

# Auswirkungen unterschiedlicher Luzernenutzung auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Winterweizen - Ergebnisse aus dem Langzeitversuch MUBIL

Andreas Surböck<sup>1,2\*</sup>, Markus Heinzinger<sup>1,2</sup>, Agnes Schweinzer<sup>1</sup>, Jürgen K. Friedel<sup>1</sup> und Bernhard Freyer<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Im Rahmen der Langzeituntersuchung MUBIL werden drei Düngungssysteme viehloser und viehhaltender Bewirtschaftung an Hand einer Fruchtfolge in einem biologisch bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb im Marchfeld in Ostösterreich untersucht. Die Düngungssysteme sind: DV1: nur Gründung (GD) mittels Luzernemulch; DV 2: GD + Biotonnekompost zugeführt; DV 3: Luzerne (Futter) und Stroh (Einstreu) abgeführt, Stallmist zugeführt. Für diesen Beitrag wurden die Auswirkungen des Mulchens der zweijährigen Luzerne und Belassen des gesamten Aufwuchses als Gründung am Feld im Vergleich zur Schnittnutzung und Abfuhr der Luzerne auf die Nachfrucht Winterweizen aus sechs Jahren ausgewertet.

Die Nutzungsform der Luzerne hatte keinen Einfluss auf die Entwicklung der Luzernebestände, gemessen über den Trockenmasse- und Stickstofftrag der oberirdischen Biomasse. Der Winterweizen der DV 1 nach Luzerne mit Mulchnutzung erreichte annähernd gleich hohe Erträge wie in DV 2 (Luzernemulch + Biotonnekompost). In DV 3 wurde hingegen statistisch gesichert um 13 % weniger Weizen geerntet, was in erster Linie auf den hohen Stickstoffexport (239 kg N/ha/Luzernejahr) über die Luzerneabfuhr zurückgeführt wird. Auch der Rohproteingehalt im Weizen der DV 3 lag mit 13,7 % signifikant unter den Werten der DV 1 und DV 2 mit jeweils 14,4 %. Zu beachten ist, dass die schnittnutzte Luzerne in viehhaltenden Betrieben einen flexibel einsetzbaren organischen Dünger liefert, mit dem Stickstoff und organische Substanz wieder auf die Flächen rückgeführt werden.

*Schlagwörter:* Vorfruchtwirkung, Futterleguminosen, Weizenanbau, Gründung

## Summary

Within the long-term field experiment MUBIL, the effects of three organic fertilisation systems (variant 1: green manure by mulching lucerne; variant 2: green manure plus communal compost; variant 3: removal of lucerne crop and cereal straw plus farmyard manure) have been studied with the same crop rotation in an organically managed farm in the Marchfeld region in eastern Austria. The fertilisation systems differ in the utilisation of lucerne and the application of organic fertilizers. The effects of mulching the two-year lucerne and leaving the whole biomass as green manure on the field compared to mowing of lucerne and removing the biomass on the following crop winter wheat were evaluated with data from six experiment years.

The lucerne management did not affect their development, measured by the dry matter and nitrogen yield of the above ground biomass. In variant 3, compared to variants 1 and 2, lucerne was removed, resulting in a significant lower wheat grain yield of 13 %, which is attributed to the high nitrogen export via the removal of lucerne as green fodder. Also the crude protein content in wheat grains was significantly lower in variant 3 than that in variants 1 and 2, but with both utilisation systems of lucerne high protein levels were achieved. It should be noted that cutting of lucerne in farms with livestock husbandry provides a flexible usable organic fertilizer by which nitrogen and organic matter are returned to the fields.

*Keywords:* pre-ceding crop effect, fodder legumes, wheat cultivation, green manure

## Einleitung

Winterweizen ist die bedeutendste Getreideart und eine der wichtigsten Marktfrüchte im Biolandbau. Im Jahr 2013 waren österreichweit 34 % der gesamten biologischen Getreideanbaufläche mit Weizen angesät (BMLFUW 2014). Weizen stellt hohe Ansprüche an den Boden und die Wasserversorgung und hat einen hohen Stickstoffbedarf. Die Wirt-

schaftlichkeit des Qualitätsweizenbaus ist wesentlich von der Ertragsleistung und der Höhe des Rohproteingehaltes abhängig, da die Erzeugerpreise nach den Proteingehalten differenziert sind. Zur Deckung seines Stickstoffbedarfs wird Weizen daher häufig nach Futterleguminosen, in Ostösterreich meist nach Luzerne, gestellt.

Die Stickstoffversorgung des Weizens über die Luzerne

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Ökologischen Landbau, A-1180 Wien

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich, A-1010 Wien

\* Ansprechpartner: DI Andreas Surböck, [andreas.surbocck@boku.ac.at](mailto:andreas.surbocck@boku.ac.at)



hängt vor allem von ihrer Anbaudauer, der Entwicklung des Bestandes, ihrer Stickstoffbindungsleistung und der Nutzungsform des Aufwuchses ab.

Bei Mulchnutzung wird der Luzerneaufwuchs gehäckselt und bleibt als Gründünger am Feld, während bei Schnittnutzung die Luzerne geschnitten und das Erntegut sowie die darin enthaltenen Nährstoffe abgefahren werden. In viehhaltenden Betrieben erhält man über die schnittgenutzte Luzerne und ihre Verfütterung in der Tierhaltung einen organischen Dünger, der eine flexible Verteilung organischer Masse und Nährstoffe in der Fruchtfolge ermöglicht. Zu beachten ist dabei, dass auch in viehlosen Betrieben die Luzerne bzw. das Luzernegras häufig entweder geerntet und verkauft, oder über Futter-Mist Kooperationen, der Nutzung in Agrogasanlagen oder als Mulchauflage in anderen Kulturen als flexibler Dünger im Betriebskreislauf gehalten wird.

Im Rahmen des Langzeitversuchs MUBIL werden drei Düngungssysteme viehloser und viehhaltender Bewirtschaftung an Hand einer Fruchtfolge in einem biologisch bewirtschafteten Marktfruchtbetrieb im Osten Österreichs untersucht. Mit der Untersuchung sollen Erkenntnisse über alternative Verfahren des organischen Düngermanagements und deren kurz- und langfristigen Wirkungen auf Bodenparameter und den Ertrag in biologischen Ackerbaubetrieben gewonnen werden. Darüber hinaus können pflanzenbauliche Detailfragen, wie die Auswirkungen unterschiedlicher Luzernenutzung auf den Luzerneertrag und den Ertrag und die Qualität des nachfolgenden Winterweizens, geklärt werden.

## Material und Methoden

Der Untersuchungsbetrieb liegt in Rutzendorf im Marchfeld im östlichen Niederösterreich (154 m NN, 520 mm, 9,8 °C) und ist ein Teilbetrieb der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH. Die Böden im Bereich des Betriebes sind Tschernoseme (Schwarzerden) der Bodenart lehmiger Schluff bis Lehm (Corg, Oberboden: 1,9 %). Die drei Düngungssysteme bzw. -varianten (DV) werden in acht Kleinparzellenversuchen (randomisierte komplette Blockanlagen mit vier Wiederholungen) auf jedem Schlag der achtfeldrigen Fruchtfolge geprüft. Die Fruchtfolge ist mit einer zweijährigen Luzerne und den nachfolgenden Marktfrüchten Winterweizen, Körnermais, Sommergerste, Körnererbse, Winterweizen und Winterroggen, sowie Zwischenfrüchten in drei von acht Jahren, in allen Varianten

**Tabelle 1: Trockenmasse- und Stickstoffertrag der Luzerne in Abhängigkeit der Nutzungsform der Luzerne (Ertrag aus zwei- bis dreimal Mulchen bzw. Schneiden pro Jahr, Mittel der Jahre 2007 bis 2013)**

Luzernejahr:	Luzernejahr 1 (2007-12)		Luzernejahr 2 (2008-13)	
	Düngungsvariante/ Luzernenutzung	TM-Ertrag, dt/ha	N-Ertrag, kg/ha	TM-Ertrag, dt/ha
DV 1: Mulchnutzung	55,6 <sup>ab</sup>	175,3 <sup>a</sup>	104,8 <sup>a</sup>	308,2 <sup>a</sup>
DV 2: Mulchnutzung	57,7 <sup>a</sup>	185,3 <sup>a</sup>	108,8 <sup>a</sup>	321,2 <sup>a</sup>
DV 3: Schnittnutzung	54,4 <sup>b</sup>	173,3 <sup>a</sup>	106,0 <sup>a</sup>	305,5 <sup>a</sup>
Mittel	55,9	178,0	106,5	311,6

DV 1: nur Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist; Mulchnutzung: Mulchen und Belassen der oberirdischen Biomasse als Gründüngung am Feld. Schnitt- bzw. Futternutzung: Schnitt und Abfuhr der oberirdischen Biomasse als Grünfütter vom Feld.

N-Ertrag: ausschließlich oberirdisch; die unterirdische Biomasse und deren N-Ertrag sind nicht untersucht worden.

Mittelwerte einer Spalte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: P<0,05).

gleich.

DV 1 entspricht einem viehlosen Ackerbaubetrieb, die Luzerne wird gemulcht und als Gründüngung genutzt. In DV 2 wird zusätzlich zur Gründüngung mittels Luzernemulch Biotonnenkompost äquivalent dem Phosphor-Entzug der Marktfrüchte zugeführt. In DV 3 wird ein viehhaltendes System in Orientierung an einen Rinderbestand mit 0,5 GVE/ha über die Abfuhr von Luzerne und Stroh und Zufuhr von Rindermist simuliert. Die Düngung mit Biotonnenkompost (im Mittel 18 t FM/ha je Düngergabe) und Rindermist (im Mittel 19 t FM/ha je Düngergabe) erfolgt zweimal innerhalb einer Fruchtfolgerotation zu Körnermais und zu Winterweizen nach Körnererbse.

Die Bestimmung der Stickstoffgehalte im Luzerneaufwuchs und im Weizenkorn erfolgte mittels CN-Analyzer (Elementaranalysator). Der Stickstoffertrag wurde aus den TM-Erträgen und den N-Gehalten der Luzerne berechnet. Über den Stickstoffgehalt des Weizens wurde der Rohproteingehalt berechnet. Zusätzlich wurden im Winterweizen die Ertragskomponenten Bestandesdichte und Tausendkorngewicht erhoben. Ertragsunterschiede von Luzerne und Winterweizen zwischen den Düngungssystemen wurden zusammengefasst über sechs Jahr in einem Allgemeinen Linearen Modell mit univariater Varianzanalyse mit der Düngungsvariante als fixem Faktor und dem Jahr und der Wiederholung als zufällige Faktoren abgesichert (Tukey-Test, P<0,05, IBM SPSS Statistics 21).

## Ergebnisse und Diskussion

### Luzernenutzung

Die Luzerne wird in Blanksaat im Sommer nach der Getreideernte angesät und steht über zwei Hauptnutzungsjahre. Im ersten Jahr muss sich der Luzernebestand erst etablieren. In vier der sechs Jahre wurde aufgrund ungünstiger Luzerneentwicklung und hoher Beikrautkonkurrenz ein früher Schröpfungsschnitt durchgeführt, wodurch die geringeren Erträge im ersten Luzernejahr zu erklären sind. Im ersten Luzernejahr wies die DV 2 im Vergleich zur DV 3 einen signifikant höheren Trockenmasseertrag auf, im zweiten Luzernejahr wurden keine signifikanten Unterschiede im TM-Ertrag zwischen Schnittnutzung und Abfuhr der Luzerne (DV 3) und reiner Mulchnutzung der Luzerne (DV 1 und DV 2) festgestellt (Tabelle 1). In beiden Luzernejahren traten keine Unterschiede im N-Ertrag zwischen den Düngungssystemen auf. Die mittleren Erträge über beide

**Tabelle 2: Mittlere Ertrags- und Qualitätsparameter von Winterweizen nach Luzerne der Jahre 2009 bis 2014 in Abhängigkeit der Luzernenutzung**

Parameter:	Kornertrag	Rohprotein	Bestandesdichte	TKG
Düngungsvariante/ Luzernenutzung	dt/ha, 86 % TM	%	Pflanzen/m <sup>2</sup>	g, 86% TM
DV 1: Mulchnutzung	46,1 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	363 <sup>a</sup>	38,3 <sup>a</sup>
DV 2: Mulchnutzung	46,4 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	362 <sup>a</sup>	38,4 <sup>a</sup>
DV 3: Schnittnutzung	40,2 <sup>b</sup>	13,7 <sup>b</sup>	318 <sup>b</sup>	37,7 <sup>a</sup>
Mittel	44,2	14,2	348	38,1

DV 1: Gründüngung, DV 2: GD + Biotonnekompost, DV 3: Stallmist

Mittelwerte einer Spalte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test: P<0,05).

Luzernejahre und über alle Düngungssysteme betragen 81 dt/ha/Jahr oberirdische Luzernebiomasse mit 245 kg Stickstoff ha/Jahr. Die Auswertung über beide Luzernejahre zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngungssystemen.

Bei hoher Biomasseproduktion und feuchten Klimabedingungen (Kiel, Deutschland, NS: 750 mm/Jahr) kann die Stickstoffbindungsleistung von mulchgenutzter Luzerne gegenüber der Schnittnutzung (Abfuhr) deutlich abnehmen (Loges et al. 1999), da unter diesen Klimabedingungen die gehäckselte Luzerne rasch mineralisiert, wodurch sich der Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden erhöht und dieser bevorzugt von der Luzerne aufgenommen wird. Im Trockengebiet gelten die geringen Niederschläge als begrenzender Faktor für die Stickstoffmineralisation aus dem Luzernemulch. Bei Versuchen im Marchfeld (Jahre 2000/2001, 81 dt/ha mittleres Ertragsniveau) wurden in weitgehender Übereinstimmung mit den Ergebnissen dieser Untersuchung keine Unterschiede im Trockenmasseertrag und der Stickstoffbindungsleistung der Luzerne zwischen Mulch- und Schnittnutzung festgestellt (Pietsch et al. 2007).

### Winterweizen – Ertrag und Qualität

Die Winterweizen der DV 1 und DV 2 mit Mulchnutzung der Luzerne erreichten ein gleiches Ertragsniveau. Bei der DV 3 mit Luzerneabfuhr wurde hingegen statistisch gesichert im Mittel um 589 kg/ha bzw. 13% weniger Weizen geerntet (Tabelle 2). Die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Düngungssystem und Jahr war nicht signifikant, was besagt, dass die Unterschiede im Winterweizenertrag in Abhängigkeit der Luzernenutzung in den einzelnen Prüfjahren annähernd gleich waren. Der Einfluss der Luzernenutzung zeigte sich auch bei den Ertragskomponenten Bestandesdichte und Tausendkorngewicht (TKG) mit geringeren Werten in der DV 3, wobei nur die Differenz bei der Bestandesdichte statistisch gesichert war. Wie beim Ertrag lag der mittlere Proteingehalt der DV 3 signifikant unter den Werten der DV 1 und der DV 2. Die Proteingehalte waren jedoch in allen Düngungssystemen hoch und lagen im Mittel deutlich über dem Mindestwert für Bioqualitätsweizen von 12 %. Nur in der DV 3 im Jahr 2011 konnte bei hohem Kornertrag dieser Wert knapp nicht erreicht werden.

Die Ertragsreduktion und die geringeren Proteingehalte in der DV 3 sind auf die hohe Abfuhr von Stickstoff über den Luzerneaufwuchs bei Schnittnutzung zurückzuführen. Zu bedenken ist, dass die Luzerne im Versuch als Grünfütter mit geringen Werbungs- und damit auch Stickstoffverlusten geerntet wurde. Nach Stein-Bachinger et al. (2004)

liegen die Werbungsverluste in Abhängigkeit der Art der Futterwerbung bei Grünfütter bei 5-10 %, bei Anwelksilage bei 15-30 % und bei Heu in Bodentrocknung bei 25-50 %. Bei Luzernebeständen bestehen die Bröckelverluste vor allem aus den stickstoffreichen Luzerneblättern. Die Düngungssysteme werden im Projekt neben den Kleinparzellenversuchen auch in einfacher Wiederholung auf den Großflächen geprüft. Die Luzerneabfuhr in DV 3 erfolgte dabei maschinell als Heu nach Bodentrocknung. Aufgrund der höheren Ernteverluste waren die Luzerneerträge und die Stickstoffabfuhr daher deutlich geringer (50 dt/ha/Jahr Luzernetrockenmasse mit 98 kg Stickstoff je ha/Jahr). Die Ertragsminderung der DV 3 gegenüber der DV 1 und DV 2 lag somit nur bei 6 %.

Bei Versuchen im Marchfeld in den Jahren 2001 bis 2003 zeigte eine Schnitt- gegenüber Mulchnutzung von nur einjähriger Luzerne unter anhaltend trockenen Bedingungen keine negativen Auswirkungen auf Ertrag und Proteingehalt von nachfolgendem Winterweizen (de Kruijff et al. 2008). Der Ertrag und Proteingehalt der zweiten Folgefrucht Winterroggen war jedoch bei Schnittnutzung verringert.

### Schlussfolgerungen

Bei hoher Stickstoffabfuhr über die Schnittnutzung der Luzerne werden der Ertrag und der Proteingehalt der Nachfrucht Winterweizen deutlich verringert. Wird nur die nachfolgende Kultur berücksichtigt, kann in Trockengebieten eine reine Mulchnutzung der Luzerne empfohlen werden. Bei Trockenheit sind die N-Verluste aus dem Mulchmaterial gering, die N-Bindungsleistung wird nur wenig reduziert und der Mulchstickstoff verbleibt überwiegend im Boden, wo er zum Aufbau von organischer Bodensubstanz beiträgt.

Unter der Einbeziehung der zweiten Folgekultur sowie der gesamten Fruchtfolge sind die Ergebnisse neu zu interpretieren. Unter diesem Aspekt scheint eine Optimierung der Verteilung des Luzerneaufwuchs und der darin enthaltenen hohen Stickstoffmengen sinnvoll, mit dem Ziel den Gesamtfruchtfolgeertrag zu steigern und die Stickstoffausnutzung zu erhöhen. Da die Abfuhr von Nährstoffen mit der Luzerne jedoch bereits auf die ersten Folgefrüchte der Luzerne Einfluss hat, sollte diese Umverteilung behutsam mit einer Kombination aus Mulchnutzung und Schnittnutzung mit Abfuhr der Luzerne erfolgen. Für viehlose Betriebe bieten sich Mischnutzungssysteme an, in dem z.B. der erste ertragreiche Schnitt abgefahren und die weiteren Luzerneaufwüchse gemulcht werden. Die Rückführung in die Fruchtfolge über organische Dünger kann z.B. über Futter-Mist Kooperationen, über Luzerne-Kompost oder

Agrogasülle erfolgen, wobei die Auswirkungen und der Aufwand der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Luzerne innerhalb der Fruchtfolge weiter geprüft werden sollten. Ein Verkauf aller Luzerneschnitte ohne Ausgleich über organische Dünger ist aufgrund der negativen Auswirkungen auf die Nährstoff- und Humusversorgung der Böden auszuschließen.

## Danksagung

Wie danken dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, den Bundesländern und der Europäischen Union für die finanzielle Unterstützung des Projektes MUBIL ([www.mubil.boku.ac.at](http://www.mubil.boku.ac.at)).

## Literatur

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): Grüner Bericht 2014. Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 55. Auflage, Wien 2014.
- De Kruijff, R., Pietsch, G., Freyer, B., Friedel, J.K. (2008): Pre-crop effects of alfalfa management systems on inorganic soil nitrogen and cereals in organic farming under pannonian site conditions. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171, 1-4.
- Dreyman, S.; Loges, R. und Taube, F. (2003) Einfluss der Klee gras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. In: Kauter, D.; Kämpf, A.; Claupen, W. und Diepenbrock, W. (Hrsg.) *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Verlag Günter Heimbach Stuttgart, 15, S. 83-86.
- Loges, R., Kaske, A. and Taube, F. (1999): Dinitrogen fixation and residue nitrogen of different managed legumes and nitrogen uptake of subsequent winter wheat. In: Olesen, J.E., Eltun, R., Gooding, M.J., Jensen, E.S. and Köpke, U. (Eds.): *Designing and testing crop rotations for organic farming*. DARCOF Report Nr. 1, 181-190. Lehrstuhl für Grünland und ökologischen Landbau, Universität Kiel.
- Pietsch, G., Friedel, J. K. and Freyer, B. (2007): Lucerne management in an organic farming system under dry site conditions. *Field Crops Research* 102, 104-118.
- Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. und Schmitt, L. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. Ein Handbuch für Beratung und Praxis. *KTBL-Schrift 423*.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.