

Einfluss der Fruchtfolge auf Ertrag und Qualität von Winterweizen in viehhaltenden und viehlosen Betriebssystemen - Ergebnisse eines Dauerfeldversuches

Castell, A.¹ Schmidt, M.¹, Salzeder, G.¹ und Urbatzka, P¹

Keywords: Fruchtfolge, Backqualität, Winterweizen

Abstract

In stockless organic farming, crop rotation is one of the most important factors that determine the success of crop cultivation. Six crop rotation schemes in a long-term experiment of the Bavarian State Research Center of Agriculture at Viehhausen allow the estimation of the effect of crop rotations on grain yield and baking quality of winter wheat. The three and five years crop rotations differed in the utilization of grass clover swards (cutting or mulching), in the following crops (potatoes or barley), in the portion of grass clover swards and in the type of legume (grass clover or grain legume). The lowest grain yield as well as the most inferior baking quality was shown after grain legume. The highest yield was obtained after the two-year grass-clover ley and potato. The significant best baking quality showed wheat in a stockless crop rotation direct after mulched grass-clover ley. Different availability and mineralization rates of nitrogen seem to be the major reasons behind the differences observed among the crop rotation schemes.

Einleitung und Zielsetzung

Im ökologischen Pflanzenbau ist Stickstoff einer der limitierenden Faktoren, was die Erzeugung von Weizen mit hohen Erträgen und guter Backqualität erschwert (Baresel *et al.* 2008). Zahlreiche Studien beschäftigten sich mit dem Vorfruchteinfluss auf Ertrag und Qualitätsparameter von Winterweizen (z.B. Borghi *et al.* 1995). Der ökologische Fruchtfolgeversuch der Landesanstalt für Landwirtschaft ermöglicht jedoch wegen seiner Laufzeit seit 1998 die Erfassung langfristiger Vorfruchteffekte auf Weizen. Jede der insgesamt sechs Fruchtfolgen enthält Winterweizen. Somit können folgende Fragen bearbeitet werden: Welcher Betriebstyp ermöglicht hohe Weizenerträge bei gleichzeitig hoher Backqualität? Wie wirken sich Fruchtfolgegestaltung, unterschiedliche Leguminosenarten und deren Anteile auf Ertrag und Qualitätsparameter von Winterweizen aus?

Methoden

Der Versuch wurde im Herbst 1997 an der Versuchsstation Viehhausen der Technischen Universität München (TUM) angelegt (Landkreis Freising, uL, Bodenzahl 61, langjähriges Mittel 786 mm und 7,8 °C), die seit 1995 ökologisch bewirtschaftet wird. Der Feldversuch besteht aus sechs Fruchtfolgen (FF1-FF6) mit Landwechsel, angelegt als einfaktorielle Blockanlage mit drei Wiederholungen. Die Bruttoparzellengröße beträgt 150 m². Dabei simulieren FF1 bis FF3 ein viehhaltendes Betriebssystem, in dem Klee gras geschnitten und abgefahren wird und zu den Markt-

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Lange Point 12, 85354 Freising, adelheid.castell@lfl.bayern.de, <http://www.lfl.bayern.de>

früchten eine organische Düngung in Form von Rindergülle (FF1 und FF2) und Stallmist (FF3) gegeben wird. FF4 bis FF6 werden wie viehlose Betriebe geführt, d.h. das Klee gras wird gemulcht und es erfolgt keine organische Düngung. Vorfrucht von Winterweizen ist in FF1 bis FF4 die Kartoffel, in FF5 Klee gras und in FF6 eine Körnerleguminose (KL). In den Jahren 2005-2012 wurde die Winterweizensorte Achat angebaut, 2002 und 2004 die Winterweizensorte Bussard, 2001 und 2003 witterungsbedingt die Sommerweizensorte Triso. FF1 ist fünfjährig, FF2 bis FF6 dreifeldrig. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die sechs Fruchtfolgen.

Tabelle 1: Versuchsvarianten und organische Düngung

System Frucht- folge	viehhaltend			viehlos		
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6
kg N/ha pro FF ⁷⁾	207	148	135	-	-	-
1. Jahr	Klee gras ⁶⁾ (Schnitt)	Klee gras ⁶⁾ (Schnitt)	Klee gras ⁶⁾ (Schnitt)	Klee gras ⁶⁾ (Mulch)	Klee gras ⁶⁾ (Mulch)	KL ¹⁾
2. Jahr	Klee gras (Schnitt)	Kartoffel 30 m ³ Gülle	Kartoffel 300 dt/ha ²⁾ Mist	Kartoffel	Winterweizen (+Untersaat ³⁾)	Winterweizen (+Unter- saat ³⁾)
3. Jahr	Kartoffel 30 m ³ Gülle	Winter- weizen 20 m ³ Gülle ⁵⁾	Winterweizen	Winter- weizen	Sommergerste	Sommer- gerste +ZF ⁴⁾
4. Jahr	Winterweizen 20 m ³ Gülle ⁵⁾ (+Untersaat ³⁾)	¹⁾ KL = Körnerleguminose: Futtererbse (2002), Ackerbohne (2001 und 2003), Sojabohne (ab 2004); ²⁾ bis incl. 2007: 200 dt/ha/a; ³⁾ Untersaat Weißklee; ⁴⁾ ZF = Zwischenfrucht Alexandrinerklee+ einjähriges Weidelgras; ⁵⁾ zur Bestockung; ⁶⁾ FF2, FF3, FF4: Untersaat; FF1 und FF5: Blanksaat im September; ⁷⁾ durchschnittliche Gesamt-N-Gehalte (Kjeldahl)				
5. Jahr	Winterroggen 20 m ³ Gülle					

Die Qualitätsparameter Rohproteingehalt, Sedimentationswert und Feuchtklebergehalt wurden nach den Standard-Methoden der Internationalen Gesellschaft für Getreidechemie (ICC 2014) durchgeführt. Das Backvolumen wurde in einem Kleingebäck-Backversuch bestimmt. Bestandesdichte und TKM wurden nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (2000) ermittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.3. Alle dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Jahre 2001-2012.

Ergebnisse

Die mittleren Marktwarenerträge in Tabelle 3 zeigen, dass Weizen nach zweijährigem Klee gras und Kartoffel in FF1 dem Weizen aller anderen Fruchtfolgen signifikant überlegen ist. Weizen nach einjährigem Klee gras und Kartoffel in FF2 hat um 4,2 dt/ha signifikant niedrigere Erträge als FF1.

Den höchsten Feuchtklebergehalt und Sedimentationswert erreicht der Winterweizen aus FF5, ebenso das größte Backvolumen. Winterweizen nach Körnerleguminose in FF6 weist in allen dargestellten Merkmalen die signifikant niedrigsten Werte auf. Der Weizen ertrag in FF3 (mit Stallmist) ist dem der Variante FF2 (mit Gülle) signifikant unterlegen, die Qualitätsparameter mit Ausnahme des Rohproteingehaltes (Abb. 1) unterscheiden sich jedoch nicht. Die TKM der viehlosen Fruchtfolgen (FF1-FF3) sind signifikant höher als die der viehhaltenden (FF4-FF6). Weizen nach zweijährigem Klee gras in FF1 erreicht die höchste Bestandesdichte, die geringste Anzahl Ähren/m² liegt vor in FF5 und FF6 (nach gemulchtem Klee gras und Körnerleguminose).

Abbildung 1 zeigt, nach Rohproteintrag aufsteigend sortiert, dass Weizen aus FF6 die signifikant geringsten Rohproteingehalte und -erträge aufweist. Den signifikant höchsten Rohproteingehalt mit 11,32 % erzielt Weizen in FF5 mit Vorfrucht Klee gras.

Tabelle 3: Kornertrag (> 2,0 mm Korngröße, 86 % TS), Qualitäts- und Ertragsparameter von Winterweizen der FF1-FF6 (Mittelwerte 2001-2012)

Fruchtfolge	Marktwaren-ertrag dt/ha	Feuchtkleber-gehalt %	Sedimenta-tionswert ml	Backvolumen ml	Bestandes-dichte Ähren/m ²	TKM g
FF1	52,3a	23,2b	22,2b	601cb	439a	42,1a
FF2	48,1b	22,9cb	21,5cb	601cb	412b	42,4a
FF3	43,0d	22,0c	20,8cb	592c	381c	41,9a
FF4	47,0cb	23,7b	22,1b	618b	410b	40,6b
FF5	45,5c	25,3a	24,3a	636a	396cb	40,2b
FF6	31,9e	20,2d	19,9c	573d	375c	40,3b

Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) nach dem Student-Newman-Keuls Mittelwertvergleich hin.

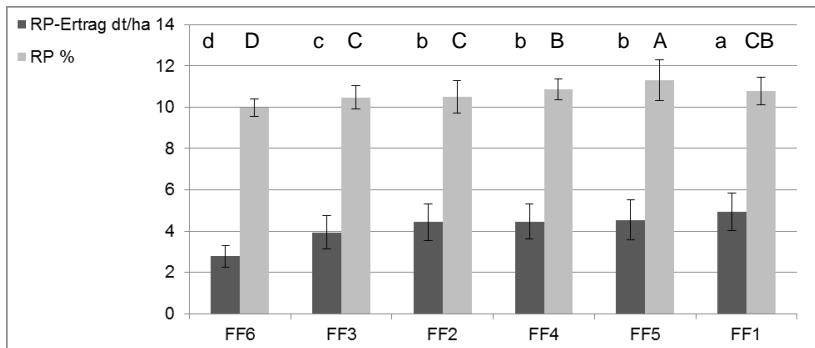


Abbildung 1: Rohproteingehalte (%) und Rohproteinträge (dt/ha) von Winterweizen der FF1-6 (Mittelwerte 2001-2012). Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) nach dem Student-Newman-Keuls Mittelwerttest hin.

Diskussion

Die mittleren Kornerträge von Weizen sind in FF1 am höchsten, gefolgt von FF2, FF4, FF5, FF3 und schließlich FF6. Der Weizen in FF1 scheint demnach ertraglich von der Vorfruchtwirkung eines mehrjährigen Klee grasses im Gegensatz zum überjährigen Klee gras in FF2 zu profitieren. Zudem erhält FF1 etwa 60 kg N/ha mehr aus Gülle als FF2. Es werden stärker als in FF2 diejenigen Ertragskomponenten gefördert, die früh festgelegt werden wie die Anzahl der Bestockungstriebe (Bestandesdichte). Der Proteingehalt im Korn wird dagegen zu einem Zeitpunkt festgelegt, an dem in beiden Fruchtfolgen vergleichbare Mengen an Stickstoff vorhanden sind, die zudem wegen Hitze und Trockenheit häufig nicht mehr leicht verfügbar sind. Das könnte den höheren Kornertrag in FF1 bei gleicher Qualität im Vergleich zu FF2 erklären. Die TKM wird im Makrostadium Ähren- und Rispen-schwellen festgelegt: In den

Fruchtfolgen mit Kleeerasabfuhr und organischer Düngung (FF1-FF3) war zu diesem Entwicklungsstadium anscheinend mehr Stickstoff mit der Folge größerer TKM verfügbar. FF3 und FF4 unterscheiden sich hinsichtlich ihres Kornertrags ebenfalls signifikant. Wie der Kornertrag liegen mit Ausnahme des Sedimentationswertes ebenso alle Qualitätsparameter des Weizens aus FF3 unter dem Niveau von FF4. Bei identischem Ablauf der Fruchtfolgefelder erhält die Kartoffel in FF3 eine Stallmistgabe, das Kleeeras wird geschnitten und abgefahren. Das Kleeeras in FF4 (viehlos) wird gemulcht. Somit stehen den Fruchtfolgefeldern der FF4 größere Mengen an organischer Substanz zu Verfügung. Der Grasanteil ist zudem in den Mulchvarianten höher (Daten nicht dargestellt), was wegen des weiten C/N-Verhältnisses zu einem langsamen Abbau führt. Somit kann der im Vergleich zu geschnittenem Kleeeras erst später mineralisierte Stickstoff dem Weizen zu einem für die Qualität entscheidenden Zeitpunkt verfügbar sein. Ein weiterer nachteiliger Effekt der Stallmistvariante könnte eine N-Immobilisation im Boden sein. Insgesamt erreicht nur der Weizen aus FF5 nach überjährigem, gemulchten Kleeeras die am Markt geforderte Backqualität. Die Ursachen sind zum einen die für FF4 aufgeführten Gründe (Bereitstellung von Stickstoff zum Zeitpunkt der Proteinbildung im Korn) sowie die absolut höhere Menge an Stickstoff aufgrund der Stellung direkt nach Kleeeras. Die signifikant niedrigsten Erträge und Qualitätsparameter des Weizens in FF6 sind mit der geringeren N-Vorfruchtwirkung der Körnerleguminosen im Vergleich zu Kleeeras zu begründen. Nach der zweiten Rotation im ökologischen Dauerfeldversuch am Gladbacherhof mit drei Fruchtfolgen, die vergleichbar sind mit FF1, FF5 und FF6 der vorliegenden Untersuchung, ergaben sich bezüglich des Kornertrags von Winterweizen sehr ähnliche Aussagen (Schulz *et al.* 2008).

Schlussfolgerungen

Weizen in Fruchtfolgen mit mehrjährigem Kleeeras erreicht höhere Kornerträge als nach überjährigem. Dies gilt jedoch nicht für die Backqualität. Hier erzielt Weizen, der direkt nach überjährigem, gemulchtem Kleeeras steht (FF5), die besten Ergebnisse. Sowohl ertraglich als auch hinsichtlich aller Qualitätsparameter scheint Weizen nach Körnerleguminose und ohne Kleeeras in der Fruchtfolge weder Backqualität noch zufriedenstellende Erträge erreichen zu können. Anhand der Betrachtung des Rohproteinertrages ist Weizen nach mehrjährigem Kleeeras und Kartoffel (FF1) am erfolgreichsten. Entscheidend für die Unterschiede zwischen den Fruchtfolgen sind der Zeitpunkt der Verfügbarkeit sowie die Menge an Stickstoff für früh oder spät festgelegte Ertrags- und Qualitätsmerkmale.

Literatur

- Baresel, J.P., Zimmermann, G., Reents, H.J. (2008): Effects of genotype and environment on N uptake and N partition in organically grown winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in Germany. *Euphytica* 163:347-354.
- Borghini, B., Giordani, G., Corbellini, M., Vaccino, P., Guermanni, M., Toderi, G. (1995): Influence of crop rotation, manure and fertilizers on bread making quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Eur. J. Agron.* 4, 37-45.
- Schulz, F., Brock, C., Leithold, G. (2008): Effects of Farm Type and Different Intensities of Soil Tillage on Cash Crop Yields and Soil Organic Matter. <http://orprints.org/11990/>, Abruf 1.12.2014.
- ICC (Internationale Gesellschaft für Getreidewissenschaft und Getreidetechnologie) (2014): https://www.icc.or.at/standard_methods, Abruf 1.9.2014.
- Bundessortenamt (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch-Verlag, Hannover