Frischmasseertrag von knapp über 50 dt ha⁻¹. Die Varianten, bei denen zur Klee grasdüngung zusätzlich eine Aufdüngung mit organischen Handelsdüngern (KG/HMP, KG/PPL) erfolgte, lagen mit knapp über 120 dt ha⁻¹ ebenfalls weit hinter der Haarmehlpelletsvariante.

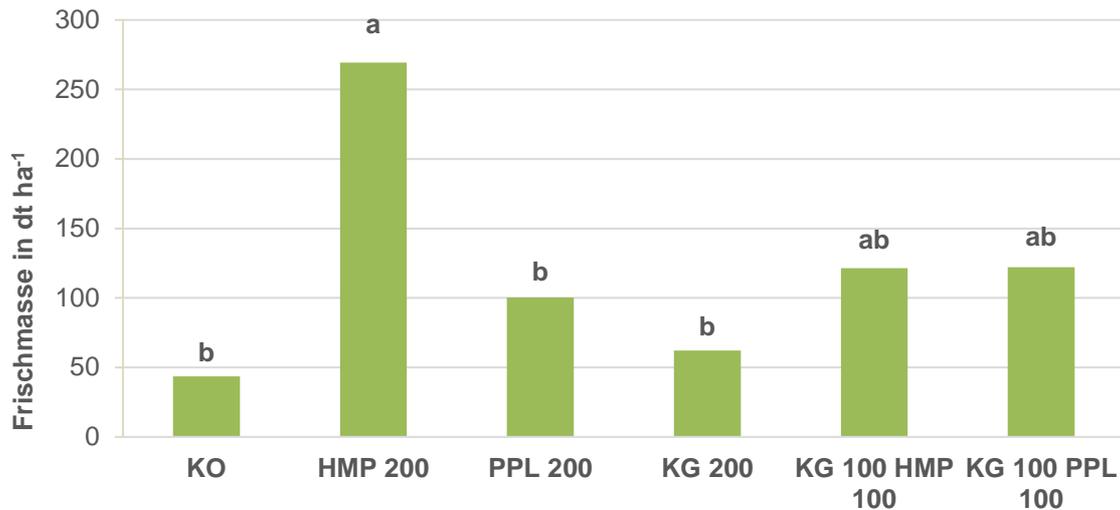


Abb. 5: Einfluss von unterschiedlichen organischen Düngern (200 kg N ha⁻¹) auf den Ertrag verkaufsfähiger Blumen auf dem Betrieb Finke bei Borken. Varianten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test).

Blumenkohl wird nicht nach Gewicht vermarktet, sondern pro Stück verkauft. Für den Produzenten ist daher die Zielgröße die Vermarktungsfähigkeit der Blumen (8er, 10er). Der Anteil an verkaufsfähigen Blumen war mit über 80% in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante am höchsten (Abb. 6), gefolgt von den Varianten PPL (75 %) und KG mit PPL (70 %). Der Anteil an nicht verkaufsfähigen Blumen war in den Varianten Haarmehlpellets und Kartoffelfruchtwasser signifikant geringer als in der Kontrollvariante. Die geerntete Menge 8er Blumen war in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante signifikant höher als in der Variante, die mit Klee gras gedüngt wurde. Hier wurden keine verkaufsfähigen 8er Blumen geerntet. Die Kontrollvariante und die mit Klee gras gedüngte Variante waren mit einem Anteil von 20 % und 40 % verkaufsfähiger Blumen wirtschaftlich unrentabel. Versuche mit Chinakohl und Kohlrabi bestätigen die vorliegenden Ergebnisse (REGNAT & POSTWEILER-SCHIFF 2008). Hier wurde in beiden Kulturen in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante eine Aberntequote von 90% erzielt.

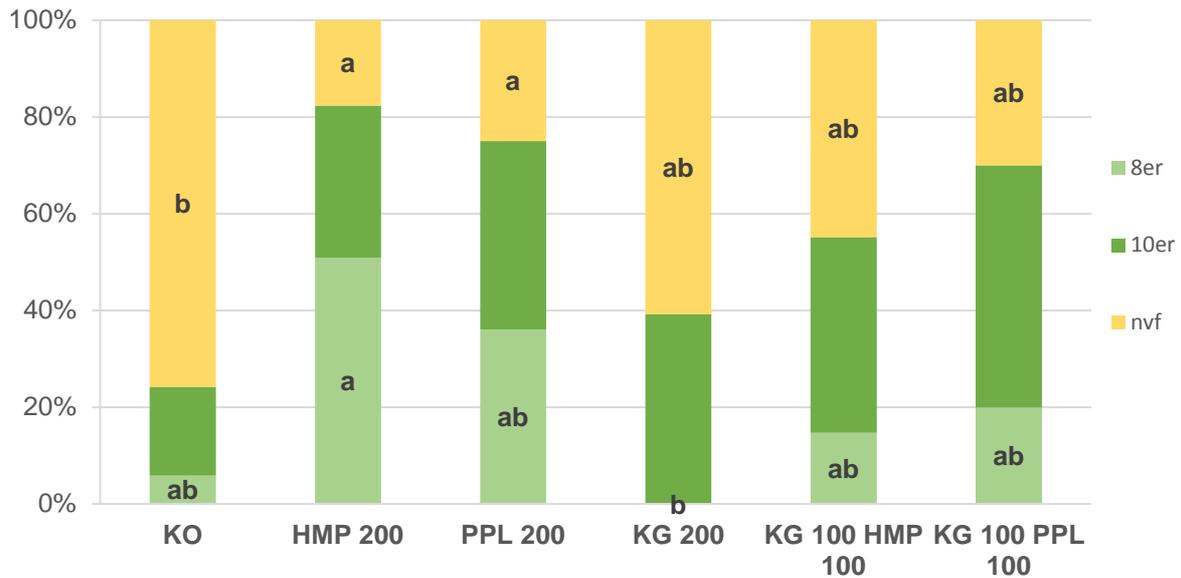


Abb. 6: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger (200 kg N ha⁻¹) auf den Anteil an vermarktungsfähigen Blumen (8er, 10er, nvf = nicht vermarktungsfähig) 2016 auf dem Finkes Hof in Borken, Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test).

Dass Klee grasdünger ähnliche Effekte auf den Ertrag hat wie organischer Handelsdünger konnte im Versuch nicht bestätigt werden. Der Anteil an verkaufsfähigen Köpfen ist sowohl in der mit Haarmehlpellets als auch in der mit Kartoffel fruchtwasser gedüngten Variante wesentlich höher als in der Variante die mit Klee gras gedüngt wurde, was auf das zu weite C/N-Verhältnis des Klee grasses von knapp über 24 zurückgeführt werden kann. Das weite C/N-Verhältnis war optisch im Klee grasbestand nicht erkennbar, da sich dieser optisch durch eine vglw. junge, klee betonte Mischung auszeichnete. In einem Brutversuch des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie wurde festgestellt, dass die Mineralisation von organischem Dünger durch das C/N-Verhältnis maßgeblich beeinflusst wird (LABER 2014). Ein geeigneter Wert für Klee gras, das zur Düngung genutzt wird, sollte unter 20 liegen. Dies wurde in Versuchen mit Brokkoli bestätigt. Hier wurde auf zwei unterschiedlichen Standorten Klee grasschnitt als Dünger gegenüber Hornmehl und OrgaPur getestet (ALPERS 2016). Der Klee grasschnitt mit einem C/N-Verhältnis von 20 hat dabei einen Minderertrag von 39 % erzielt, wohingegen das Klee gras mit einem C/N-Verhältnis von 16 beim relativen Marktertrag mit dem der Handelsdünger vergleichbar war.

N-Aufnahme in die Pflanze

Die hohen Erträge in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante spiegeln sich auch in der Gesamtstickstoffaufnahme in den Spross wider. Diese war in der Variante, die mit Haarmehlpellets gedüngt wurde, mit über 170 kg N ha⁻¹ höher als in allen anderen Varianten (Tab. 1). Die Chlorophyllgehalte der Sprossmasse waren auch in den Varianten, die mit Haarmehlpellets gedüngt wurden, tendenziell höher.

Tab. 1: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger auf Entwicklungsparameter von Blumenkohl im Jahr 2016 auf dem Finkes Hof in Borken (GD $\alpha = 0.05$, Turkey-Test).

	KO	HMP	PPL	KG	KG/HMP	KG/PPL	GD
Dünger N ¹	–	200	200	200	100 / 100	100 / 100	–
Chlorophyll ²	56,6	59,2	55,7	53,1	59,1	57,3	ns
N-Aufnahme ³	98	177	93	77	108	98	ns
Frischmasse ⁴	43,6	269,3	100,4	62,2	121,5	122,2	5,023

¹ Dünger N (kg N ha⁻¹), ² Chlorophyllgehalt (SPAD-Unit) 19. Juli 2016, ³ Stickstoffaufnahme in den Spross (kg N ha⁻¹) & ⁴ Frischmasse verkaufsfähiger Köpfe (dt ha⁻¹) zum Zeitpunkt der Ernte (19.07.2016-11.08.2016) ns: nicht signifikant

Brokkoli, Standort Ulenburger**Ertragsbildung**

Die Ausbildung der Sprossmasse war in der Variante mit Haarmehlpellet Düngung signifikant höher als in allen anderen Varianten (Abb. 7). Ebenso erzielte diese Variante mit 73 dt ha⁻¹ den signifikant höchsten Frischmasseertrag an verkaufsfähigen Blumen. Die Variante, die mit Haarmehlpellets und Klee gras gedüngt wurde, hat einen signifikant höheren Frischmasseertrag an verkaufsfähigen Blumen als die Kontroll- sowie die Mulchvariante. Mit über 70 % den signifikant höchsten Anteil an verkaufsfähigen Blumen zeigte die mit Haarmehlpellets gedüngte Variante. Da Brokkoli ebenso wie Blumenkohl nach Stückzahl verkauft wird, ist der Anteil an verkaufsfähigen Blumen für die Wirtschaftlichkeit der Dünger von großer Bedeutung. Mit knapp 50 % liegt die Variante, die mit Haarmehlpellets und Klee grass gedüngt wurde, signifikant über der Kontroll- und Mulchvariante. Die Variante, die ausschließlich mit Klee gras gedüngt wurde, ist mit weniger als 30 % verkaufsfähigen Blumen wirtschaftlich nicht rentabel (Abb. 12). Auch in diesem Versuch war das C/N-Verhältnis des Klee grasses mit 21,3 zu weit für die Nutzung als Dünger.

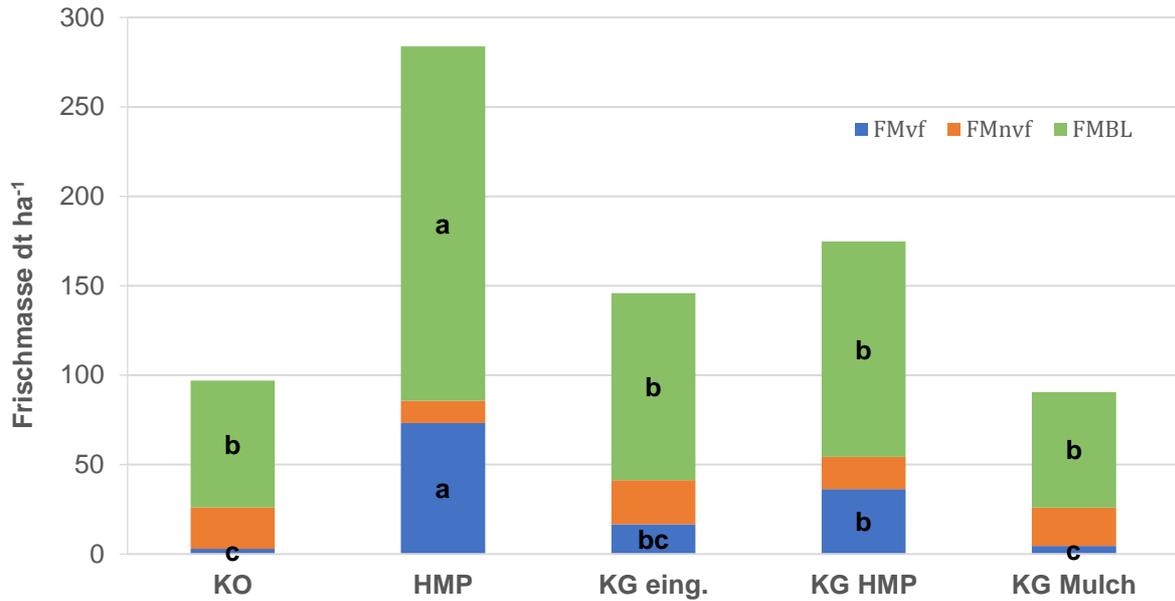


Abb. 7: Einfluss unterschiedlicher Dünger (150 kg N ha⁻¹) auf den Frischmasseertrag von Brokkoli auf dem Gärtnereibetrieb Ulenburg bei Löhne, Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test).

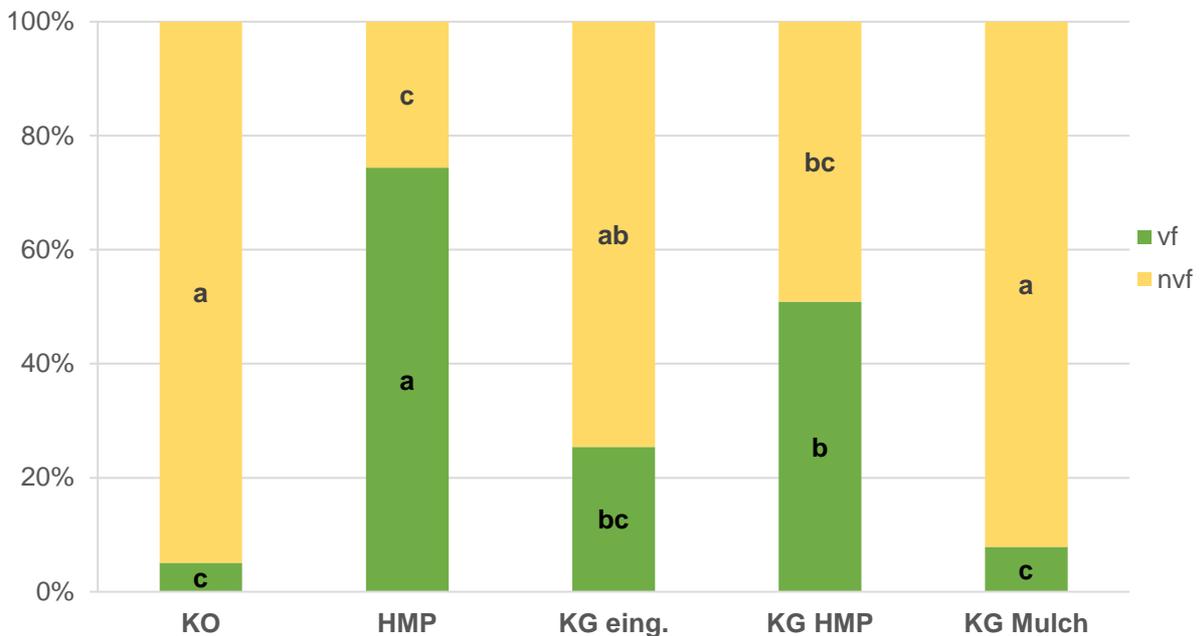


Abb. 8: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger (150 kg N ha⁻¹) auf den Anteil an vermarktungsfähigen Blumen (vf = verkaufsfähig, nvf = nicht vermarktungsfähig) auf dem Gärtnereibetrieb Ulenburg bei Löhne, Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test).

N-Aufnahme in die Pflanze

Die höheren Erträge, welche in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante erzielt wurden, lassen sich auch in der höheren Aufnahme an Stickstoff in die Pflanze beobachten. Der Chlorophyllgehalt der Blätter wurde signifikant durch die Düngung beeinflusst. Sowohl bei den Chlorophyllmessungen am 29.06.2016 als auch am 08.07.16 waren die Werte in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante signifikant höher als in der Kontrollvariante. Zur Messung am 08.07.2016 sind ebenfalls die Werte in der mit Haarmehlpellets und Klee gras gedüngten Variante signifikant höher als in der Kontrollvariante.

Tab. 2: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger auf die Stickstoffaufnahme und Ertragsbildung von Brokkoli auf dem Gärtnerbetrieb Ulenburg in Löhne. (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test).

	KO	HMP	KG	KG / HMP	KG Mulch	GD
Dünger N ¹	–	150	150	150	150	–
Chlorophyll ²	53,8	63,3	59,3	57,4	55,6	7,83
Chlorophyll ³	50,3	60,5	56,4	58,2	54,4	6,78
N-Aufnahme ⁴	28,9	98,2	50,4	60,9	27,8	35,50
Frischmasse ⁵	2,9	73,2	16,6	36,4	4,4	21,63

¹ Dünger N (kg N ha⁻¹), ^{2,3} Chlorophyllgehalt (SPAD-Units) am 29. Juni & 8. Juli 2016, ⁴ N-Aufnahme in den Spross (kg N ha⁻¹), ⁵ Frischmasse verkaufsfähiger Köpfe zum Zeitpunkt der Ernte 8. bis 14. Juni 2016

N-Mineralisation

Die Stickstoffmineralisation in den drei Wochen nach Ausbringung der Dünger war zum 09.06.2016 in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante signifikant höher als in der Kontrollvariante. Statistische Unterschiede gegenüber der Klee grasvariante konnten nicht festgestellt werden. Dass Haarmehlpellets eine schnellere Mineralisationsrate aufweisen als Klee gras wurde in einem Brutversuch anhand von Luzerne und Haarmehlpellets festgestellt. Zwar mineralisieren beide Dünger anfangs in einer linearen Funktion, dennoch ist die Steigung in der mit Haarmehlpellets gedüngten Variante höher als bei Luzerne.

Vor allem die starken Niederschläge im Juni am 01.06.2016, 24.06.2016 und 25.06.2016 mit Tagesmaxima von bis zu 60 mm verursachten in allen Varianten eine Verlagerung des mineralischen Stickstoffs in tiefere Bodenschichten.

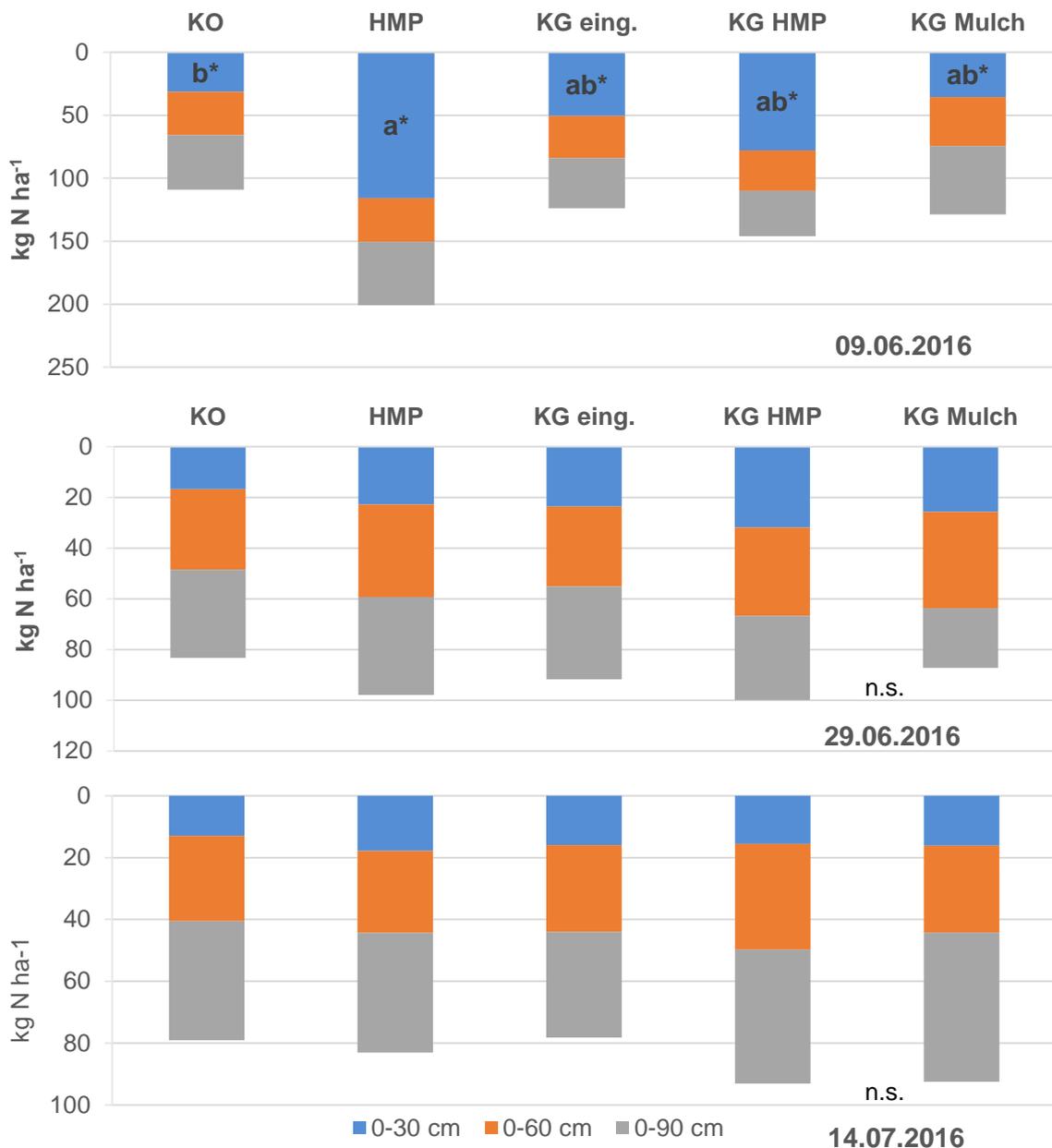


Abb. 8: Einfluss unterschiedlicher organischer Dünger auf den mineralischen Stickstoffgehalt im Boden ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) zu drei Probenahmeterminen auf dem Gärtnerbetrieb Ulenburg bei Löhne, Varianten mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (GD $\alpha = 0,05$, Turkey-Test). Stern (*): Daten nach Transformation mit dem natürlichen Logarithmus normalverteilt, n.s.: nicht signifikant

Kostenkalkulation Klee-grastransfer

In mittleren bis guten Klee-grasbeständen kann in NRW von 50 bis 100 kg N/ha je Schnitt ausgegangen werden (Leisen 2010). Kalkuliert man den Aufwand für den Klee-grastransfer über Lohnunternehmertarife so entstehen für einen Ackerbaubetrieb

Kosten in Höhe von 45 €/ha für die Mahd (was in etwa den Kosten für das Mulchen entspricht) und 130 €/ha für den Feldhäcksler plus Kompoststreuer. Die Summe der zusätzlichen Bearbeitungskosten betragen demnach beim System „cut and carry“ 2 bis 4 €/kg N. Nicht berücksichtigt ist dabei weder der entgangene Deckungsbeitrag einer „Alternativkultur“ noch der Vorfruchtwert von Klee gras, der von der LfL (2006) mit 150 €/ha angegeben wird, sondern nur der Mehraufwand für Werbung, Transport und Ausbringung des Aufwuchses im Vergleich zum Mulchen.

Zusammenfassung

- Die Versuche 2016 waren durch hohe Niederschlagsmengen an einzelnen Tagen geprägt.
- Auf beiden Standorten waren die Erträge in den mit Haarmehlpellets gedüngten Varianten am höchsten.
- Eine Verlagerung des mineralischen Stickstoffs in tiefere Bodenschichten konnte nach den starken Niederschlägen auf dem Gärtnerbetrieb Ulenburg festgestellt werden.
- Die niedrigen Erträge in den mit Klee gras gedüngten Varianten lassen sich auf das weite C/N-Verhältnis des Schnittguts von über 20 zurückführen.

Die im Bericht zitierte Literatur ist beim Autor auf Anfrage erhältlich.

Ausführliche Informationen zu allen Aspekten der Nutzung von Futterleguminosenspross als Dünger oder als Mulchauflage zur Unkrautkontrolle finden Sie in folgenden Artikeln:

Stumm, C. & U. Köpke (2017): Futterleguminosen im viehlosen Betrieb sinnvoll nutzen. *bioland* 4, 8-10

Stumm, C. & U. Köpke (2017): Düngung mit Sprossmasse von Futterleguminosen: Lachgasemissionen und Nitratverluste. In: Wolfrum S. et al. (Hrsg.): *Ökologischen Landbau weiterdenken: Verantwortung übernehmen, Vertrauen stärken*. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis

10. März 2017 in Freising-Weihenstephan, Verlag Dr. Köester, 342-345