

Intensivierung einer Fruchtfolge unter ökologischen Bewirtschaftungsbedingungen – Bewertung der Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit

Sommer, H.¹, Krutzinna, C.²³, Keil, J.² und J. Heß³

Keywords: Kalium, Phosphor, Humus, Stickstoff, Leguminosen

Abstract

Potatoes and carrots, which are produced under organic farming conditions, are in great demand in the market. Farms with arable land for these products due to suitable location factors and soil qualities have a strong interest to intensify the cultivation of these cash crops in the context of the necessary crop rotation. However, it must be ensured that the humus reproduction and the nutrient supply are guaranteed under these intensified conditions. At the example of the Hessian State Domain Frankenhäuser by the University of Kassel, this development was identified and its impact was analyzed on sustainability and stability factors.

Due to the comparatively strong potassium deficits associated with slightly negative phosphorus balances the nitrogen by N_2 fixation and farm based fertilizers can not completely be converted into yield. A displacement of the apparent limiting factors from nitrogen to potassium can be assumed.

Einleitung und Zielsetzung

Kartoffeln und Möhren, die unter ökologischen Bewirtschaftungsbedingungen erzeugt werden, sind am Markt stark nachgefragt. Betriebe, die aufgrund von geeigneten Standortfaktoren und Bodenqualitäten über hackfruchtfähige Ackerflächen verfügen, haben ein großes Interesse daran, im Rahmen der notwendigen Fruchtfolge den Anbau dieser Marktfrüchte zu intensivieren. Dabei muss allerdings sichergestellt werden, dass die Humusreproduktion und die Nährstoffnachlieferung unter diesen intensivierten Bedingungen gewährleistet bleibt. Am Beispiel der Hessischen Staatsdomäne Frankenhäuser der Universität Kassel wird diese Entwicklung aufgezeigt und ihre Auswirkungen auf Nachhaltigkeits- und Stabilitätsfaktoren analysiert. Hier wurde der Anbauumfang der Hackfrüchte von 40 auf ca 70 ha ausgedehnt. Auf dem Betrieb werden 0,5 GV ha⁻¹ in Form von 95 Milchkühen und 100 Stück weiblicher Nachzucht gehalten. Auf dem Betrieb werden die Ackerflächen in zwei unabhängigen Fruchtfolgen bewirtschaftet. Die hackfruchtfähigen Flächen werden mit einer zweigliedrigen, zehnfeldrigen Folge mit zwei aufeinanderfolgenden Hackfruchtfeldern (Möhre auf Kartoffel) bestellt, die nicht hackfruchtfähigen Flächen mit einer eingliedrigen, fünffeldrigen Fruchtfolge. Hier wird trotzdem auf einem Teil des dritten Feldes (nach zweijährigem Futterleguminosenanbau) Silomais für die

¹ Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel, Witzenhausen; E-Mail: hendrik.sommer@uni-kassel.de ²Hessische Staatsdomäne Frankenhäuser, Universität Kassel, Grebenstein; ³Fachgebiet Ökologischer Land- & Pflanzenbau, Universität Kassel, Witzenhausen. E-Mail: hendrik.sommer@uni-kassel.de

Energieversorgung der Milchviehherde angebaut. Da die Humus- und Nährstoffzüge und die entsprechenden Reproduktionsleistungen zwischen den beiden Fruchtfolgen wechselwirken, wird in diesem Beitrag der Übersicht wegen das Humus- und Nährstoffmanagement auf der Ebene Ackerland dargestellt. Die Fruchtfolgen sind Abbildung 1 zu entnehmen.

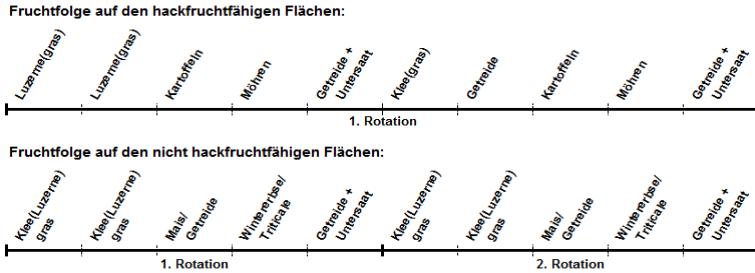


Abbildung 1: Fruchtfolge auf den hackfruchtfähigen (oben) und nicht hackfruchtfähigen Flächen (unten) der Domäne Frankenhausen (nach Hess und Finckh 2014)

Material und Methoden

Untersucht wurde ein Zeitraum von 6 Jahren (2006-2011) unter Verwendung des Betriebsbilanzierungsmodells REPRO (vgl. Hülsbergen 2003). Die notwendigen Daten wurden aus der Ackerschlagkartei des Betriebs (Helm © Software) in REPRO übertragen. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse für das Ackerflächenverhältnis, die Humusbilanzen sowie die Bilanzen für N, P und K vorgestellt. Zur Auswertung wurden die Methoden Standard (Leithold 1984), Erweitert (Leithold und Hülsbergen 1997), VD-Lufa (Hessen unterer Wert, vgl. Körschens *et al.* 2004) und CrossCompliance (CC) verwendet.

Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum war ein Anstieg des Hackfruchtanteils von unter 25 % auf ein Niveau von 30 % zu verzeichnen (vgl. Tabelle 1). Die Ausdehnung der Hackfrüchte ging sowohl zu Lasten des Leguminosen- als auch des Getreideanbaus. In den letzten beiden Untersuchungsjahren (2010 und 2011) wurde der im Vergleich zum Getreideanteil stärker verminderte Leguminosenanteil wieder deutlich von unter 35 % auf über 40 % erhöht. Hier zeigt sich, dass aufgrund von Marktanpassungsstrategien die Fruchtfolgen nicht immer starr eingehalten werden.

Tabelle 1: Entwicklung des Ackerflächenverhältnisses auf dem Ackerland der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen von 2006-2011

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Getreide	33%	34%	21%	37%	26%	31%
Leguminosen	46%	42%	43%	34%	42%	41%
Hackfrüchte	22%	25%	37%	29%	32%	28%

Die Entwicklungsverläufe für die Humusversorgung anhand des Versorgungsgrades sowie für die Stickstoffversorgung anhand des N-Saldos sind in Abbildung 2 dargestellt. Insgesamt zeigt sich die Humusversorgung auf einem guten Niveau. Die Ausdehnung des Anbauumfangs der Hackfrüchte von 20 auf ca. 25 % führte jedoch zunächst zu einer Reduktion der Humusversorgung von über 150 % auf unter 100% bzw. von über 300 % auf unter 200 % (nach CC). Die N-Salden nehmen nach den Modellrechnungen tendenziell zu. Nach VD-Lufa und CC liegen sie mit Ausnahme von 2008 und 2011 im leicht negativen Bereich, während nach REPRO ein positiver N-Saldo zwischen 15 und 40 kg (erweiterte Methode) bzw. zwischen 20 und 60 kg (Standardmethode) berechnet wurde.

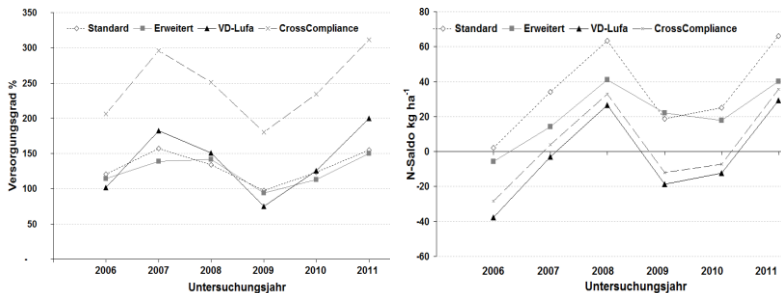


Abbildung 2: Entwicklungsverlauf des Humusversorgungsgrades (links) und N-Saldos (rechts) in Abhängigkeit von der Methode auf dem Ackerland der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen von 2006-2011

Die Phosphor- und Kaliumzufuhr aus dem wirtschaftseigenen Stoffkreislauf hingegen deckt nicht die Entzüge. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Auswertung für jeweils den Entzug, die Zufuhr (ausschließlich nicht-mineralisch) sowie den Saldo. Durch den hohen Anteil an Kartoffeln und Möhren wird insbesondere die Kaliumversorgung dann problematisch, wenn die Nachlieferung aus den unteren Bodenschichten nicht ausreicht. Aufgrund der relativ hohen negativen Salden sind auf Dauer Ertragseinbußen zu erwarten, was auch durch die Veränderung in den Bodengehalten nachzuweisen ist. Die Kompensation des Kaliumentzuges durch wirtschaftseigene Ressourcen über den Milchviehstall ist nicht vollständig möglich, was durch die Höhe der Kaliumzufuhr aus nicht-mineralischen und damit wirtschaftseigenen Düngern ersichtlich wird (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Entwicklung von Entzug, Zufuhr und Saldo von Phosphor (P) und Kalium (K) im Untersuchungszeitraum 2006-2011

Untersuchungsjahr		2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bilanz		kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹
Phosphor	Entzug	25	22	24	22	23	23
	Zufuhr	14	18	27	16	13	22
	Saldo	- 11	- 4	3	- 6	- 10	- 1
Kalium	Entzug	172	149	177	163	171	169
	Zufuhr	80	97	137	92	81	115
	Saldo	- 92	- 52	- 40	- 71	- 91	- 55

Diskussion

Entscheidend zur Interpretation der Nachhaltigkeit sind die Höhe der Nährstoffsalden sowie die Humusversorgung. Der intensivierungsbedingt steigende Humusbruttobedarf konnte durch geeignete Maßnahmen innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren kompensiert werden. Beim Vergleich der Bilanzierungsmethoden zeigte sich, dass die nach Cross Compliance berechnete Humusversorgung deutlich über 200 % liegt und demnach die Humuszufuhr doppelt so hoch wie der entsprechende Bedarf ist. Hier ist zu hinterfragen, ob die Humusversorgung nach dieser Methode nicht deutlich überschätzt wird und deshalb die übrigen Bilanzierungsmethoden zur Einschätzung der Humussituation besser geeignet sind. Die tendenziell steigenden N-Salden ergeben sich aus einer im Verhältnis zum Entzug höheren Zufuhr, die durch eine steigende Zufuhr an symbiontischem Stickstoff durch den in den letzten beiden Jahren ausgedehnten Leguminosenanbau erklärt werden kann. Auch bei der Interpretation dieser Kenngröße stellt sich die Frage, welche Bilanzierungsmethode eine hinreichend aussagefähige Einschätzung zulässt. Hier besteht weiterhin Forschungsbedarf, welche Bilanzierungsmethode bei welchem Betriebssystem anzuwenden ist. Durch die vergleichsweise starken Kaliumdefizite in Verbindung mit leicht negativen Phosphorsalden wird das aus der N₂-Fixierung und den wirtschaftseigenen Düngern resultierende Angebot an Stickstoff nicht vollständig in Ertrag umgewandelt. Offensichtlich liegt eine Verschiebung des limitierenden Faktors von Stickstoff (vgl. Dreyer *et al.* 2011) zu Kalium vor, was auch an entsprechenden Gehaltsveränderungen im Boden nachgewiesen werden kann. Zur Kompensation wird Kalium nun in Form von Kaliumsulfat zugeführt.

Schlussfolgerungen

Die Wahl der geeigneten Bilanzierungsmethode ist entscheidend für die Einschätzung, ob ein Betrieb nachhaltig bewirtschaftet wird oder nicht. Die Anwendung der nicht geeigneten Methode führt zu einer massiven Über- oder Unterschätzung des Betriebes hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit. Weiterhin ist zu klären, welcher Nährstoff der erstlimitierende ist. In vorliegendem Beispiel scheint die Zufuhr von Stickstoff, Phosphor und Kalium nicht ausreichend zu sein, allerdings wirkt hier Kalium erstlimitierend. Abschließend kann geschlossen werden, dass unter dem Vorbehalt einer leistungsfähigen Fruchtfolge der Nährstoff den limitierenden Faktor des Systems darstellt, der im Verhältnis zu seinem Input am stärksten aus dem System exportiert wird.

Literatur

- Dreyer, W., Böhm, H. und Jana F. Dresow (2011): Fruchtfolgestellung und N-Versorgung von Kartoffeln im Ökologischen Landbau sowie Möglichkeiten der Überprüfung des N-Versorgungsstatus. In: Böhm, H. (Hrsg.): Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion. Sonderheft 348. Landbauforschung, Braunschweig.
- Hess, J. und Maria Finck (2014): Projekt- und Versuchsfeldführer Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg und Versuchsgelände für Bewässerung und Solartechnik. Witzenhausen.
- Hülsbergen, K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Habilitationsschrift. Shaker Verlag, Aachen.
- Leithold, G. (1984): Untersuchungen der Beziehungen zwischen ackerbaulichen Maßnahmen, Ertrag und Humusproduktion sowie Erarbeitung einer Methode zur Berechnung des Bedarfs des Bodens an organischer Substanz. Habilitationsschrift, Martin-Luther-Universität Halle.
- Leithold, G. und K.-J. Hülsbergen (1997): Grundlagen und Methoden der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökolog. Landbau, Bonn, 56–62.
- Körschens, M., Rogasik, J., Schulz, E., Bönig, H., Eich, D., Ellerbrock, R., Franko, U., Hülsbergen, K.-J., Köppen, D., Kolbe, H., Leithold, G., Merbach, I., Peschke, H., Prystav, W., Reinhold, J. und J. Zimmer (2004): Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt. VDLUFA, Bonn. http://www.vdlufa.de/vd_00.htm?4