AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Welche Faktoren beeinflussen den Roggeneinsatz in der Schweinefütterung? Eine empirische Analyse von deutschen Schweinehaltern

Zusammenfassung

Der Roggenanbau ist besonders auf leichten Böden attraktiv. Durch klimatische Veränderungen und eine zukünftig stärkere Reglementierung der Düngung wird er zunehmend auch auf besseren Standorten interessant. Im Vergleich zu Weizen benötigt er weniger Nährstoffe, nicht zuletzt Stickstoff, um adäquate Erträge zu erzielen. Damit eine Erweiterung des Roggenanbaus auch ökonomisch attraktiv wird, müssen die Absatzwege ausgebaut werden. Dafür bietet die Schweinefütterung noch erhebliches Potenzial. Roggen spielt als Energiekomponente in der Schweinefütterung trotz ökonomischer Vorteile gegenüber Weizen, noch immer eine untergeordnete Rolle. Die folgende Arbeit untersucht, welche Faktoren den Roggeneinsatz und die Höhe der Roggeneinsatzmenge in der Schweinefütterung beeinflussen. Die Ergebnisse einer Umfrage unter Schweinehaltern in Deutschland weisen persönliche, externe/soziale und betriebsinterne Faktoren auf. Ein zweistufiges ökonometrisches Modell erlaubt dabei eine getrennte Betrachtung der Faktoren, die im Zusammenhang mit der Roggeneinsatzmenge stehen und jener Faktoren, die mit gänzlichem Verzicht auf Roggen in der Fütterung in Verbindung gebracht werden können. Bei persönlichen Einstellungen zeigt sich, dass die negativere Einschätzung von Roggenvermeidern bereits beim Anbau beginnt. Bei betriebsinternen Faktoren sticht der Roggenanbau auf dem eigenen Betrieb hervor. Informationskampagnen sollten sich daher auf beide Aspekte beziehen, Anbau und Fütterungseinsatz. Betriebe, die ihr Futter selber mischen, sowie einen betrieblichen Schwerpunkt in der Schweinehaltung haben, stehen dem Roggeneinsatz in der Schweinefütterung positiv gegenüber. Es bleibt abzuwarten, ob sich Mischfutterwerke nach der Düngenovellierung stärker für Roggen in den Rationen einsetzen. Die Studie identifiziert jedenfalls Marktsegmente, die besonders durch Optimierungspotenzial mittels Roggeneinsatz gekennzeichnet sind.

Schlüsselwörter: Schweinefütterung, Getreide, Entscheidungsverhalten, zweistufiges Modell für landwirtschaftliche Verbrauchsgüter

Abstract

Rye cultivation is particularly attractive on light soils. Due to climatic changes and stricter regulations on mineral fertilization, rye production will become more adequate on good soils. Compared to other cereals rye needs fewer nutrients, e.g. nitrogen, to achieve satisfactory yields. For an expansion of the cultivation of rye, sufficient sales channel are needed to ensure economic attractiveness. Here, pig feeding is a relevant, but underutilized, option. Rye plays a minor role as a cereal component in pig feeding, despite economic advantages which are demonstrated relative to wheat. The following study examines the factors that influence the use of rye and the quantitative amount of rye used in pig feeding. The results of a survey among pig holders in Germany show personal, external/social and farm related factors, respectively. The application of a double hurdle model allows for an individual analysis of factors related to the amount of rye used and factors related to a renunciation of rye in pig feeding. Personal attitudes towards rye are more negative with farmers who avoid rye, not just related to feeding, but also related to cropping. On farm rye cultivation stands out among all factors to influence rye adoption. Conclusively, information campaigns should focus on both, cultivation and feeding. A combined communication of the potential problem of ergotism and the low Fusarium susceptibility may improve the perception of rye as feeding component. Self-mixing of feeding materials, the opinion of social peers and a business focus on pig farming are positively related to the use of rye. It remains unclear, if feed producers will

expand efforts to sell rye components in response to the novel legislation on fertilization. The study identifies target groups that would particularly benefit from an increased use of rye.

Keywords: pig fodder, cereals, adoption behavior, double hurdle model for commodity marketing

1 Einleitung

Roggen ist als Futtermittel ein landwirtschaftliches Verbrauchsgut, welches direkt in das hergestellte Produkt eingeht (MUßHOFF und HIRSCHAUER, 2011). Deutschland ist mit 3.854.400 t im Jahr 2014 das Land mit der größten Roggenproduktionsmenge weltweit (FAO, 2016). Der Roggen wird in Deutschland hauptsächlich für die Humanernährung und die Nutztierfütterung verwendet. Dabei sind die Absatzmengen für die menschliche Ernährung zwischen 786.000 t und 900.000 t in den Jahren 2004 bis 2012 relativ konstant, wohingegen die Mengen für die Fütterung zwischen 713.000 t und 1.435.000 t im selben Zeitraum stärker schwanken (VDM, 2013). Aus pflanzenbaulicher Sicht bietet der Anbau von Roggen gerade auf leichteren Standorten mit geringer Wasserverfügbarkeit seine Vorteile. Im Hinblick auf die Novellierung der Düngeverordnung (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2015) sowie die klimatischen Veränderungen kann der Roggenanbau in Zukunft aber auch auf besseren Standorten interessant werden. Er benötigt eine geringere Nährstoffversorgung als andere Getreidearten, um hohe Erträge zu erzielen (LIEBEREI et al., 2012). Seine gute Stickstoffverwertung führt zu Einsparungspotenzialen (THIEMT, 2007). Um Anpassungen an die Düngeverordnung zu leisten, ist Roggen gerade für Ackerbaubetriebe eine interessante Kultur um Stickstoff einzusparen. Die Bedarfsempfehlungen beim Stickstoffdünger liegen dabei rund 25-35 % niedriger als bei Weizen und einigen anderen Getreidearten (LWK, 2010). Um eine Ausweitung des Roggenanbaus zu unterstützen, müssen jedoch entsprechende Absatzmöglichkeiten vorhanden sein. Grundsätzlich hat der Roggen als Futtergetreide aktuell eine vergleichsweise untergeordnete Bedeutung in der Nutztierfütterung. Im Wirtschaftsjahr 2014/2015 lag der durchschnittliche Roggenanteil in Mischfuttermitteln bei nur sechs Prozent, Weizen hingegen machte einen Anteil von 19 % aus (DVT, 2015), obwohl Futterroggen in den vergangenen sechs Jahren im Durchschnitt 2,75 €/dt günstiger war als der Futterweizen (AMI, 2016). In Deutschland legen die Tierzahlen in der Schweinehaltung sowie die Preise für Futtermittel nahe, dass in eben diesem landwirtschaftlichen Betriebszweig ein Ausbau des Roggeneinsatzes die Absatzchancen des Roggens spürbar verbessern würde. Ziel ist es, mit Hilfe einer Studie zu untersuchen, welche Faktoren den Einsatz von Roggen in der Schweinefütterung beeinflussen, um differenzierte Potenziale bei Schweinehaltern aufzuzeigen. Die Potenziale sollen die Diffusion von Roggen als Futtermittel in der Schweinehaltung stärken.

In der Folge werden zunächst die Fütterungseigenschaften erläutert und die Basisannahme der ökonomischen Vorzüglichkeit des Roggens belegt. Anschließend werden die untersuchten Faktoren und das methodische Vorgehen der Studie vorgestellt. Die empirischen Ergebnisse werden getrennt von der Diskussion dargestellt. Das Fazit beinhaltet Implikationen und Limitationen der Studie.

2 Roggen in der Schweinefütterung

Der Rohproteinanteil der Trockensubstanz im Roggen beträgt ca. zehn Prozent und ist mit zwei bis fünf Prozent niedriger als der Rohproteingehalt von Gerste, Weizen und Triticale (GAGERN, 2007). Die essentiellen Aminosäuren Methionin und Zystin sind in einem etwas geringeren Maße im Roggen vorhanden als in anderen Getreidearten. Der Lysin-Gehalt des Roggens hingegen ist höher als bei Weizen (LWK, 2012). Der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Roggen wirkt sich positiv auf die Fettbeschaffenheit des Fleisches aus (ALERT und FRÖHLICH, 2006). Aus älteren Beobachtungen geht hervor, dass der

Roggeneinsatz in der Schweinefütterung eine Reduzierung der Futteraufnahme sowie eine Verschlechterung des allgemeinen Zustandes der Tiere hervorrufen kann (MEYER et al., 2006). Andere Ergebnisse zeigen jedoch, dass auch höhere Roggenanteile von bis zu 70 % der Fütterungsration nicht zu Leistungseinbußen der Tiere führen. Außerdem konnten frühere Problembestandteile des Roggenfutters wie Bitterstoffe und Mutterkorn durch die Züchtung reduziert werden (MEYER et al., 2003; WEBER et al., 2004; WEBER, 2012; MEYER, 2013). Begrenzend für den Roggeneinsatz in der Jungtierfütterung ist der relativ hohe Anteil von Nichtstärkepolysacchariden (NSP) wie z.B. Pentosanen. Zu hohe Roggenanteile in der Ration können dort zu Leistungseinbußen führen. Bitterstoffe und Alkylresorcinole, die zu einer geringeren Futteraufnahme führen, sind in modernen Roggensorten aber nur noch in einem geringeren Maße vorhanden (GAGERN, 2007). Die Mykotoxinbelastung von Roggen stellt sich zwiegespalten dar. Auf der einen Seite ist er weniger anfällig gegenüber Fusarium als Weizen, auf der anderen Seite ist die Mutterkornanfälligkeit *(Claviceps Popurea*) beim Roggen im Vergleich zu anderen Getreidearten am stärksten ausgeprägt (MEYER, 2013).

Ein entscheidender Faktor beim Einsatz von Roggen in der Schweinfütterung ist die Menge in der Ration. Aus diversen Fütterungsversuchen geht hervor, dass ein hoher Roggenanteil von teilweise über 50 % in der Gesamtration vergleichbare Zunahmen lieferte, wie die Kontrollgruppe ohne Roggeneinsatz (WEBER, 2012). Bereits bei einer Lebendmasse von 12 kg je Ferkel ist der Einsatz von 15 % Roggen in der Futterration und bei einem Mastschwein von bis zu 70 % ohne Leistungseinbußen umsetzbar (ALERT und FRÖHLICH 2006); MEYER et al. 2003). Zum maximalen Einsatz von Roggen in der Schweinefütterung hat die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) e.V. Empfehlungen veröffentlicht (Tabelle 1). Diese gelten unter der Bedingung, dass die Aminosäureversorgung durch andere Futterkomponenten bedarfsgerecht ausgeglichen wird (MEYER et al., 2006).

Tabelle 1. DLG Einsatzempfehlung Roggenfütterung

max. Einsatz-Empfehlung von Roggen in Prozent der Gesamtration	
28-40 kg Lebendgewicht (LG) (Vormast)	30 %
40-60 kg LG (Anfangsmast)	40 %
60-90 kg LG (Mittelmast)	50 %
ab 90 kg LG (Endmast)	50 %
Sauen	25 %
Ferkel bis 15 kg LG	10 %
Ferkel ab 15 kg LG	20 %

Quelle: Eigene Darstellung nach (MEYER et al., 2006)

Neben diesen ernährungsphysiologischen Eigenschaften spielt der Preis des Roggens im Vergleich zu stärker eingesetzten Substituten wie Weizen eine bedeutende Rolle für die Futtermittelauswahl. WEBER (2012) kommt zu dem Ergebnis, dass Roggen 0,50 € -1,00 €/dt preiswerter sein muss als Weizen, damit er ökonomisch vorzüglich wird. Dabei wird der minimal geringere Eiweißgehalt des Roggens berücksichtigt, der durch einen höheren Anteil von teureren Eiweißfuttermitteln wie z.B. Sojaschrot ausgeglichen werden muss. Nach Daten von BAUER (2016) sind Erzeugerpreise für Brot- und Futterroggen im Gebiet der ehemaligen Landwirtschaftskammer Hannover im Zeitraum von 2004/2005 - 2014/2015 durchschnittlich 1,02 € bis 2,04 €/dt günstiger als Futterweizen. Im bundesdeutschen Durchschnitt war der Roggen zwischen 06/2010 und 09/2016 durchschnittlich ca. 2,75 € / dt günstiger. Dabei lag die Preisdifferenz von Futterroggen und Futterweizen in 96% aller Wochen über einem Euro und in immerhin noch 67 % aller Wochen sogar über 2 Euro (AMI, 2016)**.** Ausgehend von der Preisdifferenz zum Weizen zeigt sich, dass der Energienachteil zum Weizen von 0,3 MJ/kg (LWK 2012) durch den Preisunterschied kompensiert wird. So liegt der Roggen zwischen 06/2010 und 09/2016 bei ca. 1,11 €/MJ während der Weizen bei ca. 1,29 €/MJ liegt (LWK 2012; AMI, 2016)**.**

Somit ist der Futterroggen dem Futterweizen über den Zeitraum der letzten sechs Jahren ökonomisch vorzüglich. Abschließend kann festgestellt werden, dass aus wissenschaftlicher Sicht der Fütterung von Roggen in der Schweinehaltung sowohl ernährungsphysiologisch als auch aus ökonomischer Sicht nichts entgegen spricht.

3 Landwirtschaftliches Entscheidungsverhalten und Untersuchungsfaktoren beim Roggeneinsatz

Die Entscheidung zur Verwendung eines bestimmten Futtermittels kann kurzfristig variiert werden. Nach ZIMMERMANN (2003) herrscht an Verbrauchsgütermärkten ein harter Preiswettkampf, da die Produkte wenig differenziert sind. In unserem Beispiel bedeutet das, dass Roggen nicht nur durch Roggen aus anderen Chargen, sondern auch durch andere Energieträger wie z.B. Weizen, Gerste oder Mais substituiert werden kann (ibid). Die Entscheidungsbildung für ein bestimmtes Produkt wird durch verschiedene ökonomische, psychologische und soziologische Modelle erklärt. Psychologische Modelle fokussieren sich auf Motive und Einstellungen, während in der Soziologie der Einfluss des sozialen Umfelds auf den Käufer im Mittelpunkt steht (KROEBER-RIEL und GRÖPPEL-KLEIN, 2013). Um das reale Verhalten abzubilden, ist ein interdisziplinärer Ansatz von Nöten (ZIMMERMANN, 2003).

Verschiedene Studien haben das landwirtschaftliche Entscheidungsverhalten beleuchtet. WILLOCK et al. (1999) haben für eine Befragung von Agrar-Stakeholdern ein Modell zur landwirtschaftlichen Entscheidungsfindung entwickelt, welches auf AJZEN (1985) „Theory of Planned Behavior“ aufbaut. Dieses Modell wurde später aufgegriffen (GRANOSZEWSKI et al., 2009), um das Investitionsverhalten von Landwirten in Erneuerbare Energien zu untersuchen. Bei den Modellen kommen die grundsätzlichen entscheidungsbeeinflussenden Faktoren aus drei Bereichen: 1. Persönliche Faktoren, welche verschiedenste Einstellungen zur jeweiligen Entscheidung umfassen, 2. Externe Faktoren, welche das geographische und soziale Umfeld berücksichtigen, 3. Betriebsinterne Faktoren, wobei Eigenschaften der spezifischen Betriebsstruktur im Vordergrund stehen. Diese Untersuchung hat das Ziel Faktoren für den Roggeneinsatz in der Schweinefütterung zu bestimmen und wird dabei auf die oben genannten drei Faktoren zurückgreifen.

Das Kaufverhalten von Landwirten, bezogen auf landwirtschaftliche Investitionsgüter, ähnelt weder Konsumenten noch organisationalen Nachfragern (ZIMMERMANN, 2003). Landwirte entscheiden ähnlich wie Konsumenten unter Einfluss ihres sozialen Umfelds, nutzen jedoch ähnliche Informationsquellen wie industrielle Unternehmen. Beim sozialen Umfeld spielt das geographische Umfeld und das soziale Netzwerk eine Rolle in der Entscheidungsbildung (SOLANO et al., 2003). In Bezug auf den Einsatz von Roggen in der Schweinefütterung wird daher vermutet, dass auch hier die positive Bewertung von Roggen durch das Umfeld des Schweinehalters den Einsatz als Futterkomponente in der Schweinefütterung beeinflusst. Gerade auf leichten Standorten ist der Roggen gegenüber Weizen vorzüglich (MIEDANER, 2013). Es wird davon ausgegangen, dass Betriebe die einen hohen Roggenanteil in der Fruchtfolge haben, auch mehr Roggen in der Fütterung einsetzen, da der Roggen bereits im Betrieb vorhanden ist.

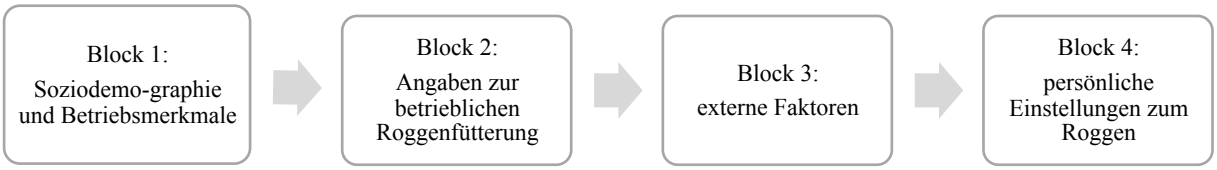
Ein weiterer Faktor bei der Entscheidungsfindung über den Einsatz von Futterrogen kann die Durchführung der Futterzubereitung sein. Unterschieden wird zwischen den Landwirten, die ihr Futter selber mischen und jenen Betrieben, die Fertigfutter von einem Mischfutterwerk zu kaufen. Aufgrund der Flexibilität der Eigenmischer wird davon ausgegangen, dass Landwirte, die ihr Futter selber mischen, vermehrt Roggen als Futterkomponente einsetzen. Einen Einfluss auf den Einsatz von Futterroggen in der Schweinefütterung könnte der Betriebsschwerpunkt haben. Spezialisierte Betriebe kalkulieren häufig intensiver (LÜPPING und SCHAPER, 2009). Deshalb wird davon ausgegangen, dass Betriebe, die ihren Schwerpunkt

in der Schweinehaltung sehen, häufiger den ökonomischen Vorteil des Roggens nutzen. Eine höhere Tierzahl auf dem Betrieb kann im Hinblick auf Einkaufsmengen zu einer besseren Übersicht auf dem Beschaffungsmarkt führen. Es wird vermutet, dass Betriebe mit großen Tierzahlen vermehrt Roggen als Futtergetreide einsetzen. Zusätzlich sollen noch umfassend subjektive Einstellungen zu anbau- und ernährungsphysiologischen Eigenschaften des Roggens erhoben werden, um jene Bereiche zu identifizieren, die eine Barriere beim Einsatz darstellen.

4 Studiendesign

Die Umfrage zum Roggeneinsatz in der Schweinefütterung wurde von Dezember 2015 bis Januar 2016 mit deutschen Schweinehaltern durchgeführt. Dazu wurde ein online-gestützter digitaler Fragebogen entwickelt, der in der Folge genauer erläutert wird. Aufgrund zeitlicher und finanzieller Restriktionen war eine repräsentative Umfrage nicht möglich. Die Verbreitung der Umfrage erfolgte über Verbände wie die Interessengemeinschaft der Schweinehalter Deutschlands e.V. (ISN) und den Verein zur Förderung der bäuerlichen Veredlungswirtschaft GmbH (VzF).

Abbildung 1. Aufbau des Fragebogens



Der Fragebogen gliedert die Untersuchungsfaktoren betriebliche, externe und persönliche Faktoren, in drei Frageblöcke (Abbildung 1). Die Roggenfütterung wurde, in Block 2, nach den Betriebsmerkmalen abgefragt. Der Roggeneinsatz soll anhand eines ökonometrischen Modells untersucht werden. Der empfohlene Roggenanteil variiert aufgrund seiner ernährungsphysiologischen Eigenschaften zwischen Sauen, Ferkeln und Mastschweinen. Eine Zusammenfassung der Haltungsvarianten erfordert daher eine angemessen vergleichbare Variable zum jeweiligen Roggeneinsatz. Daher wurde der Roggeneinsatz der Probanden im relativen Verhältnis zur DLG-Empfehlung (Tabelle 1) verwendet. In die Variable fließen die Angaben der Probanden zu ihrer aktuellen Roggenfütterung in der Vormast, der Mittelmast, der Endmast, bei den tragenden Sauen, in der Ferkelhaltung bis 15 kg und Ferkelhaltung ab 15 kg ein. Die Höhe des Roggenanteils in der Fütterung wurde durch eine Skala abgefragt, auf der 0-100 % Fütterungsanteil ausgewählt werden konnten. Dann wurden diese Angaben mit den entsprechenden Werten aus der DLG-Empfehlung ins Verhältnis gesetzt und zusammengefasst. Dies bildet die Untersuchungsvariable, um entscheidende Einflussfaktoren zu identifizieren. Ein untersuchter externer Faktor „Bewertung des Umfelds“ basiert auf der Frage, „Wie bewerten die Personen, deren Meinung Ihnen am wichtigsten ist, die Eignung des Roggens als Getreidekomponente im Futter?“. Der untersuchte Faktor „Roggenanbaugebiet“ bezieht sich auf die Region, in welcher der Betrieb angesiedelt ist. Um den Anteil des Roggenanbaus in der Region des Betriebs zu ermitteln, wurde eine Variable entwickelt, welche die ersten beiden Ziffern der Postleitzahl mit regionalen Roggenanbau-Erhebungen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2012) abgleicht. Die Einteilung erfolgt in sechs Intensitätsstufen. Die betriebsinternen Variablen wurden ebenfalls erhoben: die Tierzahl in absoluten Zahlen, Roggenanbau auf dem eigenen Betrieb entspricht dem prozentualen Anteil an den Fruchtfolgen, Schweineschwerpunkt und Selbstmischer-Eigenschaften wurden binär erfasst.

Im vierten Block des Fragebogens wurden die Probanden zur ihrer persönlichen Einstellung zum Roggen befragt, aufgrund der Bedeutung subjektiver Einstellungen in der

landwirtschaftlichen Entscheidungsfindung (ZIMMERMANN, 2003). Es wurden verschiedene Einstellungen durch eine Statement-Batterie ermittelt, in der die Probanden positive und negative Aussagen über die Eignung des Roggens in der Schweinefütterung bewerten mussten. Die Statements basieren auf gesammelten Bedenken und Vorurteilen, die sich in Gesprächen mit Stakeholdern der Schweinefütterung herauskristallisiert haben. Zustimmung oder Ablehnung wurden im Rahmen einer 5-stufigen Skala (1=stimme voll zu bis 5=stimme gar nicht zu) vom Likert-Typ ermittelt. Zusätzlich konnten die Probanden die Antwortmöglichkeit „kann ich nicht beurteilen" ankreuzen, um Meinungen auszuschließen, die ohnehin geringes Gewicht bei der Entscheidungsfindung haben. Die Anordnung der Statements wurde in randomisierter Reihenfolge durchgeführt. Die Statements werden mittels T-test zwischen Roggenanwendern und Roggenvermeidern verglichen. Eine Einbindung in das ökonometrische Modell war nicht möglich, da die Option „kann ich nicht beurteilen" zwar die Datenqualität verbessert, aber die fehlenden Einstellungen eine ökonometrische Untersuchung erschweren.

5 Ergebnisse

5.1 Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe besteht aus 87 deutschen Schweinehaltern. Die Datenqualität wurde geprüft, wobei unvollständige und widersprüchliche Datensätze[1] ausgeschlossen wurden. Schwerpunktmäßig kommen die Betriebe aus Nordwestdeutschland. Die Betriebe teilen sich auf in 81 Schweinemäster, 31 Ferkelaufzüchter und 24 Sauenhalter. Dabei gibt es Überschneidungen, da viele Sauenhalter auch Ferkel und Mastschweine halten. In Niedersachsen, wo die überwiegende Zahl der Halter ansässig sind, liegt die Tierzahl pro Betrieb über dem Bundesdurchschnitt (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2016). Die Betriebe bewirtschaften im Schnitt 145 ha Ackerland. Insgesamt haben 12 Teilnehmer kein Ackerland zur Verfügung. Somit kann festgestellt werden, dass mindestens 13,8 % der Stichprobe einen reinen gewerblichen Tierhaltungsbetrieb führen (KLAPP et al., 2011). 59 % aller Betriebe füttern neben anderen Komponenten auch Getreide aus eigenem Anbau (Tabelle 2). Bezüglich des Roggeneinsatzes kann bereits vermerkt werden, dass lediglich 28 % der DLG-Empfehlung unter den Befragten verfüttert werden, wobei ein Betrieb mit 111 % auch über die DLG-Empfehlung hinaus Roggen verwendet (Tabelle 2).

[1] Ein Qualitätscheck hat zum Ausschluss eines Jungsauenbetriebes geführt, da die Tierzahl nicht mit den anderen Angaben des Teilnehmers übereinstimmen kann.

Tabelle 2. Stichprobeneigenschaften

Variable	Einheit	N	Ø	SD	min	max
Betriebsinterne und Soziale Faktoren						
Roggeneinsatz (binär)	1= Roggeneinsatz > 0 %	87	0,68	0,47	0	1
Roggeneinsatzmenge	% an Fütterungsration relativ zu DLG-Empfehlung	87	0,28	0,31	0	1.11
Bewertung soziales Umfeld	Likert Typ 1-5, 1=sehr positive Bewertung des Umfeldes	87	3,60	0,71	2	5
Roggenanbaugebiet	Roggenanbauintensität 6 stufige Skala	87	2,6	1,51	1	6
Roggenanteil eigener Anbau	% Roggenanteil an betriebsinterner Fruchtfolge	87	11,89	13,44	0	70
Betriebsschwerpunkt Schweinehaltung	1= Schwerpunkt Schweinehaltung	87	0,51	0,50	0	1
Selbstmischer	1= Selbstmischer	87	0,59	0,50	0	1
Tierzahl	Anzahl Tiere im Betrieb	87	2857	2597	20	15450
Schweinemäster	1= Schweinemäster	87	0,93	0,25	0	1
Ferkelaufzüchter	1= Ferkelaufzüchter	87	0,36	0,48	0	1
Sauenhalter	1= Sauenhalter	87	0,28	0,45	0	1
Konventionell	1= konventioneller Betrieb	87	0,97	0,18	0	1
Ackerland	in ha	87	144,52	124,31	0	680
Soziodemografische Faktoren						
Alter	in Jahren	86	35,10	12,76	16	62
Geschlecht	1= männlich	87	0,93	0,25	0	1
Meister-Betriebswirt	1= landwirtschaftlicher Meister oder staatlich geprüfter Betriebswirt	87	0,36	0,48	0	1
Studium	1= Studium der Agrarwissenschaften	87	0,40	0,49	0	1
Betriebsleiter	1= Betriebsleiter	87	0,45	0,50	0	1
Hofnachfolger	1= Hofnachfolger	87	0,3	0,46	0	1

Quelle: eigene Berechnung; N=Observationen, Ø=Mittelwert, SD=Standardabweichung, Min und Max=Bandbreite der Observationen

5.2 Persönliche Einstellungen zum Roggen und dem Roggeneinsatz

Um einen Eindruck über die persönliche Einstellung der Schweinehalter zum Einsatz von Roggen in der Schweinefütterung zu bekommen, wurden die Mittelwerte einzelner Variablen mit einem T-Test auf Signifikanz geprüft (Tabelle 3). Dabei wurden die Schweinehalter, die Roggen als Futtermittel einsetzten, mit denen verglichen, die keinen Roggen in der Schweinefütterung einsetzen.

Die Ergebnisse in Tabelle 3 zeigen auf, dass es zwischen den beiden Gruppen signifikante und zum Teil hoch signifikante (Signifikanzniveau 99%) Unterschiede gibt. Dabei schätzen die Roggenanwender stets die Eigenschaften des Roggens positiver ein. Beispielsweise ist die Zustimmung zu „Roggen schmeckt den Schweinen nicht“ größer bei den 23 Roggenvermeidern als den 54 Anwendern. Der T-test bescheinigt einen hoch signifikanten Unterschied. Die spezifischen Unterschiede werden in der abschließenden Diskussion analysiert.

Tabelle 3. Mittelwertvergleiche Roggenanwender – Roggenvermeider

Variable	Kein Roggeneinsatz			Roggeneinsatz			T-test H0: Diff.=0	
	N	Ø	SD	N	Ø	SD	Pr (|T| >|t|)	Sign
Roggen liefert von allen Getreidearten die preisgünstigste Energie	23	2,57	0,84	57	2,11	0,98	0,051	
Roggen verursacht Durchfall	20	3,95	0,89	55	4,18	0,77	0,273	
Der hohe Anteil von Nicht-Stärke-Polysachariden im Roggen führt zu einer geringeren Verdaulichkeit von Nährstoffen (Käfigeffekt)	21	2,81	0,93	43	2,86	0,80	0,822	
Kostengünstige Futterenzyme, spalten Nicht-Stärke-Polysacharide auf, dadurch stehen mehr Nährstoffe des Roggens zur Verfügung	17	2,41	1,00	41	2,22	0,79	0,440	
Roggen verursacht steife Knochen	12	4,00	0,95	38	4,11	0,80	0,706	
Der Mutterkornanteil moderner Sorten ist unproblematisch	24	3,13	0,99	52	2,87	1,12	0,334	
In modernen Schweinezuchtlinien ist auch bei hohen Roggenanteilen die Futteraufnahme gut	18	2,78	1,22	49	2,24	0,80	0,042	*
Aufgrund des geringen Eiweißgehalts eignet sich Roggen gut um die N-Ausscheidungen der Schweine zu reduzieren (N-reduzierte Fütterung)	22	2,95	1,05	47	2,79	1,06	0,542	
Roggen schmeckt den Schweinen nicht	23	2,78	1,13	54	3,67	0,91	0,001	**
Hohe Roggenanteile verursachen Schaumbildung in der Flüssigfütterung	15	2,47	1,36	36	3,67	1,26	0,004	**
Roggen ist weniger anfällig für Fusarium und dadurch weniger Mykotoxin-belastet als Weizen	22	3,18	1,26	51	2,63	1,00	0,049	*
Roggen sorgt für eine gute Speckqualität	14	3,29	0,91	28	3,00	0,90	0,341	
Bitterstoffe im Roggen verhindern eine hohe Futteraufnahme	21	3,00	1,22	56	3,45	1,14	0,139	
Durch den Mutterkornanteil ist die Mykotoxinbelastung höher als bei anderen Getreidearten	26	2,00	0,94	54	2,83	1,27	0,004	**
Roggen hat eine geringe Aminosäureverdaulichkeit	19	2,68	0,89	40	2,83	0,93	0,584	
Bitterstoffe spielen in modernen Roggensorten keine Rolle mehr	19	3,16	1,12	47	2,94	1,17	0,483	
Bei Roggen als Getreidekomponente muss mehr Sojaschrot gefüttert werden	19	3,00	1,15	54	2,76	1,21	0,454	
Roggenanbau ist nur auf sehr leichten Böden sinnvoll.	21	2,00	1,14	53	2,62	1,23	0,049	*
Roggen verträgt keine Gülledüngung, da er schnell ins Lager geht.	20	2,90	1,29	53	4,00	1,07	0,000	**
Roggen verursacht die niedrigsten Produktionskosten pro t im Vergleich zu anderen Getreidearten.	22	3,05	1,68	54	2,06	1,07	0,003	**
Roggen erzielt auch auf mittleren- guten Böden konkurrenzfähige Erträge.	22	3,41	1,30	54	2,50	1,26	0,006	**
Roggen verursacht hohe Erntekosten durch hohen Strohanfall und Lagerneigung.	17	2,76	1,20	53	3,45	0,95	0,018	*
Roggen lockert die Fruchtfolge auf.	21	2,48	1,44	54	2,46	0,99	0,964	
Hybridroggen liefert stabile Erträge auch unter schwierigen Bedingungen.	22	2,91	1,72	54	2,17	1,08	0,026	*
Roggen hat die geringsten Ansprüche an den Wasserbedarf, die N-Düngung und den Pflanzenschutz, im Vergleich zu anderen Getreidearten.	22	2,27	1,64	54	1,85	1,05	0,186	
Roggen erzielt mindestens vergleichbare Erträge mit Triticale und Weizen.	22	3,82	1,65	54	2,61	1,20	0,001	**

Quelle: eigene Berechnung; N variiert aufgrund der Option „kann ich nicht beurteilen“. Die Variablen wurden auf einer Skala von 1= Stimme voll zu bis 5=stimme gar nicht zu; Die P-Werte (Pr(|T| > |t|) zur T-test-Statistik sind angegeben und signifikante Werte markiert: *=5%-Level und **=1%-Level

5.3 Zweistufiges Modell zum Roggeneinsatz

Zur Überprüfung des Zusammenhangs betrieblicher und externer Faktoren beim Roggeneinsatz kam ein zweistufiges Modell zur Anwendung. Dabei wurde zuerst versucht den besten Schätzer für das Model zu finden. Aus der Datenstruktur fällt auf, dass der Anteil an Schweinehaltern, die grundsätzlich keinen Roggen füttern, 32% beträgt. Durch die vielen Nullwerte ist der Roggeneinsatz nicht normalverteilt, weswegen ein einfaches OLS-Modell nicht angebracht erscheint. Ein häufiger Ansatz, der die gegebene Verteilung berücksichtigt, bezieht sich auf das Tobit-Modell. Tobit würde jedoch den Modell-Einfluss auf den Roggeneinsatz und die Menge des Einsatzes miteinander vermischen. Der Einsatz von Verbrauchsgütern kann aber auch mit zweistufigen Modellen analysiert werden. RICKER-GILBERT et al. (2011) trennen den Prozess, welcher den binären Einsatz von Dünger und jenen, der die Düngereinsatzmenge beschreibt. Das verwendete Double Hurdle (DoHu)-model von CRAGG (1971) berücksichtigt diese Möglichkeit und erlaubt es uns die binäre Entscheidung nach Roggeneinsatz in der Fütterung (ja oder nein) und die Menge des Roggeneinsatz durch zwei unterschiedliche Prozesse zu analysieren. Der Likelihood-Ratio Test nach GREENE (2003) stützt unsere Annahme von zwei Prozessen und bevorzugt das DoHu über das einstufige Tobit, welches im DoHu verschachtelt ist. Der Vergleich nach GREENE (2003) zeigt, dass die LR-Statistik (=20,36) größer ist als der kritische Wert der inversen Chi²-Verteilung (14.07 bei k=7, p=0.05), weshalb das Dohu-Model dem eingeschränkten Tobit Modell vorzuziehen ist. Der Modellaufbau wurde auch hinsichtlich Multikollinearität (max. r=0,35) und anderen Modelleigenschaften geprüft[2]. Die Modellgüte ist durch den P-Wert für die Wald-Chi²-Statistik als adäquat zu bezeichnen (Prob > chi2 = 0,0001) (CRAGG, 1971). Ebenfalls ist der Log-Likelihood in Anbetracht der Stichprobengröße erwartungsgemäß (Log likelihood = -20,9) (Tabelle 4). Die Berechnung des DoHu-Modells erfolgte unter Anleitung von BURKE (2009) innerhalb des Statistikprogrammes STATA. Das Regressionsmodell erklärt sowohl die binäre Entscheidung zum Roggeneinsatz als auch die Roggeneinsatzmenge in der Fütterung. Dadurch können externe und betriebsinterne Faktoren jeweils für einen der beiden Entscheidungsprozesse bestätigt oder abgelehnt werden (Tabelle 4).

Tabelle 4. betriebsinterne und externe Roggeneinsatzfaktoren

	Faktoren	Roggeneinsatz (binär)					Roggeneinsatz (fortlaufend)				
		Koef	SF	P>z	95% KI		Koef	SF	P>z	95% KI	
Extern	Bewertung des Umfeldes	-0,84	0,301	0,005	-1,43	-0,25	-0,130	0,082	0,113	-0,292	0,031
Extern	Roggen-anbaugebiet	0,203	0,125	0,105	-0,04	0,45	-0,008	0,031	0,804	-0,068	0,053
Betriebsintern	Roggenanteil an Fruchtfolgen	0,061	0,021	0,003	0,021	0,102	0,008	0,004	0,022	0,001	0,015
Betriebsintern	Schweine-schwerpunkt	0,873	0,405	0,031	0,079	1,666	-0,016	0,100	0,873	-0,213	0,181
Betriebsintern	Selbstmischer	-0,74	0,378	0,050	-1,48	0,000	0,324	0,110	0,003	0,108	0,540
Betriebsintern	Tierzahl	0,000	0,000	0,177	0,000	0,000	0,000	0,000	0,209	0,000	0,000
	Konstante	2,821	1,327	0,034	0,220	5,422	0,569	0,308	0,065	-0,035	1,172
N =			87								
Prob > chi2 =			0,0001								
Log likelihood =			-21.143								

Quelle: eigene Berechnung; Koef=Koeffizient, SF=Standardfehler, P>z=P-Wert, KI=Konfidenzintervall

[2] Wir gehen nicht von Scheinkorrelationen oder Suppressor-Beziehungen unserer Modellvariablen mit nicht erhobenen Variablen aus. Eine Analyse des Modells nach Heckman führt nicht zu einer signifikanten mills-ratio, was unsere Annahme stützt (WOOLDRIDGE (2002)).

5.3.1 Externe Faktoren

Die Bewertung des Umfeldes bestätigt sich als Einflussfaktor. Es wird aufgezeigt, dass das soziale Umfeld hoch signifikant für die binäre Barriere zum Roggeneinsatz ist (p=0,005), nicht aber die Höhe des Roggeneinsatzes beeinflusst (p=0,113). Beim Roggenanbaugebiet wurde ein insignifikanter aber positiver Einfluss auf die binäre Bereitschaft zum Roggeneinsatz festgestellt (p=0,105), während hingegen der geschätzte Modelleinfluss auf die Roggeneinsatzmenge annähernd Null ist (p=0,804).

5.3.2 Betriebsinterne Faktoren

Schweinehalter, die selbst die Futterrationen mischen und daher unabhängiger von Futtermittellieferanten agieren, zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit der Roggeneinsatzmenge (p=0,003). Der Betriebsschwerpunkt, in diesem Fall die Schweinehaltung, erweist sich als signifikanter Faktor bei der binären Entscheidung zum Roggeneinsatz (p=0,031). Der Schweineschwerpunkt jedoch nicht zu einer höheren Roggeneinsatzmenge in der Futtermischung (p=0,873). Der Roggenanbau auf dem eigenen Betrieb spielt bei der Entscheidung über den Einsatz als Futtergetreide sowie der Menge in der Ration eine Rolle. Dieser Faktor ist daher dem Roggenanbaugebiet bei der Identifizierung von roggenfütternden Betrieben vorzuziehen. Die Tierzahl auf dem Betrieb hat keinen signifikanten Einfluss.

6 Diskussion

Bei der Analyse der betrieblichen Roggeneinsatzmenge zeigt sich, dass der Durchschnitt der Schweinehalter noch Potential hat, um den Roggeneinsatz in der Schweinefütterung zu steigern und die Kostenersparnis beim Roggen zu nutzen. Des Weiteren ergibt sich, dass 97 % der Betriebe, die Roggen als Futtergetreide einsetzen, unterhalb der DLG-Empfehlung bleiben. Das Potenzial des Roggens wird nicht ausgeschöpft, weder von Betrieben, die bisher keinen Roggen einsetzten, noch von den meisten Betrieben, welche Roggen füttern.

6.1 Persönliche Faktoren

Aus der Auswertung zur persönlichen Einstellung der Schweinehalter geht hervor, dass zwischen Personen, die Roggen als Futtergetreide einsetzten, und Personen, welche keinen Roggen in der Schweinefütterung verwenden, signifikante Unterschiede existieren. Es wurde deutlich, dass Wahrnehmungsunterschiede bereits beim Anbau beginnen. Obwohl Roggen von den überwiegenden Schweinehaltern als preisgünstige Energie wahrgenommen wird, gibt es erhebliche Unterschiede bezüglich der Anbaueigenschaften, d.h. Erträge, Produktionskosten und Lagergefahr bei Gülleeinsatz. Die kritische Anbau-Einschätzung spielt bei innerbetrieblichen Wertschöpfungsketten, also dem eigenem Anbau von Futtergetreide für die Tierhaltung, eine Rolle. Im Fütterungsprozess heben sich drei Aspekte hervor. Die Mykotoxinbelastung in Verbindung mit dem Mutterkornanteil wird möglicherweise von Roggenvermeidern überschätzt, da hier erst in den vergangenen Jahren Züchtungsfortschritte erhebliche Verbesserungen mit sich gebracht haben (MEYER et al., 2003; WEBER et al., 2004; WEBER, 2012; MEYER, 2013). Im Vergleich zu anderen Getreiden ist die Mutterkornanfälligkeit *(Claviceps Popurea*) beim Roggen aber immer noch am stärksten ausgeprägt. Im Gegensatz dazu schneidet der Roggen bei der Fusarium-Anfälligkeit besser ab als das Substitut Weizen (MEYER, 2013). Sowohl die Fortschritte beim Mutterkorn als auch die Vorteile bei Fusarium sollten stärker kommuniziert werden, um die Sorge bzgl. der Pilzbefälle zu mildern. Das Problem der Schaumbildung in Flüssigfütterungsanlagen kann durch Zugabe von Pflanzenölen vermieden werden (GAGERN, 2007), erfordert aber einen

zusätzlichen Management-Schritt[3]. Die Sorge der Schweinehalter, dass Roggen den Tieren nicht schmeckt, kann ebenfalls wissenschaftlich nicht bestätigt werden (MEYER et al., 2006; MEYER, 2013). Verschiedene weitere Einstellungen zeigen (Tabelle 3), dass die Wahrnehmung des Roggens zwischen Anwendern und Nichtanwendern auch identisch sein kann. Fruchtfolgeeigenschaften, Wasserbedarf, Pflanzenschutz und Pflanzendüngung werden ähnlich wahrgenommen. Bei der Fütterung zeigen sich keine Unterschiede bezüglich zusätzlichem Einsatz von Sojaschrot, Bitterstoffen, Aminosäureverdaulichkeit, Speckqualität, Futteraufnahme, Stickstoffausscheidung, Verursachung von steifen Knochen, Mutterkornanteil moderner Sorten, Nicht-Stärke-Polysacharide, Verursachung von Durchfall und preisgünstiger Energie. Dies zeigt einige Felder auf, die wohl mittlerweile eine untergeordnete Rolle für die Roggenvermeidung spielen.

6.2 Externe und betriebsinterne Faktoren

Einen Einfluss auf den Einsatz von Roggen, wie auch aus der Literatur hervorgeht (SOLANO et al., 2003), hat das soziale Umfeld des Schweinehalters[4]. FUNK (1982) hat herausgefunden, dass der Händler für Landwirte bei Beschaffungsmaterialen eine entscheidende Informationsquelle darstellt. Die Roggenbewertung und das Angebot von Futtermittelhändlern können also einen Beitrag zur Erklärung zum Roggeneinsatz liefern. Somit können Händler und Berater zum geringen Roggeneinsatz beitragen. In dem Regressionsmodell wurde auch das Roggenanbaugebiet als mögliche Einflussvariable berücksichtigt. Hier zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang. Die Annahme, dass der Roggen in den Überschussregionen etwas günstiger ist als in den Zuschussregionen (ZINKE, 2015), oder dass Landwirte in roggenstarken Regionen von je her einen stärkeren Bezug zur Roggenfütterung haben (MEYER et al., 2006), beschreibt den Roggeneinsatz nur unzureichend. Das Roggenanbaugebiet spielt eine untergeordnete Rolle, während der Roggenanbau auf dem eigenen Betrieb einige Erklärungskraft für den Roggeneinsatz hat. Bei der Roggenmenge in der Futtermischung unterscheiden sich die Betriebe, die ihr Futter selber mischen, und jene, die Fertigfutter einkaufen und entsprechend weniger Roggen verwenden. Ein Grund dafür könnten die standardisierten Rezepturen der Mischfutterwerke sein, die womöglich nur einen geringen Roggenanteil einplanen. In Bezug auf den binären Roggeneinsatz ist anzumerken, dass es zwischen Selbstmischern ebenso Roggenvermeider wie Roggenanwender gibt. Auch bei Selbstmischern gibt es also noch Potenzial zur Ausweitung der Roggeneinsatzmenge. Betriebe mit dem Betriebsschwerpunkt Schweinehaltung weisen einen signifikanten positiven Einfluss auf die grundsätzliche Entscheidung bzgl. des Einsatzes von Futterroggen auf. Der Schwerpunkt führt daher zu einer stärkeren Berücksichtigung von Roggen. Auch hier bestehen jedoch noch Vorbehalte, die zu vorsichtigen Einsatzmengen führen. Insgesamt setzen Betriebe mit und ohne Schweineschwerpunkt vergleichbare Mengen ein. Ein Zusammenhang mit den betrieblichen Tierzahlen kann an dieser Stelle nicht bestätigt werden.

7 Fazit

Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zum Verständnis der Entscheidungsfindung von Landwirten. Es konnten externe und betriebsinterne Faktoren identifiziert werden, die den Roggeneinsatz und die Roggeneinsatzmenge in der Schweinefütterung beeinflussen. Die maximal empfohlene Roggeneinsatzmenge ist, trotz ökonomischer Vorzüglichkeit, in nahezu keinem der Betriebe ausgeschöpft. Schweinehalter, die keinen Roggen als Futtergetreide

[3] Bivariate Korrelation betrieblicher Flüssigfütterung und Roggenvermeidung r=0,19

[4] Bei einem Vergleich mit der zusätzlich erhobenen Frage zur eigenen Gesamteinschätzung des Roggens in der Fütterung fällt auf, dass die Landwirte selbst die Eignung des Roggens etwas besser einschätzen als ihr Beratungsumfeld.

einsetzen, bewerten Roggen bezüglich der Anbauerträge, der Lagergefahr bei Gülleeinsatz und der Mutterkornbelastung deutlich schlechter, als jene Schweinehalter, die Roggen in der Futterration haben. Negative Einstellungen zum Pilzbefall oder zur Lagergefahr können teilweise durch aktuelle Forschung entkräftet werden, was stärker kommuniziert werden könnte. Beim Einsatz von Roggen in der Fütterung haben die Betriebe, die ihr Schweinefutter selber mischen, einen höheren Anteil an Roggen in der Ration als Betriebe, die Fertigfutter zukaufen. Aufgrund der Verabschiedung der Düngeverordnung (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2015) und dem daraus resultierenden möglichen Interesse der Ackerbaubetriebe die Roggenproduktion auszuweiten, ist Mischfutterwerken zu empfehlen sich stärker mit dem Einsatz von Roggen in den Rationen zu beschäftigen.

Als Restriktionen der Studie lassen sich die geringe Stichprobengröße sowie die regionale Konzentration auf Nordwestdeutschland nennen, die die Repräsentativität der Studie reduzieren. Eine umfangreichere Stichprobe erlaubt auch eine getrennte Analyse von Sauen-, Ferkel- und Mastschweinehaltern, da die Ergebnisse dieser Studie andeuten, dass zumindest der relative Roggeneinsatz im Verhältnis zur DLG-Empfehlung erhebliche Unterschiede aufweist[5]. Außerdem bietet die Studie Querschnittsdaten. Es können keine kausalen Beziehungen belegt werden, sondern lediglich Assoziationen zwischen Faktoren und dem Roggeneinsatz empirisch geprüft werden. In folgenden Studien könnte z.B. die zusätzliche Analyse von allgemeinen Persönlichkeitsmerkmalen, wie z.B. das Kosten- bzw. Qualitätsbewusstsein oder die Risikowahrnehmung der Landwirte, in die Analyse einfließen. Auch eine Analyse der durch die Mischfutterwerke vertriebenen Futterrationen kann die niedrigen Einsatzmengen in den Fertigmischungen beleuchten. Schon jetzt bietet die Studie weitreichende Anhaltspunkte zur Identifikation von Landwirten, bei denen ein hohes nicht ausgeschöpftes Potenzial bezüglich des Einsatzes von Roggen besteht.

8 Literaturverzeichnis

AJZEN, I. (1985): From intentions to actions: A Theory of Planned Behavior. In: Kuhl, J. und J. Beckmann (Hrsg.): Action control. From cognition to behavior. Springer series in social psychology. Springer, Berlin: 11–39.

ALERT, H.-J. und B. FRÖHLICH (2006): Roggeneinsatz in der Schweinemast. In: Schriftreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (5).

AMI (2016): Datenbank der Agrarmarktinformation (AMI). Roggen und Weizen Preise 15.06.2010-04.10.2016. Abruf: 22.4.2016.

BAUER, V. (2016): Erzeugerpreise Getreide auf dem Gebiet der ehemaligen Landwirtschaftskammer Hannover. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Sachgebiet Markt, Oldenburg.

BUNDESMINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2015): Verordnungsentwurf. Verordnung zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen. In: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Service/Rechtsgrundlagen/Entwuerfe/EntwurfDuengeverordnung.pdf;jsessionid=46FD3FCC173C93C171991C7CC5739E44.2_cid296?__blob=publicationFile. Abruf: 25.8.2016.

BURKE, W. J. (2009): Fitting and interpreting Cragg's tobit alternative using Stata. In: Stata Journal 9 (4): 584.

CRAGG, J. G. (1971): Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods. In: Econometrica 39 (5): 829–844.

[5] Durchschnittlicher Roggeneinsatz relativ zur DLG-Empfehlung nach Betriebszweig: Ferkelaufzüchter (Ferkel unter und über 15 kg) = 17-20 %, Mastschweine (Vormast-Endmast) = 24-34 %, Sauenhalter = 7,3 %. Insbesondere Sauenhalter schöpfen die potenzielle Roggenmenge nicht aus.

DVT (2015): Deutscher Verband Tiernahrung e.V. (DVT)-Jahresbericht 2014/2015. In: https://www.dvtiernahrung.de/fileadmin/Dokumente_ab_07_2013/Presse/DVT-Jahresbericht_KOMPLETT_2015_100dpi_Neu.pdf. Abruf: 1.9.2016.

FAO (2016): Food and Agriculture Organization of the United Nations. In: http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E. Abruf: 7.9.2016.

FUNK, T. F. (1982): Fertilizer Buying Behavior of Ontario Farmers. In: Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie 30 (3): 319–332.

GAGERN, W. von (2007): Roggen in der Tierernährung. Perspektiven für Roggen in der Fütterung. In: Roggenforum e.V. (Hrsg.): Roggen. Getreide mit Zukunft! DLG-Verl., Frankfurt am Main: 55–58.

GRANOSZEWSKI, K., C. REISE, A. SPILLER und O. MUßHOFF (2009): Entscheidungsverhalten landwirtschaftlicher Betriebsleiter bei Bioenergie-Investitionen: erste Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Diskussionspapiere // Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung Georg-August-Universität Göttingen, Nr. 0911.

GREENE, W. H. (2003): Econometric Analysis. Pearson Education.

KLAPP, C., L. OBERMEYER und F. THOMS (2011): Der Vieheinheitenschlüssel im Steuerrecht. Rechtliche Aspekte und betriebswirtschaftliche Konsequenzen der Gewerblichkeit in der Tierhaltung. In: Diskussionspapiere // Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung Georg-August-Universität Göttingen, Nr. 1102.

KROEBER-RIEL, W. und A. GRÖPPEL-KLEIN (2013): Konsumentenverhalten. Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Vahlen, München.

LIEBEREI, R., C. REISDORFF und W. FRANKE (2012): Nutzpflanzen. 118 Tabellen. Thieme, Stuttgart.

LÜPPING, W. und C. SCHAPER (2009): Erfolgsfaktoren in der Milchproduktion: Ergebnisse eines Benchmarking auf Basis einer Vollkostenauswertung. In: Theuvsen, L. und C. Schaper (Hrsg.): Milchwirtschaft ohne Quote. Märkte und Strategien im Wandel. Reihe, Heft 3. Eul, Lohmar: 55–82.

LWK (2010): Empfehlungen für die Stickstoffdüngung. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen hat auf der Basis aktueller Versuchsergebnisse ihre Stickstoffdüngeempfehlungen überarbeitet. In: https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/14022.html. Abruf: 12.6.2017.

LWK (2012): Kenndaten zur Qualität von Futtergetreide. Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Referat Tierproduktion In: https://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/download/fachinfo/futtermittel/qualitaet_futtergetreide.pdf. Abruf: 01.8.2017.

MEYER, A. (2013): Jetzt mit Roggen Kosten sparen. In: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:eWUNWNoMl4sJ:https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/753,d9cb5191-d8db-4513-a350f1e0cf02252e~pdf.html+&cd=1&hl=de&ct=clnk&gl=de. Abruf: 13.8.2016.

MEYER, A., G. LENTFÖHR, G. RICHTER, W. STAUDACHER und M. WEBER (2006): Einsatz von Roggen in der Fütterung. In: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Roggen_Fuetterung.pdf. Abruf: 14.8.2016.

MEYER, A., A. SCHÖN, W. BRADE und P. KÖHLER (2003): Roggen in den Futtertrog. In: Land-und Forstwirtschaftliche Zeitung (27/03): 27.

MIEDANER, T. (2013): Roggenanbau. Eine erfolgreiche Alternative. AgrarPraxis kompakt. DLG-Verl., Frankfurt am Main.

MUßHOFF, O. und N. HIRSCHAUER (2011): Modernes Agrarmanagement. Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. Vahlen, München.

RICKER-GILBERT, J., T. S. JAYNE und E. CHIRWA (2011): Subsidies and Crowding Out: A Double-Hurdle Model of Fertilizer Demand in Malawi. In: American Journal of Agricultural Economics.

SOLANO, C., H. LEÓN, E. PÉREZ und M. HERRERO (2003): The role of personal information sources on the decision-making process of Costa Rican dairy farmers. In: Agricultural Systems 76 (1): 3–18.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2012): Roggenanteil an Ackerland. Agrarstrukturerhebung 2010. In: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/Betriebe/Argrarstukturerhebung.html;jsessionid=E9640A2EC629B312E7B962BD80B902D0.cae2. Abruf: 5.9.2016.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2016): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Viehbestand. Fachserie 3 Reihe 4.1. In: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/Viehbestand2030410165314.pdf?__blob=publicationFile. Abruf: 7.9.2016.

THIEMT, E. (2007): Verbesserung der Stickstoff(N)-Effizienz im Ökologischen Landbau - Bedeutung der N-Aufnahme- und N-Verwertungseffizienz bei Triticale, Weizen und Roggen. In: http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html. Abruf: 12.6.2017.

VDM (2013): Verband Deutscher Mühlen - Daten und Fakten 2012. In: http://www.muehlen.org/fileadmin/Dateien/8_Presse_Service/3_Publikationen/1_Dokumente/Daten_Fakten_2012.pdf. Abruf: 23.8.2016.

WEBER, M. (2012): Roggen in der Schweinefütterung - finanziell hoch interessant. Proteinmarkt.de. In: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/eurotier-2012/bilder/Fachartikel_Roggen_und_Raps_Schweinefuetterung_WEB.pdf. Abruf: 14.1.2016.

WEBER, M., P. STENZEL, A. GRIMMER und L. GIESCHLER (2004): Welche Roggenanteile verträgt das Aufzuchtferkel? In: Rodehutscord, M. (Hrsg.): 8. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Ernährungswissenschaften, 23.- 25.11.2004, Lutherstadt Wittenberg. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Landwirtschaftliche Fakultät Institut für Ernährungswissenschaft, Halle: 191–194.

WILLOCK, J., I. J. DEARY, M. M. MCGREGOR, A. SUTHERLAND, G. EDWARDS-JONES, O. MORGAN, B. DENT, R. GRIEVE, G. GIBSON und E. AUSTIN (1999): Farmers' Attitudes, Objectives, Behaviors, and Personality Traits. The Edinburgh Study of Decision Making on Farms. In: Journal of Vocational Behavior 54 (1): 5–36.

WOOLDRIDGE, J. M. (2002): Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. MIT Press.

ZIMMERMANN, M. (2003): Das Kaufverhalten von Landwirten im Bereich landwirtschaftlicher Investitionsgüter und die Auswirkungen auf den Marketing-Mix landtechnischer Unternehmen. Univ., Diss.--Göttingen, 2003. Cuvillier, Göttingen.

ZINKE, O. (2015): Roggenpreise können sich nicht halten. In: http://www.agrarheute.com/agrarmanager/news/roggenpreise-koennen-halten. Abruf: 25.7.2016.