

Einfluss verschiedener Fruchtfolgen viehhaltender und viehloser Systeme auf Ertrag und Produktivität: Ergebnisse eines Dauerfeldversuches

Schneider, R.¹, Salzeder, G.¹, Schmidt, M.¹, Wiesinger, K.¹ und Urbatzka, P.¹

Keywords: Fruchtfolge, Dauerversuch, viehlos, mit Vieh, Produktivität

Abstract

In organic crop rotations proportion, use and type of legumes have a different effect on subsequent crops. The yield of subsequent cash crops is affected by the farming system (livestock with organic fertilizer or stockless) and the temporal distance of the cash crop to the legume. To investigate the intermediate- and long-term effects on yield and productivity, a long-term field trial with six crop rotations was established in 1997 in Viehhausen, Upper Bavaria (one crop rotation with a period of 5 years, five crop rotations with 3 years). The present report tested these crop rotations regarding yield and productivity for the years 2000 to 2010.

Significant differences were determined in productivity when legumes were included into the calculation. Crop rotations with grass-clover leys in meadow mowing (with livestock) and the return of the nutrients as manure had the highest productivity. The crop rotations with grain legume showed the same productivity as crop rotations with mulched grass-clover leys.

Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Pflanzenbau ist die Gestaltung der Fruchtfolge von wesentlicher Bedeutung, da u. a. die Nährstoff-Versorgung aller Fruchtfolgefelder gesichert werden soll. Die wichtigste Stickstoffquelle ist dabei der Anbau von Leguminosen. Zudem dienen in viehhaltenden Betrieben die Futterleguminosen als Viehfutter. Die entstehende Gülle und Stallmist werden als Stickstoff-Dünger bevorzugt zu den Marktfrüchten einer Fruchtfolge eingesetzt. Die Anzahl der viehlos wirtschaftenden Betriebe steigt (Schmidt 2004), mit der Folge einer immer größeren Bedeutung der Leguminosen. Ziel des Feldversuches war die Bestimmung der mittel- und langfristigen Auswirkungen unterschiedlicher Leguminosenanteile, -arten und deren Nutzung auf Ertrag und Produktivität der Nachfrüchte im Ökologischen Landbau.

Methoden

Der Dauerversuch wurde im Herbst 1997 auf der nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus bewirtschafteten Versuchsstation Viehhausen der TU München (Braunerde, sL, Ackerzahl 61, 480 m ü. NN, langjährige Mittel: 7,8 °C, 786 mm) im Landkreis Freising (Oberbayern) angelegt. Der Versuch besteht aus 6 verschiedenen Fruchtfolgen (Tab.1). Jedes Fruchtfolgefeld wird jedes Jahr angebaut.

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Lange Point 12, 85354 Freising, Regina.Schneider@lfl.bayern.de, www.lfl.bayern

Bei allen Marktfrüchten wurde der Korn- bzw. Knollenertrag bestimmt. Zusätzlich wurde bei Kartoffeln, Winterweizen und Sommergerste der Marktwarenertrag errechnet (Weizen > 2,0 mm, Gerste > 2,2 mm, Kartoffel > 30 bzw. 35 mm in Abhängigkeit des Sortentyps). Weitere Details sind in Pommer *et al.* (2009) veröffentlicht. Für die Ergebnisse wurden die Daten von 2000 - 2010 verwendet, da sich in den Anfangsjahren 1998 und 1999 nur die Auswirkungen der Vorfrüchte und somit der vorherigen Bewirtschaftung zeigten. Die Trockenmasse-Erträge von Klee gras werden ab 2003 dargestellt, da vorher in Fruchtfolge 4 und 5 die Erträge nicht aufgenommen wurden. Zur Vergleichbarkeit der Produktivität der Fruchtfolgen wurden die Erträge nach Schulze Mönking *et al.* (2010) und BMELV (2011) in Getreideeinheiten umgerechnet. Hierbei wurden zwei verschiedene Fruchtfolgeerträge berechnet (mit und ohne Einberechnung der Leguminosen). Die Umrechnungsfaktoren sind in Schneider *et al.* (2012) veröffentlicht.

Tabelle 1: Übersicht der Hauptfrüchte der sechs Fruchtfolgen mit Düngung

	Fruchtfolge FF1	Fruchtfolge FF2	Fruchtfolge FF3	Fruchtfolge FF4	Fruchtfolge FF5	Fruchtfolge FF6
Betriebs-System	viehhaltend			viehlos		
Zieldüngermenge [kg N/ha/a] ¹⁾	55	66	64 ²⁾			
Düngerart	Gülle	Gülle	Stallmist			
1. Jahr	Klee gras (Schnitt)	Klee gras (Schnitt)	Klee gras (Schnitt)	Klee gras (Mulch)	Klee gras (Mulch)	Körnerleguminose ³⁾
2. Jahr	Klee gras (Schnitt)	Kartoffeln + 30 m ³ Gülle	Kartoffeln + 300 dt/ha ⁴⁾	Kartoffeln	Winterweizen (+ U-saat ⁵⁾)	Winterweizen (+ U-saat ⁵⁾)
3. Jahr	Kartoffeln + 30 m ³ Gülle	Winterweizen + 20 m ³ Gülle	Winterweizen	Winterweizen	Sommergerste	Sommergerste (+ Zw.-frucht ⁶⁾)
4. Jahr	Winterweizen + 20 m ³ Gülle (+ U-saat ⁵⁾)	¹⁾ Pommer <i>et al.</i> (2009) ²⁾ Menge ab 2008, bis 2007 43 kg N/ha/a ³⁾ Futtererbse (1998, 2002), Ackerbohne (1999-2001, 2003), Sojabohne (2004-2010)				
5. Jahr	Winterroggen + 20 m ³ Gülle	⁴⁾ bis incl. 2007 200 dt/ha/a, Details in Pommer <i>et al.</i> (2009) ⁵⁾ Untersaat Weißklee ⁶⁾ Zwischenfrucht Alexandrinerklee + einjähriges Weidelgras				

Ergebnisse

Beim Klee gras wiesen FF4 und FF5 (Mulch) mit 92 bzw. 86 % tendenziell geringere Trockenmasseerträge als in den anderen Fruchtfolgen auf (Abbildung 1). Die Kartoffeln erbrachten in FF1 und FF4 mit 106 bzw. 105 % einen signifikant höheren Marktwarenertrag als in FF3. FF2 unterschied sich von keiner anderen Variante (Abbildung 1). Beim Marktwarenertrag des Winterweizens ergab sich ein wesentlich differenzierteres Bild in folgender Reihenfolge FF1, FF2 > FF4, FF5 > FF3 > FF6 (Abbildung 1). Der relative Marktwarenertrag bei Sommergerste lag in FF5 mit 109 % signifikant höher als in FF6 (Abbildung 1).

Vergleicht man die Fruchtfolgen bezüglich der Produktivität in Getreideeinheiten, war unter Einberechnung der Leguminosen der durchschnittliche Fruchtfolgeertrag in FF1, FF2 und FF3 mit über 80 GE/a etwa doppelt so hoch oder höher als in FF4, FF5 und

FF6 (Abbildung 2). Diese Unterschiede waren signifikant. Beim Vergleich aller Fruchtfolgen ohne Einberechnung der Leguminosen hatte FF4 mit 67,2 GE/a die höchste Produktivität, unterschied sich damit aber nicht signifikant von FF1, FF2 und FF3 (Abbildung 2). Eine signifikant geringere Produktivität wurde für FF5 und FF6 bestimmt.

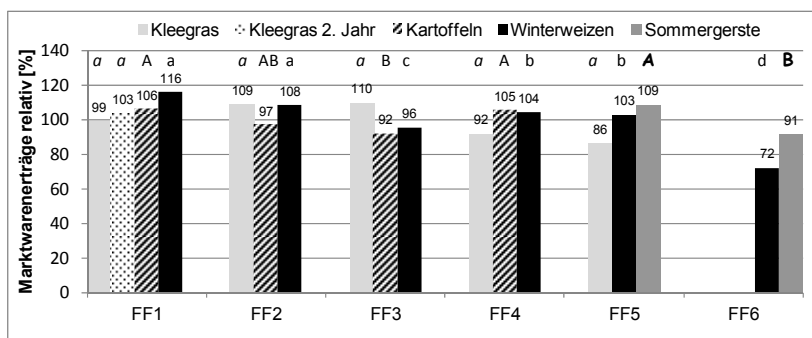


Abbildung 1: Relative Marktwarenträge von Kartoffeln, Winterweizen, Sommergerste (Mittel von 2000 - 2010) und relativer Trockenmasse-Ertrag von Kleegras (Mittel von 2003 - 2010) in Abhängigkeit von der Fruchtfolge; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede in einer Fruchtart (SNK-Test, $p < 0,05$); 100 % = Mittelwert der Fruchtart über alle Fruchtfolgen, 100 % Kleegras = 127,7 dt TM/ha, 100 % Kartoffeln = 347,6dt/ha, 100 % Winterweizen = 43,2 dt/ha, 100 % Sommergerste = 34,4 dt/ha

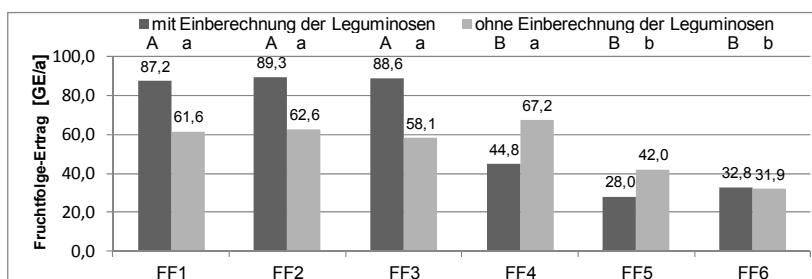


Abbildung 2: Durchschnittliche Fruchtfolgeerträge in Getreideeinheiten (GE) pro Jahr in Abhängigkeit der Fruchtfolge (Jahre 2000 - 2010); verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede zwischen Fruchtfolgen (SNK-Test, $p < 0,05$)

Diskussion

Die geringen Kartoffel-Marktwarenträge von FF3 waren zurückzuführen auf die bis einschließlich 2007 geringen Stallmistmengen (s. Tabelle 1), mit denen in FF3 23 % weniger Stickstoff in Form von organischem Dünger als in FF1 gegeben wurde. Zudem wird nach zweijährigem Kleegras (FF1) im Vergleich zu einjährigem Kleegras (FF3) möglicherweise mehr Stickstoff freigesetzt. Das ist u. a. auf eine höhere Stickstofffixierleistung zurückzuführen (Loges, 1998). Die statistisch nicht unterscheidbaren Kartoffel-Marktwarenträge von FF1, FF2 und FF4 waren durch nahezu vergleichbare Mengen an pflanzenverfügbarem Stickstoff erklärbar, welche bei den si-

mulierten Betriebssystemen den Nachfrüchten zur Verfügung standen (Heuwinkel *et al.*, 2005).

Die hohen Marktwarenerträge des Winterweizens in FF1 und FF2 lagen vermutlich am viehhaltenden System (Abfuhr Klee gras, Gülledüngung), im Vergleich zu FF4 und FF5, die viehlose Systeme simulieren. Die geringeren Erträge in FF3 im Vergleich zu FF1, FF2, FF4 und FF5 ließen sich wie bei den Kartoffeln durch die geringeren Stallmengen erklären. FF6 lieferte, analog zu einem ähnlichen Versuch der LfL in Puch (Schneider *et al.*, 2012), die geringsten Erträge, vermutlich aufgrund der Abfuhr des Erntegutes und der geringeren N-Vorfruchtwirkung der Körnerleguminosen. Aus demselben Grund ist der signifikant höhere Marktwarenertrag der Sommergerste in FF5 im Vergleich zu FF6 erklären. Zum selben Ergebnis kamen Schneider *et al.* (2012) in Puch.

Die signifikant höhere Produktivität unter Einberechnung der Leguminosen in FF1, FF2 und FF3 lässt sich durch die Schnittnutzung des Klee grasses in diesen Varianten und der Rückführung des organischen Düngers begründen. In FF4 und FF5 wurde das Klee gras gemulcht, und ging mit 0 GE in die Berechnung ein. In FF6 wurden mit der Körnerleguminose drei Marktfrüchte einbezogen und trotzdem unterschied sich die Produktivität unter Einberechnung der Leguminosen in dieser Fruchtfolge analog zu Schneider *et al.* (2012) statistisch nicht von FF4 und FF5. Zurückzuführen war dies auf eine geringere Stickstoff-Versorgung der Nachfrüchte nach der Körnerleguminose (s. o.). Die höhere Produktivität ohne Einberechnung der Leguminosen bei den Fruchtfolgen mit versus ohne Kartoffel ist auf die höhere Produktivität in Getreideeinheiten der Kartoffel im Vergleich zu Sommergerste zurückzuführen.

Schlussfolgerungen

Die höchste Produktivität wurde beim Anbau in viehhaltenden Systemen erreicht durch die Verwertung des Klee grasses und die damit einhergehende Rückführung der Nährstoffe. Die Fruchtfolge mit Körnerleguminosen erreichte eine gleich hohe Produktivität wie die Fruchtfolgen mit gemulchtem Klee gras.

Literatur

- BMELV (2011): Getreideeinheitenschlüssel. <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-3120100-2010.pdf> (Abruf 23.01.2012).
- Heuwinkel H., Gutser R., Schmidhalter U. (2005): Auswirkung einer Mulch- statt Schnittnutzung von Klee gras auf die N-Flüsse einer Fruchtfolge. Forschung für den ökologischen Landbau in Bayern, Schriftenreihe der LfL 6/2005: 71-79.
- Loges R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee grasbeständen. Dissertation, Universität Kiel.
- Pommer G., Salzeder G., Fuchs R., Capriel P., Beck R. (2009): Fruchtfolgen im ökologischen Landbau – Pflanzenbaulicher Systemvergleich Viehhausen. Zwischenbericht 1998-2004. Schriftenreihe der LfL 4/2009.
- Schmidt H. (2004): Viehloser Ackerbau im ökologischen Landbau. <http://orgprints.org/5020/1/5020-02OE458-uni-giessen-2003-viehloser-ackerbau.pdf> (Abruf 21.08.2012).
- Schneider R., Heiles E., Salzeder G., Wiesinger K., Schmidt M., Urbatzka P. (2012): Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolgen im ökologischen Landbau auf den Ertrag und die Produktivität. Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Schriftenreihe [der LfL] 4/2012: 87-93.
- Schulze Mönking S., Klapp C. (2010): Überarbeitung des Getreide- und Vieheinheitenschlüssels. <http://download.ble.de/06HS030.pdf> (Abruf 23.08.2012).