



Potenziale der Leguminosen

Schriftenreihe, Heft 20/2011



Untersuchung zum pflanzenbaulichen und wirtschaftlichen Potenzial der legumen Stickstoffbindung unter Berücksichtigung der Marktentwicklung, der N-Düngerpreise, der Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln sowie der Energie- und Treibhausgasbilanz

Ronald Gocht

1	Zielstellung	7
2	Veränderungen der Marktpreise und Anbaureaktionen im konventionellen Ackerbau seit dem Jahr 2006...	7
2.1	Preisentwicklung bei Stickstoffdüngemitteln	8
2.2	Preisentwicklung bei Energie	12
2.3	Preisentwicklung bei Pflanzenschutzmitteln und anderen Betriebsmitteln	13
2.4	Preisentwicklung bei landwirtschaftlichen Produkten	15
2.5	Entwicklung der Anbauverhältnisse	16
2.6	Entwicklung von Intensitätskennzahlen	19
2.7	Exkurs Anpassungsreaktionen auf veränderte Preisverhältnisse	21
2.8	Diskussion der Zeitabschnittsanalyse	22
3	Ermittlung von Schwellenpreis und optimalem Produktionsprogramm durch Einsatz der Linearen Programmierung	24
3.1	Material und Methoden	24
3.2	Schwellenpreis für Stickstoff im Ackerbaubetrieb 2009 im Vergleich zu 2006	25
3.3	Auswirkung steigender Mineralstickstoffpreise auf das optimale Produktionsprogramm 2009	27
3.4	Auswirkung steigender Mineralstickstoffpreise bei unterschiedlichen Erzeugerpreisszenarien auf den Schwellenpreis und das optimale Produktionsprogramm	28
3.5	Nichtberücksichtigung des Anbauverfahrens Sonnenblume	33
3.6	Beachtung des Vorfruchtwertes von Leguminosen	35
3.7	Monetäre Minderleistung bei Körnerleguminosen	37
3.8	Anbau von Feldfutterleguminosen zur Stickstofffixierung	38
3.9	Berücksichtigung verschiedener Anbauintensitäten bei Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatz	41
3.10	Diskussion der Berechnungen durch Einsatz der Linearen Programmierung	41
4	Anbauwürdigkeit legumer Zwischenfrüchte	42
4.1	Anbau legumer Zwischenfrüchte im konventionellen Landbau	42
4.2	Vergleich von Zwischenfrucht- und Hauptfruchtstellung des Leguminosenanbaues im Ökologischen Landbau	46
4.3	Diskussion Zwischenfruchtanbau	49
5	Auswirkung des Stickstoffpreises auf die Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise	50
5.1	Energiepreis, Kraftstoff- und Mineraldüngerpreis	50
5.2	Verhältnis zur Marktleistung	52
5.3	Produktpreise	52
5.4	Diskussion der Umstellungsentscheidung auf ökologischen Landbau	52
6	Diskussion	53
6.1	Verwendung der Ergebnisse für Landwirtschaft und Politik	54
6.2	Zusammenfassung	54
7	Literaturverzeichnis	55
8	Anhang	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Preisverlauf von Kalkammonsalpeter und anderen Stickstoffdüngersorten fca Ostseehäfen (Eigene Darstellung nach Ernährungsdienst/Agrarzeitung)	8
Abbildung 2:	Index der landwirtschaftlichen Einkaufspreise der Einzelnährstoff-Düngemittel, Deutschland, ohne Umsatzsteuer, 2000 = 100 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010)	10
Abbildung 3:	Entwicklung der Jahresmittelpreise von 1989 bis 2009 für Kalkammonsalpeter ohne BTW mit eingefügtem Trend (Eigene Darstellung nach LEI 2010)	11
Abbildung 4:	Preisindizes für Erdgas und Kalkammonsalpeter (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2009 und Ernährungsdienst/Agrarzeitung)	12
Abbildung 5:	Index der landwirtschaftlichen Einkaufspreise von Energieträgern und Schmierstoffen im Vergleich zu Stickstoffdünger, Deutschland, ohne Umsatzsteuer, 2000 = 100 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010).....	13
Abbildung 6:	Preisindizes für Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel ohne Umsatzsteuer im Vergleich zu Stickstoffdünger (das Jahr 2000 entspricht 100) (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2010)	14
Abbildung 7:	Ausgewählte Erzeugerpreise für Körnerfrüchte Sachsen, frei Lager des Erfassers (eigene Darstellung nach Krauter 2010)	15
Abbildung 8:	Indizes der Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produktgruppen ohne Umsatzsteuer (das Jahr 2000 entspricht 100) (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010).....	16
Abbildung 9:	Inlandsabsatz von Dünger und ausgewählte Hektarerträge in Sachsen (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2002 bis 2010)	20
Abbildung 10:	Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modell-Ackerbaubetriebes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis (LfL 2007)	25
Abbildung 11:	Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb 2006 (links) im Vergleich zu 2009 (rechts)	26
Abbildung 12:	Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis im sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb unter Produktpreisverhältnissen des Jahres 2009	27
Abbildung 13:	Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2	30
Abbildung 14:	Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis im sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb bei Produktpreisverhältnissen des Jahres 2007 (Szenario 2)	31
Abbildung 15:	Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils	32
Abbildung 16:	Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellackerbaubetriebes bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils in Abhängigkeit vom Preis für mineralischen Stickstoff	33
Abbildung 17:	Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils und Ausschluss des Sonnenblumenanbaues	34
Abbildung 18:	Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellackerbaubetriebes bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils in Abhängigkeit vom Preis für mineralischen Stickstoff	35
Abbildung 19:	Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellverbundbetriebes 2006 in Abhängigkeit des Stickstoffpreises (Quelle: LfL 2007).....	38
Abbildung 20:	Optimales Produktionsprogramm des Modellverbundbetriebes Sachsen 2009 (eigene Berechnungen).....	39
Abbildung 21:	Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit des Stickstoffpreises im sächsischen Modellverbundbetrieb unter Produktpreisverhältnissen des Jahres 2009	40
Abbildung 22:	Variable Kosten der Stickstoffbereitstellung durch Ackerbohne in Haupt- und Nebenfruchtstellung bei variierten Ausgangsdaten	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Erhobene (nach LEI 2010) und prognostizierte Stickstoffpreise der Jahre 2006 bis 2012.....	11
Tabelle 2:	Anbau von Feldfrüchten in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2009 (Quelle: Eigene Zusammenstellung nach SMUL 2008 u. 2009; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2009 und 2010)	17
Tabelle 3:	Ackerland nach Fruchtarten (in ha) im Freistaat Sachsen ab 2000 (Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen 2010).....	18
Tabelle 4:	Preis und Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger (Quelle: Statistisches Bundesamt 2007 und 2009).....	19
Tabelle 5:	Erzeugerpreisszenarien Sachsen	29
Tabelle 6:	Deckungsbeitragsrechnung für die Stickstoffbereitstellung durch eine legume Untersaat von Rotklee im konventionellen Zwischenfruchtanbau als Gründüngung	43
Tabelle 7:	Variable Kosten für biologisch-regenerativen Stickstoff bei Gründüngung von Landsberger Gemenge	45
Tabelle 8:	Kosten und Leistungen für die Körnerleguminose Ackerbohne in Zwischenfrucht- und Hauptfruchtstellung.....	47
Tabelle 9:	Buchführungsergebnisse Natürliche Personen (Wirtschaftsjahr 2005/06) Ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe in den ostdeutschen Bundesländern im Vergleich - untergliedert nach Betriebsformen (LfL 2008 Anhang S. 13ff.).....	51
Tabelle 10:	Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes für 2009.....	58
Tabelle 11:	Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen	59
Tabelle 12:	Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen und Getreideanteilsbegrenzung	60
Tabelle 13:	Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen und Getreideanteilsbegrenzung bei Ausschluß des Sonnenblumenanbaues	62
Tabelle 14:	Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellverbundbetrieb	63

Abkürzungsverzeichnis

AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
AMI	Agrarmarkt-Informationen-Gesellschaft Bonn
BTW	Belasting over de toegevoegde waarde, Umsatzsteuer Niederlande
CCM	Corn-Cob-Mix
DAP	Diammoniumphosphat
fca	Free Carrier/Frei Frachtführer
GJ	Gigajoule
KAS	Kalkammonsalpeter
LEI	Landbou Economisch Instituut Wageningen
LF	Landwirtschaftliche Fläche
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LP	Lineare Programmierung
N	Stickstoff
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
WJ	Wirtschaftsjahr

1 Zielstellung

Stickstoff ist ein wesentlich den Ertrag prägender variabler Wachstumsfaktor landwirtschaftlicher Pflanzenproduktion. Die biologisch-regenerative Stickstoffbereitstellung durch den Anbau von Leguminosen stellt eine Alternative zum Einsatz mineralischer bzw. organischer Stickstoffdüngemittel dar. Im Jahr 2007 wurden die betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen eines Ersatzes mineralischer Stickstoffdünger durch Nutzung der symbiotischen N₂-Fixierung von Leguminosen für Sachsen untersucht und die Ergebnisse im Abschlussbericht „Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau“ (Schriftenreihe der LfL, Heft 31/2007, im Folgenden „Heft 31/2007“) veröffentlicht. Ziel des Teilprojektes IV dieses Berichtes war, Schwellenpreise zu ermitteln, ab denen die biologisch-regenerative Stickstoffbereitstellung für die Landwirte eine wirtschaftliche Alternative darstellt und zu erwartende Anpassungsreaktionen in den Anbauplänen sächsischer landwirtschaftlicher Betriebe aufzuzeigen.

Die Märkte für landwirtschaftliche Produktionsfaktoren wie auch landwirtschaftlicher Produkte waren in der seitdem vergangenen Zeit erheblichen Veränderungen unterworfen. Dies macht es erforderlich, die Vorteilhaftigkeit der Stickstoffbereitstellungen unter den veränderten Ersatzbedingungen des Jahres 2009 erneut zu untersuchen. Die Analyse soll für die Anbausysteme konventioneller und ökologischer Pflanzenbau getrennt erfolgen, weil die biologisch-regenerative Stickstoffversorgung in der konventionellen Landwirtschaft die mineralische, in der ökologischen Landwirtschaft vor allem Wirtschaftsdünger oder organische Handelsdünger substituieren kann.

Die Leistungen der Leguminosen im Hinblick auf die Reduzierung der Spurengase mit Klimarelevanz und des Energieeinsatzes werden von den Neuberechnungen nicht berührt und können dem Heft 31/2007 entnommen werden.

Zunächst sollen die Marktpreisentwicklungen für die Zeitspanne Januar 2007 bis Herbst 2009 bei Stickstoffdüngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, Energie und landwirtschaftlichen Produkten dargestellt werden. Anschließend werden sich Aussagen zu den tatsächlichen Anbauverhältnissen und Anbauintensitäten der sächsischen Landwirtschaftsbetriebe für die Jahre 2007, 2008 und 2009. Diese sollen jeweils im Vergleich zu modellbetrieblichen Produktionsoptima diskutiert werden. Die dazu notwendigen Lösungen mittels Linearer Programmierung (LP) für die Modellbetriebe werden für das Jahr 2007 dem Bericht „Ist-Analyse und Potentiale biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung im Ackerbau Sachsens, Teilprojekt IV“ entnommen, für 2008 und 2009 sind entsprechende Rechnungen durchzuführen. Für die ökologische Wirtschaftsweise der Agrarproduktion soll die Vorteilhaftigkeit des Anbaus Stickstoff fixierender Leguminosen in Haupt- und Zwischenfruchtstellung verglichen und der Einfluss von Preisveränderungen bei Stickstoffdüngemitteln, Energie und Agrarprodukten auf die Umstellungsentscheidung zur ökologischen Landwirtschaft untersucht werden.

2 Veränderungen der Marktpreise und Anbaureaktionen im konventionellen Ackerbau seit dem Jahr 2006

Auf den Märkten für landwirtschaftliche Produktionsfaktoren und landwirtschaftliche Produkte waren in den vergangenen Jahren erheblichen Preisveränderungen zu beobachten. Eine Phase stark steigender Energie- und Erzeugerpreise wurde abgelöst durch eine Phase des Preisrückgangs auf etwa das Ausgangsniveau. Diese Preisverläufe und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Anbauverhältnisse und Anbauintensitäten im konventionellen Ackerbau, auch im Vergleich mit den Ergebnissen des Projektberichtes 2007, werden im Folgenden analysiert.

2.1 Preisentwicklung bei Stickstoffdüngemitteln

Im Düngemittelmarkt werden Industrieabgabepreis, Großhandelspreis und Landwirtpreis unterschieden. Trotz dieser Stufen sind für die Darstellung „... kaum öffentlich zugängliche und aussagekräftige Daten über die Preisentwicklung ... bei Düngemitteln in Form von Primär- oder Sekundärstatistiken wissenschaftlich verwertbar.“ (HANNEMANN 2000, S. 222) Anhaltspunkte geben Preisstatistiken, Marktnotierungen und Internetportale, bei denen Landwirte ihre realisierten Einkaufspreise mitteilen.

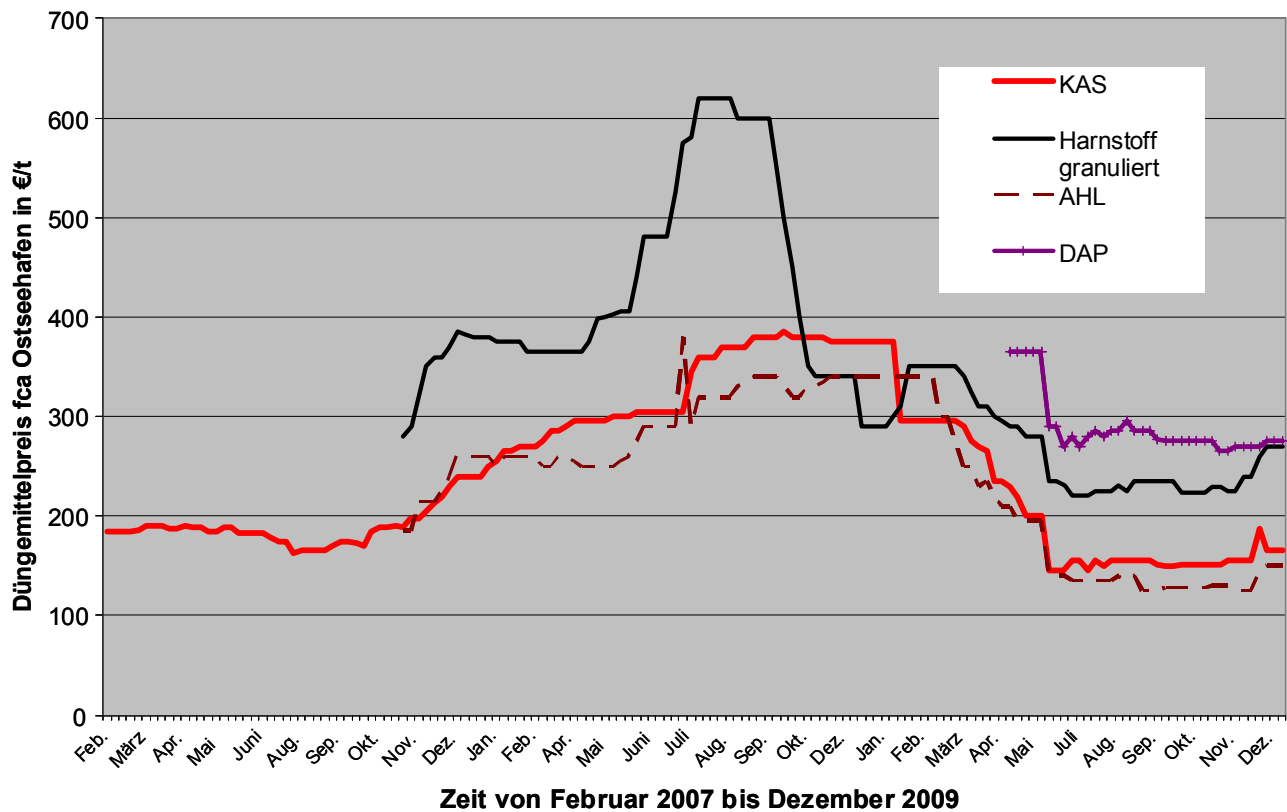


Abbildung 1: Preisverlauf von Kalkammonsalpeter und anderen Stickstoffdüngersorten fca Ostseehäfen (Eigene Darstellung nach Ernährungsdienst/Agrarzeitung)

Notierungen der Stickstoffdüngemittelpreise zeigen, dass der Markt in den Jahren 2007 bis 2009 von einem Preishoch geprägt wurde, das alle Stickstoffdünger erfasste. Aus der Preisdarstellung der einzelnen Stickstoff-Düngemittelsorten in Abbildung 1 geht hervor, dass der Preis für KAS zunächst bis Oktober 2007 bei knapp 200 €/t stabil blieb, während des darauf folgenden Jahres recht gleichmäßig auf das Doppelte stieg, bei etwa 380 €/t bis Januar 2009 verharnte, um dann bis Juni 2009 auf rund 150 €/t zu sinken. Dieses Preisniveau wurde bis Ende 2009 gehalten und liegt unterhalb des Kalkammonsalpeter-Preises aus dem Jahr 2007.

Zu bedenken ist allerdings, dass diese Preisnotierungen nicht dem hier zu bevorzugenden Landwirtpreis für Sachsen entsprechen müssen. Für den Freistaat Sachsen liegt keine Preisstatistik über Stickstoffdüngemittel vor. Inhaltlich trifft die Datenreihe der AMI am besten, die als sortenweise Erhebung der Einkaufspreise für stickstoffhaltige Düngemittel für Ostdeutschland durchgeführt wird, durch den zu späten Beginn im Herbst 2009 ist sie für diese Analyse nicht verwendbar. Verbleibende Datenbasis sind obige Preisnotierungen, deren Relation zum Landwirtpreis zunächst beleuchtet wird.

Rechnerisch sind auf den Großhandelspreis 25 €/t Transport, 4 €/t für Laden und Abladen sowie 10 % Einzelhandelsspanne aufzuschlagen, sodass ein um etwa 50 €/t höherer Landwirtpreis bei prompter Lieferung gegenüber der Preisnotierung entsteht (SCHÖNFELDER 2010). Weil Agrarhandelsunternehmen Düngemittel bei niedrigen Notierungen bzw. unter Rabattgewährung kaufen, einlagern und daraufhin den Verkaufspreis kalkulieren, kann der aktuelle Landwirtpreis auch unter

der aktuellen Notierung liegen. Von der Möglichkeit der Einlagerung machen auch Landwirte selbst Gebrauch, sodass der Einkaufspreis für auszubringenden Kalkammonsalpeter beim Landwirt je nach Kaufzeitpunkt, Handelsweg und Abnahmemenge über einen Preisbereich streut. Eine weitere Pufferwirkung geht von der Substitutionsmöglichkeit durch andere Stickstoffdüngemittel aus; die Nachfrage nach Kalkammonsalpeter reagiert ausgesprochen preiselastisch und Preisspitzen schlagen weniger auf den Landwirt durch, wenn er auf andere Stickstoffdüngemittel ausweichen kann. Weil alle Stickstoffdüngemittelsorten den Preisanstieg aufweisen, dürfte die Substitution nur in geringem Umfang von Vorteil sein. Die Austauschmöglichkeiten unter den mineralischen Stickstoffdüngemitteln sind nicht Gegenstand der folgenden Ausführungen, die sich auf Kalkammonsalpeter als den wichtigsten Vertreter der Stickstoffdünger beschränken.

Anhand von drei konkreten Preisangaben sächsischer Landwirte wurde festgestellt, dass der Landwirtpreis für Kalkammonsalpeter zum Kaufzeitpunkt durchschnittlich 9,67 €/t über der jeweiligen Notierung lag (DLZ-Agrarmagazin 2010). Der Abgleich mit den Preisdaten der AMI für Ostdeutschland ergab demgegenüber, dass die Einkaufspreise für Kalkammonsalpeter frei Betrieb um 12,66 €/t unter der jeweiligen Notierung (April, Juni, August 2010) lagen (AMI 2010). Mangels belastbarer Preisdaten für Sachsen und aufgrund des festgestellten geringen Preisabstandes zwischen Notierung und Landwirtpreis soll die weitere Analyse auf den Stickstoffpreisnotierungen der Agrarzeitung fußend vorgenommen werden.

Ausgegangen von einem stabilen Preisniveau für Kalkammonsalpeter im Jahr 2007 von etwa 190 €/t, das einem Stickstoffpreis von 70 Ct/kg N entspricht, bildete sich ein neues stabiles Preisniveau um 155 €/t Kalkammonsalpeter, entsprechend 57 Ct/kg N, in der zweiten Jahreshälfte 2009 heraus (siehe Abbildung 1). Der Preis für Kalkammonsalpeter erreichte im Zeitraum von Januar 2007 bis Ende 2009 ein Maximum von 385 €/t, was einem Nährstoffpreis von 1,43 €/kg N entspricht. Während dieses realisierten Preisanstieges wurden die im Bericht von 2007 ermittelten Schwellenpreise für den konventionellen Anbau von 0,64 bzw. 0,91 €/kg N überschritten. Der erst genannte Schwellenpreis entspricht einem Preis von 237 €/t Kalkammonsalpeter, welcher etwa von Januar 2008 bis April 2009 übertroffen wurde. Der Schwellenpreis von 0,91 €/kg N wird bei einem Preis von 337 €/t Kalkammonsalpeter erreicht, was etwa von Juli 2008 bis Januar 2009 der Fall war. Innerhalb der Wachstumsperiode 2009 kam es anschließend zum Absinken des Kalkammonsalpeter-Preises unter diese Schwellenpreise zurück.

In Abbildung 1 kommen kurzfristige Schwankungen der Preise für mineralische Stickstoffdünger zum Ausdruck. Diese saisonalen und kurzfristigen Preisveränderungen traten nicht nur im betrachteten Zeitraum 2007 bis 2009 auf, sondern waren ebenfalls in den vorhergehenden Jahren zu beobachten (bspw. Linker 2000 und 2006). Dies erschwert die Ermittlung aussagefähiger Jahrespreise für Stickstoffdünger, die in betriebswirtschaftlichen Kalkulationen berechtigt verwendet werden können. In Heft 31/2007 der Schriftenreihe war von einem Stickstoffpreis von 0,51 €/kg N als mehrjährigem Preismittel nach Planungsdatenbank der LfL für 2006 ausgegangen worden, um den der Kalkammonsalpeterpreis in den Jahren 2002 bis 2004 schwankte. Diese Planungsdatenbank weist einen Stickstoffpreis als 5-jähriges Mittel unter Berücksichtigung des aktuellen Markttrends von 0,80 €/kg N als entsprechenden aktuellen Standardwert zur Verwendung aus (LfULG 2009), was einen Preisanstieg um 57 % bei den 5-jährigen Preismitteln bei Stickstoffdüngemitteln ergibt.

An gleicher Stelle sind die Jahreswerte des Stickstoff-Düngerpreises laut Preisstatistik Sachsen für die Jahre

- 2006: 0,58 €/kg N
- 2007: 0,70 €/kg N
- 2008: 1,20 €/kg N
- 2009: 1,00 €/kg N

genannt. Die Jahrespreise stiegen um 72 % innerhalb von vier Jahren, mit einer vorübergehenden Preisverdopplung.

Bei der bundesweiten Erhebung der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel lässt sich im gleichen Zeitraum eine reichliche Verdopplung des Stickstoffpreises mit einem Jahrespreisindex für 2006 von 143,9 und für 2009 von 312,4 (Statistisches Bundesamt 2010) feststellen. Bei der Auswertung der jährlich viermaligen Stichmonatspreisindizes, dargestellt in Abbildung 2, kommt die Diskontinuität der Preisentwicklung stärker zum Ausdruck; vorübergehend steigt der Preisindex auf das 2,7-Fache gegenüber 2006. Das Jahr 2009 ist von fallenden Landwirtpreisen bei Düngemitteln geprägt, deren sinkende Tendenz sich 2010 fortsetzt.

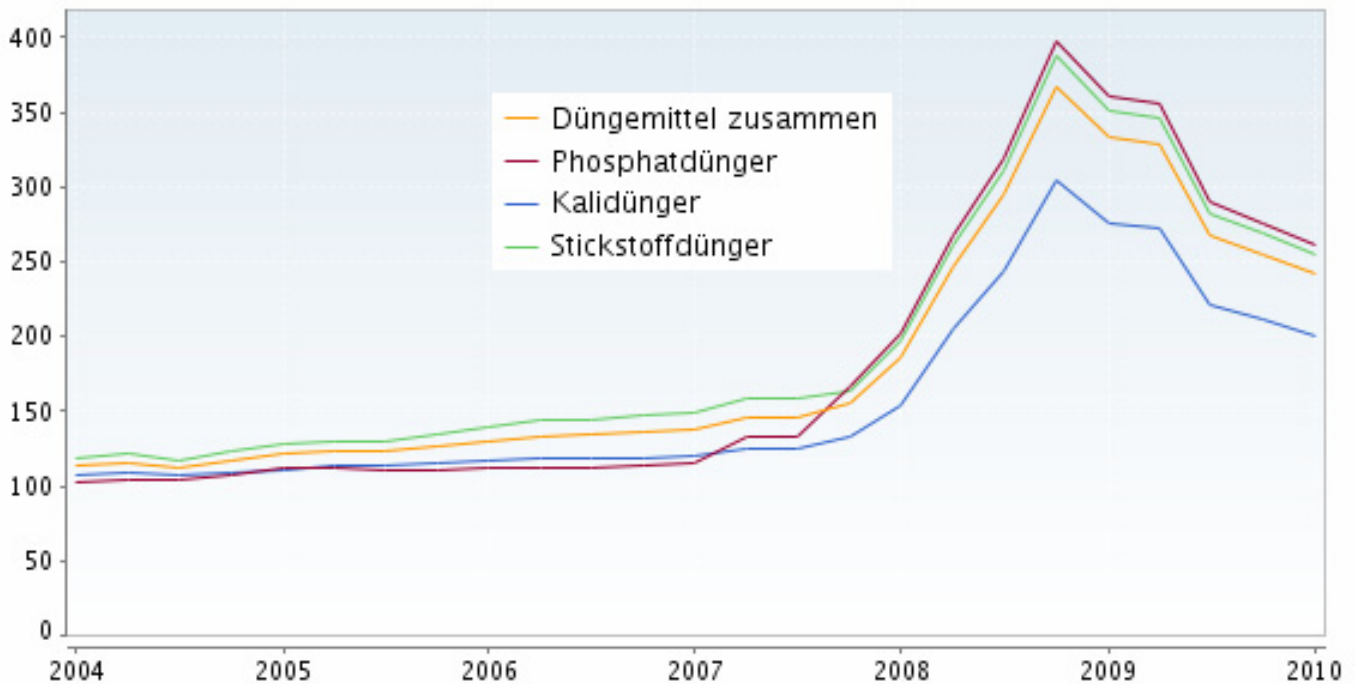


Abbildung 2: Index der landwirtschaftlichen Einkaufspreise der Einzelnährstoff-Düngemittel, Deutschland, ohne Umsatzsteuer, 2000 = 100 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010)

Abbildung 2 verdeutlicht, dass auf der Ebene des Landwirtpreises die Preisentwicklung der Stickstoffdüngemittel mit den anderen Haupt-Einzelnährstoff-Düngemitteln gleichartig verläuft.

Der Vergleich der Preisdarstellungen zeigt, je nach zeitlicher Aggregation, unterschiedlich stark die vorübergehende Extremsituation des Stickstoffpreises auf. Die Wahl eines aussagekräftigen Stickstoffpreises für betriebswirtschaftliche Kalkulationen ist wegen der kurzfristigen Schwankungen und unter dem Eindruck der erfahrenen Hochpreissituation gegenwärtig mit Unsicherheit behaftet.

Aufgrund der Kürze des betrachteten Zeitraumes und dessen unstillen Preisverlaufes für den Stickstoffdünger Kalkammonsalpeter lässt sich eine ausreichend robuste Aussage über die langfristige und zukünftige Preisentwicklung nicht ableiten. Erforderlich ist eine längerfristige Preisreihe, um den Stickstoffpreis für die Düngemittelsorte Kalkammonsalpeter zu prognostizieren. Aufgrund der Datenverfügbarkeit für einen langen Zeitraum wurden statistische Daten des LEI in Wageningen genutzt (LEI 2010). Sie geben Auskunft über die Preisentwicklung im europäischen Markt in Form von Jahresmittelpreisen bei Abnahme von mindestens acht Tonnen, dargestellt in Abbildung 3.

Hinweise darauf, dass diese Preise für den Freistaat Sachsen gelten können, gibt einerseits HANNEMANN (2000; S. 242), der gleiches Preisniveau bei Kalkammonsalpeter für Deutschland und die Niederlande feststellt, andererseits ergab der Vergleich von drei konkreten sächsischen Landwirtpreisangaben (DLZ-Agarmagazin 2010) mit den jeweiligen niederländischen Werten eine vernachlässigbare Abweichung von 0,006 %.

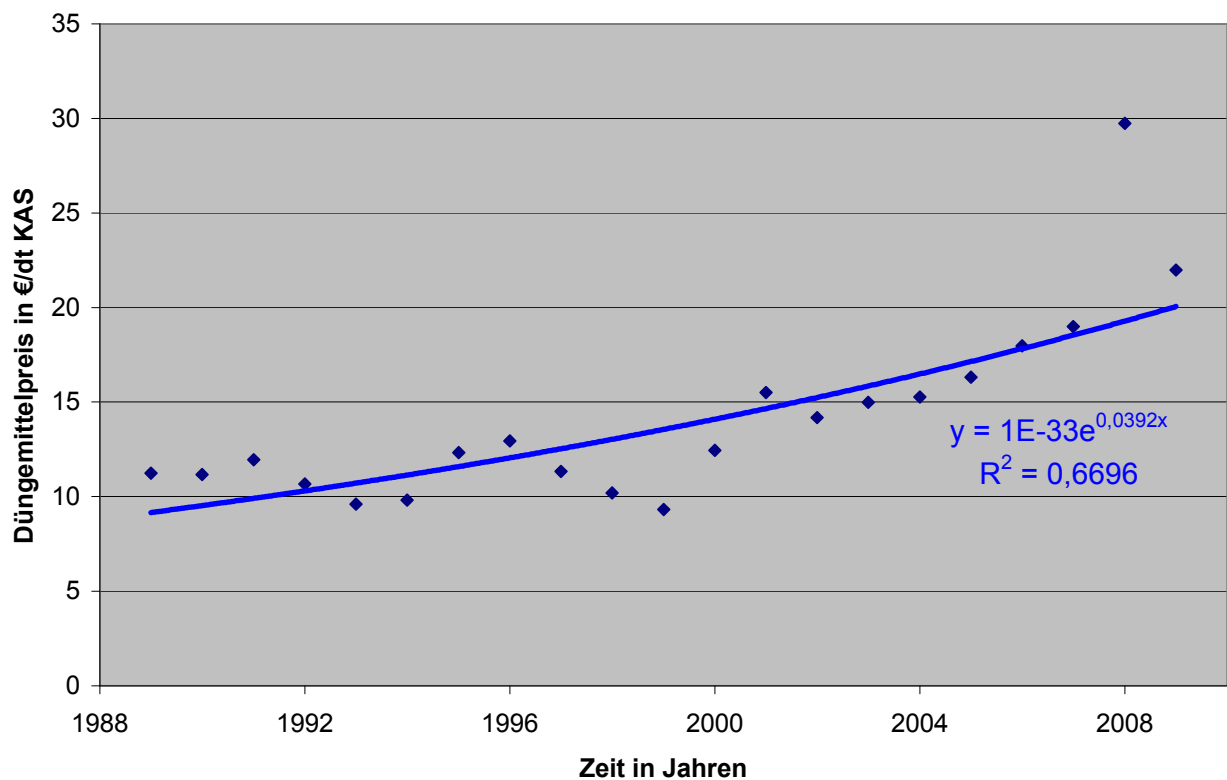


Abbildung 3: Entwicklung der Jahresmittelpreise von 1989 bis 2009 für Kalkammonsalpeter ohne BTW mit eingefügtem Trend (Eigene Darstellung nach LEI 2010)

Die Preisdaten nach LEI weisen für das Jahr 2009 einen Jahresmittelpreis einschließlich BTW von 27,15 €/dt aus, was für eine Normalisierung des Preisniveaus bei Kalkammonsalpeter gegenüber 2008 spricht. Dieser Wert entspricht einem Netto-Nährstoffpreis für Stickstoff von 0,81 €/kg N (Tabelle 1) und deckt sich mit dem für die Berechnungen benutzten Ausgangspreis.

Von den auf die Preisreihe angewendeten erklärbaren Trendlinien erreichte die exponentielle Funktion das höchste Bestimmtheitsmaß von 67 %. Gleichzeitig ist dieser Funktionstyp für Marktpreisentwicklungen aussagefähig; es lässt sich eine mittlere, 4,0-%ige jährliche Steigerung des Kalkammonsalpeter-Preises jeweils gegenüber dem Vorjahr feststellen. Der Vergleich mit anderen Prognosen der Stickstoff-Düngemittelpreise zeigt, dass mit 4,0 % eine höhere jährliche Steigerungsrate ermittelt wird als in anderen Untersuchungen. Die jährlichen Steigerungsraten betragen 2,2 % in der Prognose des von Thünen-Instituts Braunschweig bzw. 3,5 % im Raumis-Modell (OFFERMANN et al. 2010, S. 9).

Tabelle 1: Erhobene (nach LEI 2010) und prognostizierte Stickstoffpreise der Jahre 2006 bis 2012

		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Preis für KAS in €/dt	Erhebung	18,0	19,0	29,7	22,0			
	Trend/Prognose	17,8	18,5	19,3	20,0	20,9	21,7	22,5
Nährstoffpreis in €/kg N	Erhebung	0,67	0,70	1,10	0,81			
	Trend/Prognose	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,84

Der nach dem langfristigen Trend ermittelte Jahresmittelpreis für das Jahr 2009 liegt bei 20 €/dt Kalkammonsalpeter, dies entspricht einem Stickstoffpreis von 0,74 €/kg N. Obwohl in der Stickstoffpreisprognose eine vergleichsweise hohe Steigerungsrate verwendet wird, unterschätzt sie den Stickstoffpreis, verglichen mit den 2009 erhobenen Marktpreisen.

Zur Verwendung für Kalkulationen weist die Planungsdatenbank des LfULG einen Stickstoffpreis von 0,80 €/kg N als aktuellen Standardwert aus (siehe Seite 41). Dieses fünfjährige Preismittel deckt sich mit den erhobenen Marktpreisinformationen des Jahres 2009 und obiger Preisprognose für das Jahr 2011. Mit Blick auf die Verwendung einer konsistenten Datengrundlage, der zu erzielenden Vergleichbarkeit zu Heft 31/2007 und anderen sächsischen Kalkulationen erscheint es zielführend, den Stickstoffpreis von 0,80 €/kg N für Kalkammonsalpeter für die weitere Analyse gegenüber dem Prognosepreis zu bevorzugen.

2.2 Preisentwicklung bei Energie

Küsters stellt fest, dass etwa 5 % des Gesamtenergieverbrauches in Westeuropa für die Herstellung der Rohstoffe für die Nahrungsmittelproduktion, die Landwirtschaft, verwendet wird. Auf die mineralische Stickstoffdüngung entfällt dabei ein erheblicher Anteil; bei der Winterweizenproduktion zum Beispiel verursacht allein die mineralische Stickstoffdüngung durch Herstellung, Transport und Ausbringung von 170 kg/ha N etwa 52 % des gesamten Energieeinsatzes. Maßgeblich ist der stark endotherme Herstellungsprozess stickstoffhaltiger Mineraldünger beteiligt. Für die Produktion von einer Tonne Stickstoff in Form von KAS werden in Westeuropa etwa 40 GJ benötigt (KÜSTERS 2007, S. 73).

Folglich wird wiederholt auf die hohe Abhängigkeit des Stickstoffpreises vom Erdgaspreis hingewiesen (bspw. WODSAK 2006; RUHMANN 2009), weil Erdgas als Energiequelle für den Herstellungsprozess und darüber hinaus als Synthesegas in der europäischen Düngemittelindustrie eingesetzt wird. Dieser Zusammenhang wird durch Abbildung 4 bestätigt.

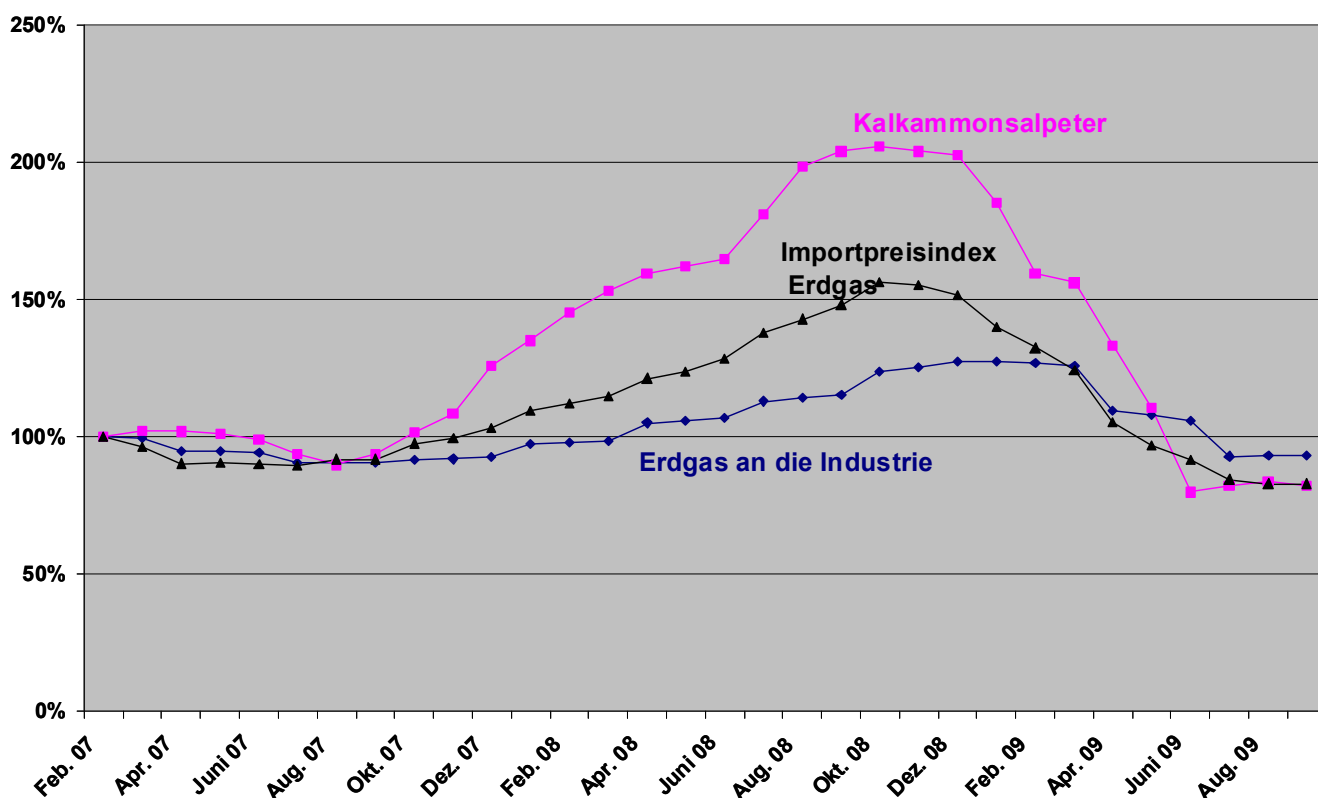


Abbildung 4: Preisindizes für Erdgas und Kalkammonsalpeter (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2009 und Ernährungsdienst/Agrarzeitung)

Bei ähnlichem Preisverlauf während der Beobachtungsperiode weist der Kalkammonsalpeterpreis eine deutlichere Steigerung gegenüber dem Ausgangsniveau auf als der Erdgaspreis. Offenbar ist das Preishoch bei Stickstoffdüngemitteln nicht allein auf einen Erdgaspreisanstieg zurückzuführen. Hinzu kommt der weltweite Nachfrageanstieg nach landwirtschaftlichen Produkten für Ernährungs- und Energiezwecke, der zur intensiveren Stickstoffdüngung und damit erhöhten Düngerpreisen beiträgt. Als weitere Faktoren werden der Wechselkurs zum Dollar und Rohstoffspekulationen genannt (LINKER 2000, 2008).

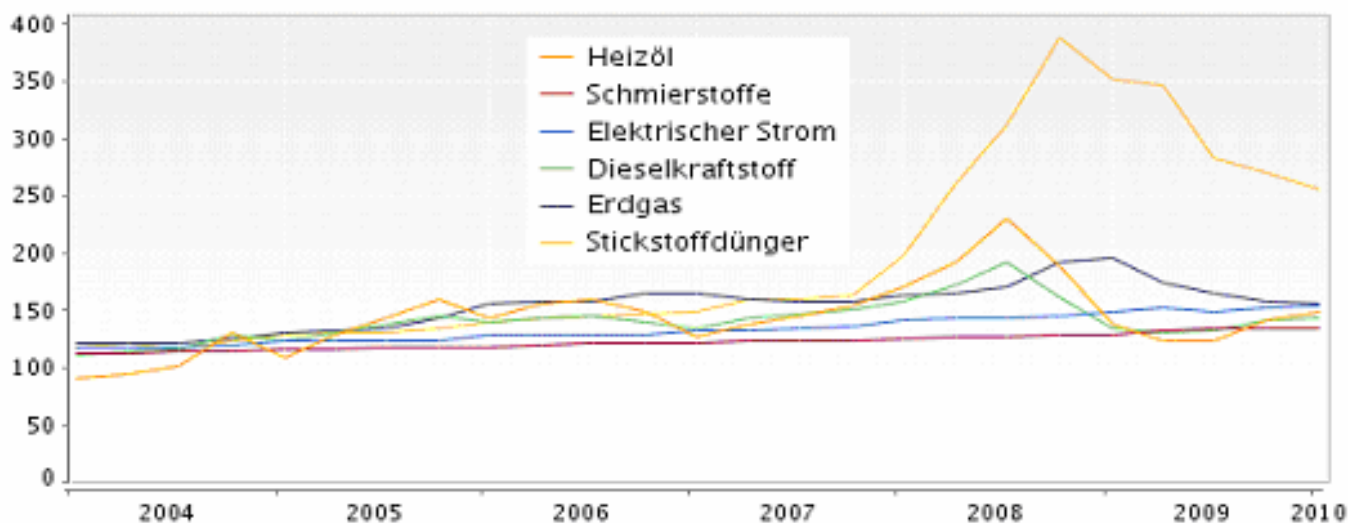


Abbildung 5: Index der landwirtschaftlichen Einkaufspreise von Energieträgern und Schmierstoffen im Vergleich zu Stickstoffdünger, Deutschland, ohne Umsatzsteuer, 2000 = 100 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010)

Auch für den Landwirt sind die Preise für Energie während des analysierten Zeitraums nicht so stark angestiegen wie derjenige für Stickstoffdünger (Abbildung 5), ebenso ist der Preisanstieg im Jahr 2008 weniger ausgeprägt wie derjenige für Stickstoffdünger. Im Verhältnis zu Energie haben sich die Stickstoffdüngemittel im Untersuchungszeitraum verteuert. Gegenüber dem aggregierten Index für Energie und Schmierstoffe weisen Stickstoffdünger die mehr als dreifache Indexerhöhung am Ende des Jahres 2009 auf (Abbildung 6).

2.3 Preisentwicklung bei Pflanzenschutzmitteln und anderen Betriebsmitteln

Seit dem Jahr 2000 stagnieren die Einkaufspreise für Pflanzenschutzmittel. Erkennbar ist ein gegenüber Stickstoffdünger verschiedener Preisindexverlauf in Abbildung 6. In der Folge verteuerte sich Stickstoffdünger relativ gegenüber Pflanzenschutzmitteln deutlich.

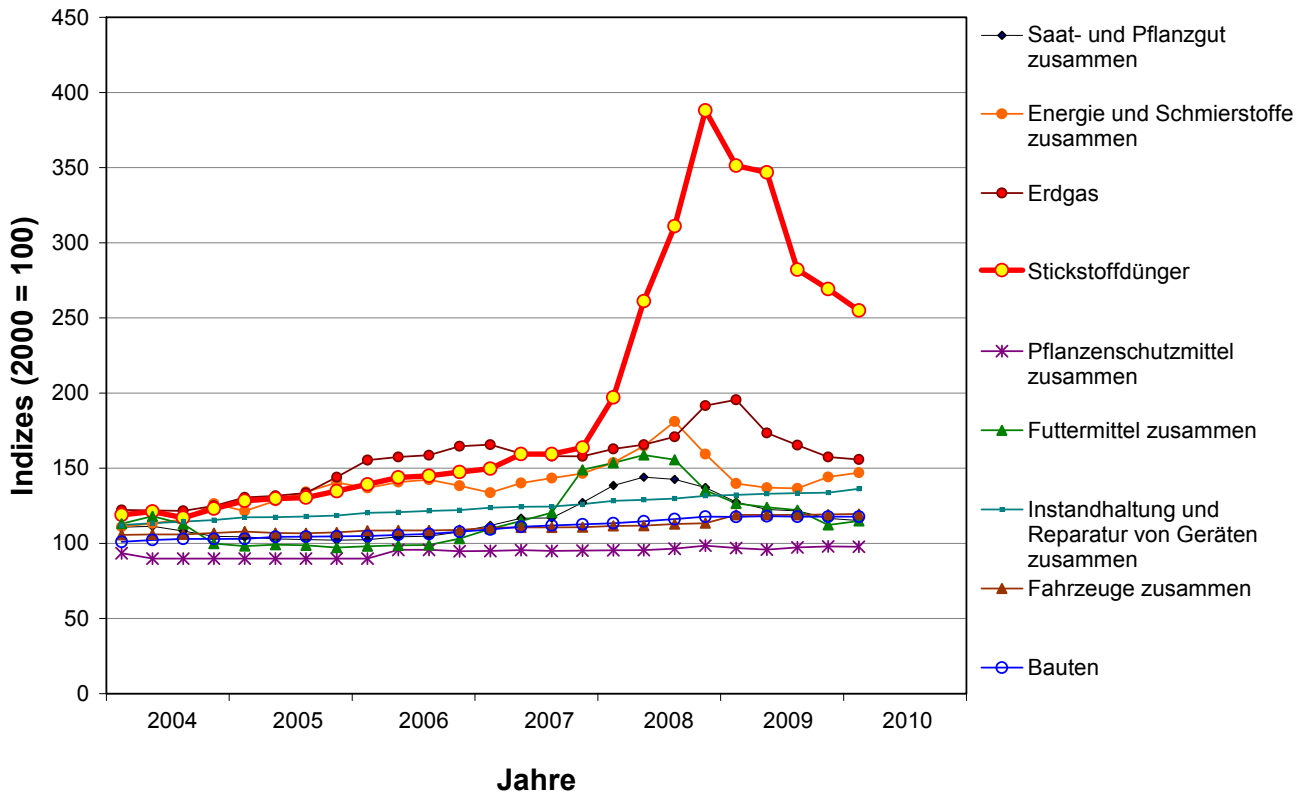


Abbildung 6: Preisindizes für Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel ohne Umsatzsteuer im Vergleich zu Stickstoffdünger (das Jahr 2000 entspricht 100) (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2010)

Bei anderen Betriebsmitteln, das sind Saat- und Pflanzgut, Schmierstoffe, Futtermittel, Instandhaltung und Reparaturen, Fahrzeuge, Bauten, ist in den vergangenen Jahren ein moderater Preisanstieg zu verzeichnen, der geringer als bei Energie und Düngemitteln ausfiel. Die Preisverhältnisse bei Betriebsmitteln verschoben sich insgesamt, indem eine starke relative Verteuerung der Düngemittel und eine mäßige relative Verteuerung von Energie eintrat.

Auffällig in Abbildung 6 ist ein vorübergehender Preisanstieg der in der Landwirtschaft produzierten Betriebsmittel Saat- und Pflanzgut und Futtermittel im Jahr 2008.

2.4 Preisentwicklung bei landwirtschaftlichen Produkten

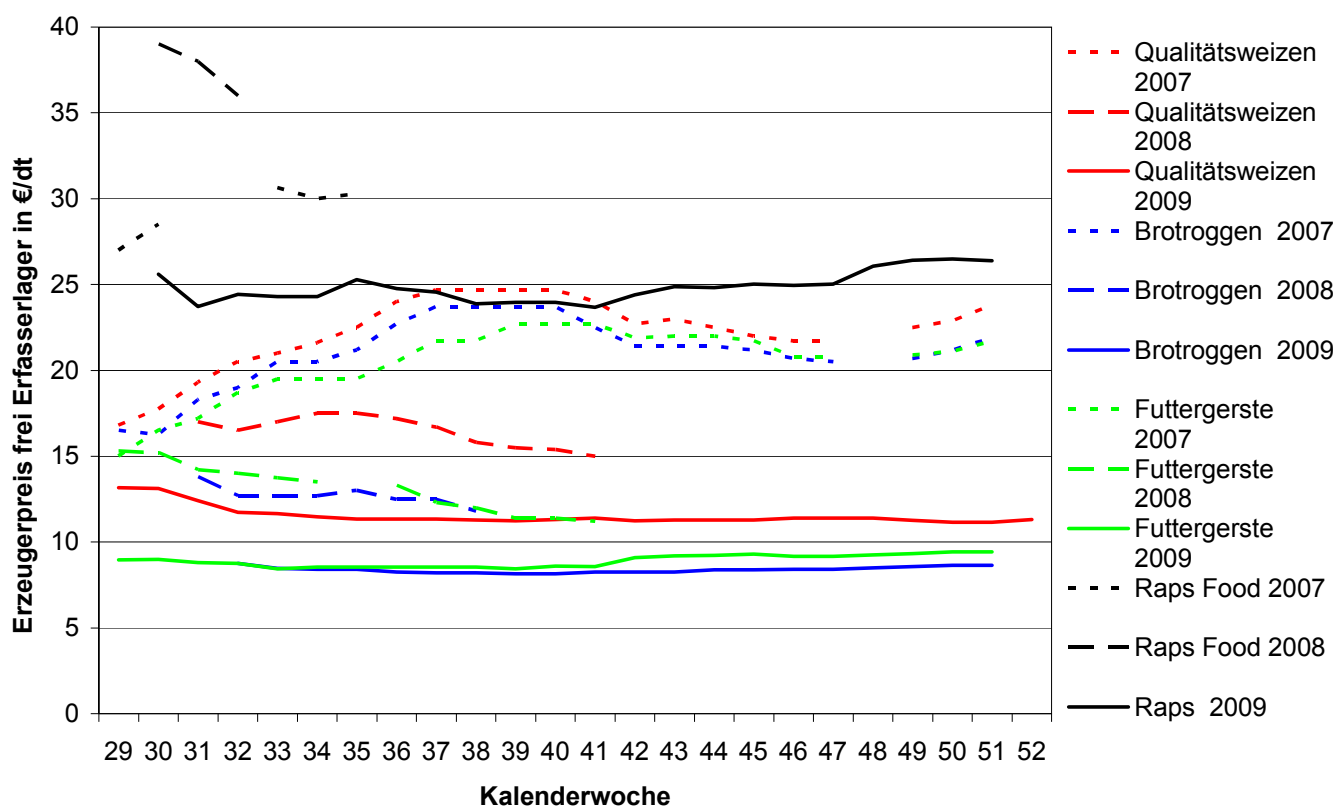


Abbildung 7: Ausgewählte Erzeugerpreise für Körnerfrüchte Sachsen, frei Lager des Erfassers (eigene Darstellung nach Krauter 2010)

Für den Freistaat Sachsen sanken die Erzeugerpreise von Getreide in der Zeitspanne von 2007 bis 2009, dargestellt in Abbildung 7, denn die Erzeugerpreise lagen jeweils unter denen des Vorjahres. Damit folgen den höheren Faktorpreisen für Energie, Stickstoffdünger und anderen Betriebsmitteln im Jahr 2008 die Produktpreise bei Getreide nicht. Offensichtlich gelang es den Landwirten nicht, ihre erhöhten Faktoraufwendungen gegenüber 2007 im Produktpreis weiterzugeben. Demgegenüber zeigt der Erzeugerpreis von Raps im Jahr 2008 einen Anstieg gegenüber 2007 mit anschließendem Fall in 2009. Dieser Preisverlauf folgt demjenigen für Energie und Stickstoffdünger durchaus, der ausgeprägtere Zusammenhang ist zu begründen mit seiner energetischen Nutzung, während die energieintensiven Faktoransprüche hinsichtlich Stickstoffbedarf (KTBL 2005, S. 243), Pflanzenschutzmittel und Bearbeitung (KTBL 2008) mit denen von Getreide vergleichbar sind.

Die Preisentwicklung der verfügbaren sächsischen Erzeugerpreise spiegelt sich in der bundesweiten Erzeugerpreisstatistik wider.

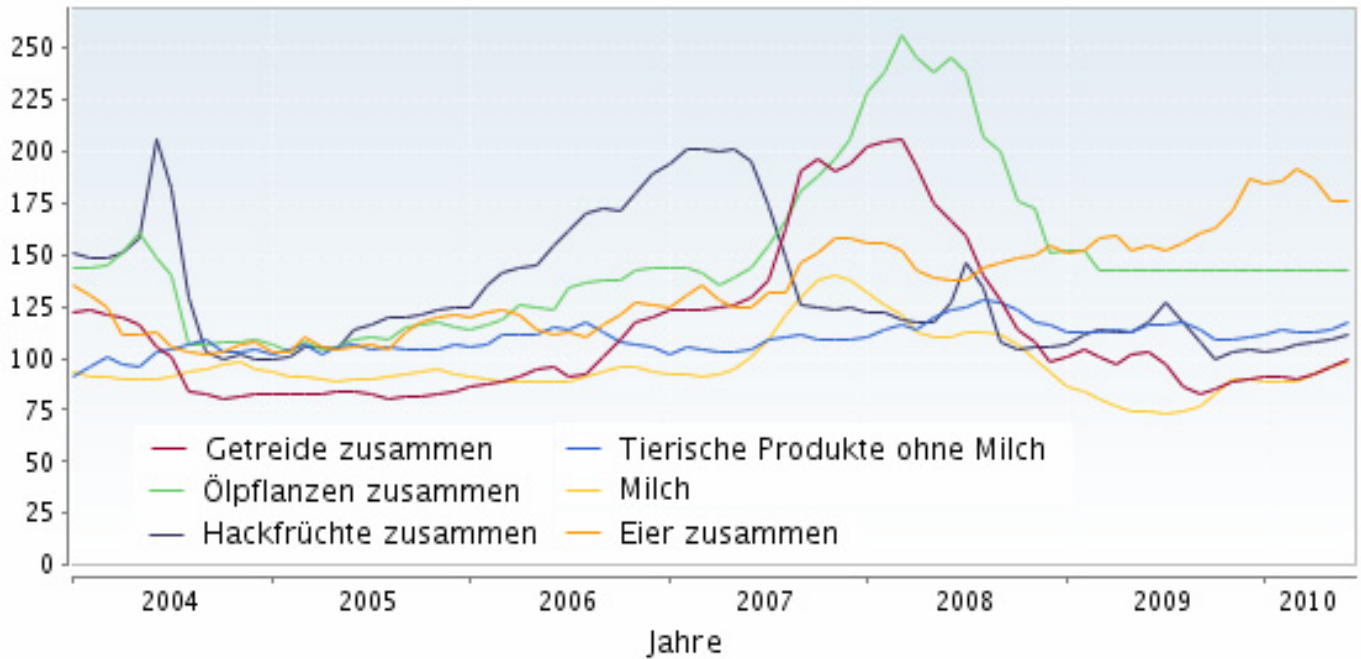


Abbildung 8: Indizes der Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produktgruppen ohne Umsatzsteuer (das Jahr 2000 entspricht 100) (Quelle: Statistisches Bundesamt 2010)

Erkennbar wird in Abbildung 8, dass die Produktpreise für Getreide und Ölfrüchte vor dem in Abbildung 7 dargestellten Zeitraum geringer waren. Für die in Heft 31/2007 durchgeführten Kalkulationen wurden für diese Produktgruppen niedrigere Erzeugerpreise verwendet, im Jahr 2009 sanken sie auf dieses „normale“ Niveau zurück.

Bereits die Darstellung der Preisverläufe für Erzeugnisgruppen in Abbildung 8 zeigt erhebliche kurzfristige Preisschwankungen. Veränderungen um 100 % innerhalb eines Jahres und kürzeren Zeiträumen sind zu verzeichnen, die auf Ebene der Einzelerzeugnisse noch stärker ausfallen dürften. Vor allem Hackfrüchte, Ölpflanzen und Getreide weisen ausgeprägte Hochpreisphasen im untersuchten Zeitraum auf. Gerade die relevanten ackerbaulichen Produktgruppen zeigen relativ hohe Preise in den Jahren 2006, 2007 und 2008. Im Vergleich zu Abbildung 6 wird sichtbar, dass diese Hochpreisphasen für landwirtschaftliche Erzeugnisse 2007/2008 zeitlich vor dem Erreichen der Hochpreise bei Stickstoffdüngemitteln lagen.

Die Preise auf den Produktmärkten der Landwirtschaft schwanken. Die Marktleistungen der landwirtschaftliche Produktion ist ex-post feststellbar. Für diese Analyse hinsichtlich der Stickstoffbereitstellung leitet sich ab, dass Vorkalkulationen der optimalen Stickstoffbereitstellungsmenge und der Einsatzmengen weiterer Produktionsfaktoren und die Ableitung des optimalen Anbauprogrammes unsicher sind.

2.5 Entwicklung der Anbauverhältnisse

Tabelle 2: Anbau von Feldfrüchten in Sachsen in den Jahren 2007 bis 2009 (Quelle: Eigene Zusammenstellung nach SMUL 2008 u. 2009; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2009 und 2010)

Anbau von Feldfrüchten in Sachsen	2007 Anbaufläche (ha)	Ackeranteil	2008 Anbaufläche (ha)	Ackeranteil	2009 Anbaufläche (ha)	Ackeranteil
Ackerland	721.373		720.594		721.222	
Winterweizen	174.970	24,3%	183.873	25,5%	189.151	26,2%
Sommerweizen	806	0,1%	2.031	0,3%	1.410	0,2%
Roggen	39.380	5,5%	42.648	5,9%	43.969	6,1%
Wintermenggetreide	221	0,0%	230	0,0%	280	0,0%
Wintergerste	98.634	13,7%	104.446	14,5%	107.216	14,9%
Sommergerste	36.450	5,1%	40.730	5,7%	31.786	4,4%
Hafer	9.879	1,4%	11.543	1,6%	10.257	1,4%
Sommermenggetreide	969	0,1%	815	0,1%	995	0,1%
Triticale	22.810	3,2%	23.279	3,2%	23.268	3,2%
Körnermais (inkl. CCM)	14.964	2,1%	17.018	2,4%	14.135	2,0%
Winterraps	141.555	19,6%	129.164	17,9%	133.837	18,6%
Sommerraps, Rübsen	347	0,0%	197	0,0%	314	0,0%
Kartoffeln	7.950	1,1%	7.226	1,0%	7.089	1,0%
Futtererbsen			5.555	0,8%	5.466	0,8%
Ackerbohnen			1.113	0,2%	974	0,1%
Silomais (einschl. Lieschkolbenschrot)	61.206	8,5%	66.246	9,2%	67.498	9,4%
Kleinkörn. Leguminosen (Klee, Klee gras, Klee-Luzerne-Gemenge, Luzerne)	15.452	2,1%	15.597	2,2%	14.964	2,1%
Grasanbau auf Ackerland	25.705	3,6%	29.899	4,1%	23.334	3,2%
Körnersonnenblumen	916	0,1%	1.163	0,2%	1.483	0,2%
Flachs (Lein)	426	0,1%	316	0,0%	228	0,0%
Lupinen			603	0,1%	962	0,1%
Zuckerrüben	15.495	2,1%	12.965	1,8%	14.137	2,0%
Brache	24.568	3,4%	4.929	0,7%	3.700	0,5%
Dauergrünland	190.260		187.666		188.020	
Wiesen			54.075		58.958	
Mähweiden			111.177		107.131	
Sonstige	5.880		5.882		5.679	
Landwirtsch. genutzte Fläche insgesamt	917.513		914.142		914.921	

Die Anbauverhältnisse von Feldfrüchten in Sachsen der Jahre 2007 bis 2009 weisen geringfügige Veränderungen auf. Der Ackerflächenanteil der umfangreichsten Feldfrucht Winterweizen stieg von 24,3 auf 26,2 %, vor allem der Anbau von Getreide zeigt steigende Tendenz. Der Ackerflächenanteil von Raps sank im Zeitraum von 19,6 auf 18,6 %.

Die Anpassung des Produktionsprogrammes an veränderte Produktionsbedingungen wird insgesamt eher behutsam vorgenommen. Insbesondere ein verstärkter Leguminosenanbau, der biologisch-regenerativen Stickstoff statt des sich verteuernenden Mineralstickstoffs bereitstellen könnte, ist nicht erkennbar. Ebenso sind in den Anbauverhältnissen von Sachsen keine Anpassungsreaktionen auf deutlich erhöhte Betriebsmittelpreise des Jahres 2008 festzustellen. Einschränkungen im Anbau stickstoffbedürftiger Kulturen sind nicht feststellbar.

Die Ergebnisse der Berechnungen aus Heft 31/2007 wiesen aus, dass ab einem auf 64,6 Ct/kg N angestiegenen Stickstoffpreis in einem durchschnittlichen Ackerbaubetrieb Sachsens der Ersatz der Winterfuttergerste in der Fruchtfolge durch das weniger Stickstoff zehrende Anbauverfahren Sonnenblume zu ersetzen ist. Dieser Schwellenpreis wurde etwa von Januar 2008 bis April 2009 überschritten (siehe Kapitel 2.1). Die Landwirte hatten damit in den Anbaujahren 2008 und 2009 Gelegenheit, diesen Ersatz der Winterfuttergerste zu realisieren. Empirisch ist ein Anstieg des Körnersonnenblumenanbaues in Sachsen 2008 um 247 ha oder rund 27 % gegenüber 2007 zu verzeichnen. Im Jahr 2009 wurde der Anbau um nochmals 320 ha oder 27,5 % gegenüber 2008 erweitert. Es ist zu bezweifeln, dass es sich dabei um den beschriebenen Ersatz des Winterfuttergerstenanbaues durch Körnersonnenblumenanbau handelt, denn die Anbauerweiterung der Sonnenblume hat marginalen Umfang und die Entwicklungsrichtung des zu ersetzenden Anbaues Wintergerste besteht gegensätzlich in einer Zunahme um 5.812 ha im Jahr 2008 bzw. 2.770 ha im Jahr 2009.

Im Heft 31/2007 wurde weiterhin ein Schwellenpreis von 0,91 €/kg N ermittelt, ab dem das Anbauverfahren Körnererbse wiederum dem Sonnenblumenanbau in einem durchschnittlichen Ackerbaubetrieb Sachsens vorzuziehen ist. Dieser Schwellenpreis wurde etwa von Juli 2008 bis Januar 2009 durch den Anstieg des Kalkammonsalpeter-Preises überschritten. Zum frühestmöglichen Aussaatzeitpunkt um Mitte März war der Schwellenpreis bereits wieder unterschritten. Die Möglichkeit dieses stickstoffpreisinduzierten Ersatzes des Sonnenblumen- zugunsten des Körnererbsenanbaues wird offenbar nicht realisiert.

Tabelle 3: Ackerland nach Fruchtarten (in ha) im Freistaat Sachsen ab 2000 (Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen 2010)

Jahr	Getreide (ohne Körnermais)	Hülsenfrüchte	Hackfrüchte	Handels- gewächse	darunter: Raps und Rübsen	Pflanzen zur Grünernte	Brache
2000	417.115	22.607	26.270	114.322	96.149	93.988	36.138
2001	412.043	25.078	25.286	118.067	107.767	94.314	34.371
2002	400.319	22.927	25.761	132.688	123.518	91.580	33.022
2003	388.248	22.526	24.804	129.728	118.227	97.583	40.165
2004	394.952	18.403	25.269	129.451	118.248	100.085	30.900
2005	395.151	19.281	23.773	132.846	121.708	98.151	29.454
2006	390.516	15.351	21.154	142.486	130.532	106.944	28.286
2007	384.119	10.338	23.808	153.291	141.902	105.059	24.568
2008	409.596	7.336	20.531	140.630	129.361	115.592	4.929
2009	408.461	7.508	21.568	146.564	134.151	113.911	3.700

Die Trends des Anbaus auf Ackerflächen in Sachsen während der letzten Jahre bestehen in der Ausweitung des Getreideanbaus zulasten der Brache und der Hülsenfrüchte.

2.6 Entwicklung von Intensitätskennzahlen

Die dargestellten Preisveränderungen für mineralische Stickstoffdünger im Analysezeitraum sollten sich auf die Einsatzmenge von Stickstoffdüngemitteln je Produktionseinheit in der pflanzlichen Produktion auswirken. Erhöhte Faktorpreise führen zu einem verringerten Einsatz bei sonst gleichen Verhältnissen. Diese Anpassung wird wiederholt beschrieben (u. a. ZORN, W. 2009; S.64) und produktionstheoretisch mit dem Anstreben der optimalen speziellen Intensität (STEINHAUSER et al. 1992; S.91ff.) begründet (siehe Kapitel 2.7).

Tabelle 4: Preis und Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger (Quelle: Statistisches Bundesamt 2007 und 2009)

	Durchschnittspreis (€/t N)	Inlandsabsatz insgesamt (t N)	dav. Einnährstoffdünger Kalkammonsalpeter (t N)	AHL (t N)	Harnstoff (t N)
Wirtschaftsjahr 2005/2006					
Sachsen		93188	46513	15892	12358
Deutschland	690	1784996	805370	229913	300837
Wirtschaftsjahr 2006/2007					
Sachsen		86137	34883	17492	12687
Deutschland	755	1599788	660287	217010	299422
Wirtschaftsjahr 2007/2008					
Sachsen		88006	40676	13984	13133
Deutschland	880	1807176	809024	222243	301164
Wirtschaftsjahr 2008/2009					
Sachsen		67875	27925	9392	16978
Deutschland	1150	1550625	626652	152938	429428

Im Wirtschaftsjahr 2007/2008 umfasste der sächsische Inlandsabsatz 40.676 t N in der Form KAS von insgesamt 88.006 t abgesetzten Mineralstickstoffs, 2008/2009 waren es 27.925 t N als KAS von insgesamt 67.875 t N. Der Anteil der Düngemittelsorte KAS am mineralischen Stickstoff sank von 46,2 % (2007/2008) auf 41,1 % (2008/2009) in Sachsen, dennoch nimmt KAS in Sachsen einen leicht über dem Bundesdurchschnitt liegenden Anteil ein (Statistisches Bundesamt 2007 und 2009).

In Sachsen gingen sowohl der Kalkammonsalpeterabsatz (-31,3 %) als auch der Stickstoffabsatz (-22,9 %) im Jahr 2008/2009 stärker zurück als im bundesdeutschen Durchschnitt (-22,5 % bzw. -14,2 %) (Statistisches Bundesamt 2007 und 2009). Dies lässt den Schluss zu, dass sächsische Abnehmer Kalkammonsalpeter bzw. Stickstoff offenbar preissensibler einkaufen. Dieses höhere Preisbewusstsein könnte durch den Ausbildungsstand, Einlagerungsmöglichkeiten oder durch geringere Liquidität hervorgerufen sein.

Tabelle 4 zeigt daneben den Substitutionstrend unter den Stickstoff-Einnährstoffdüngern: der Absatzanteil von Harnstoff steigt in Sachsen wie auch in der bundesweiten Erfassung.

Für den Freistaat Sachsen gültige Daten über den Faktoreinsatz, beispielsweise den Stickstoffdüngemiteleinsatz liegen nicht vor. Wegen der Lagermöglichkeit von Düngemitteln ist der Inlandsabsatz mit dem Faktoreinsatz nicht vollkommen identisch, dennoch lässt der Inlandsabsatz die bestmöglichen Aussagen über die Faktorintensität in Sachsen zu.

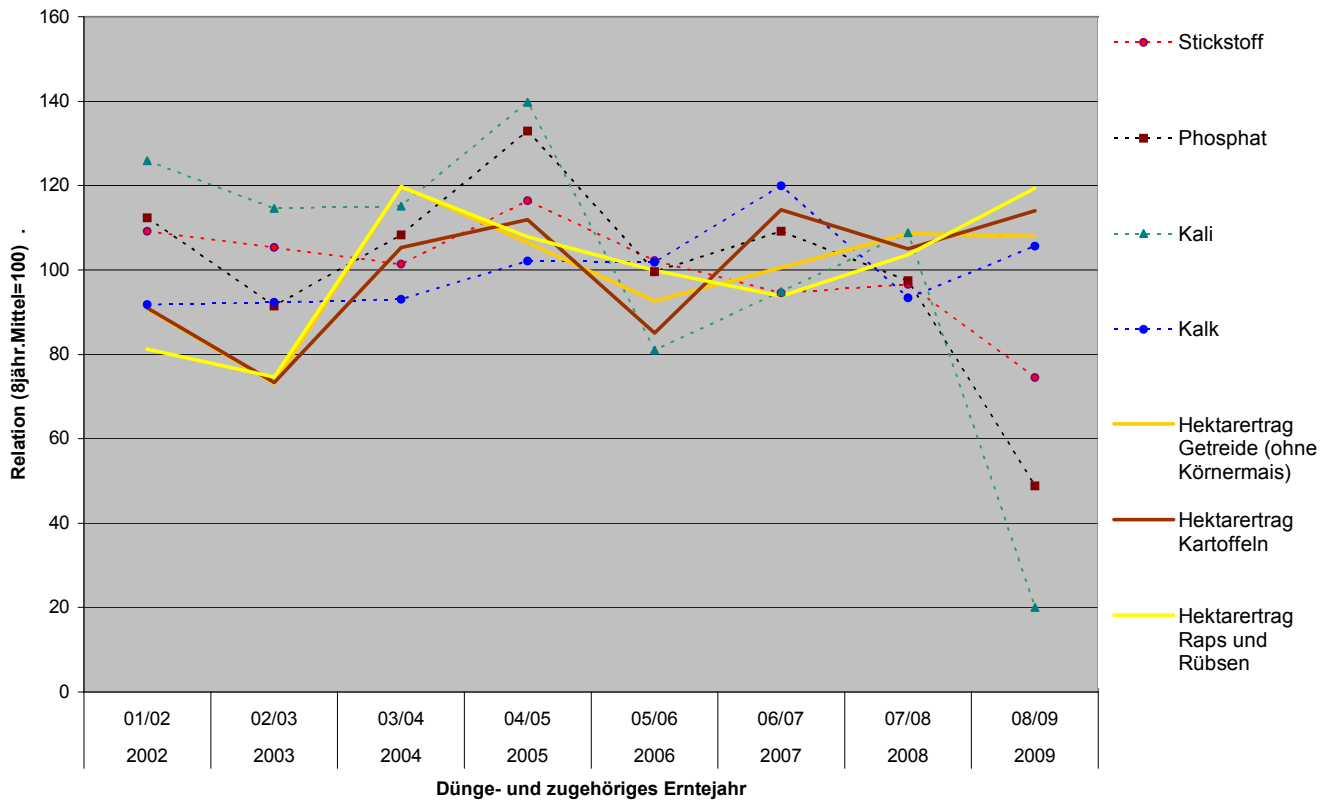


Abbildung 9: Inlandsabsatz von Dünger und ausgewählte Hektarerträge in Sachsen (Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2002 bis 2010)

Die grafische Darstellung des Inlandsabsatzes von Düngemitteln an Absatzorganisationen und Endverbraucher in Sachsen zeigt unterschiedliche Absatzmengen für die einzelnen Düngejahre (Abbildung 9): im Jahr 2004/2005 wurden überdurchschnittliche, im Jahr 2008/2009 mit Ausnahme von Kalk unterdurchschnittliche Nährstoffmengen abgesetzt. Deutlich wird der teils dramatische Mengeneinbruch im vergangenen Jahr bei stickstoffhaltigen, vor allem aber bei Phosphat- und Kalidüngern in Sachsen. Sichtbar sind sich verschiebende Verhältnisse der Einzelnährstoffe im Absatz.

Die Absatzrückgänge der Einzelnährstoffe sind unterschiedlich zu bewerten. Während Stickstoff ausgewaschen wird, halten sich Kalium und Phosphor im Boden, weshalb ein Aussetzen der Düngung bei diesen beiden Nährstoffen über ein bis zwei Perioden bei gutem Ausgangsversorgungsniveau unproblematisch ist. Die Landwirte können folglich auf günstigere Preise warten. Bei Stickstoff hingegen ist wegen der Auswaschung eine jährliche Düngung erforderlich. Bemerkenswert ist, dass trotz des um ein Viertel verminderten Absatzes an Stickstoffdünger eine überdurchschnittliche Ernte in Sachsen erzielt werden konnte. Daraufhin kann auf ein Einsparpotential an Stickstoffdünger geschlossen werden, möglicherweise wurde der Minderabsatz an Stickstoffdüngern durch Lagervorräte ausgeglichen, so dass die etwas überdurchschnittlichen Erträge des Jahres 2008/2009 heranwachsen konnten oder Stickstoff wurde bei den weniger zehrenden Früchten gespart.

Zwischen den sächsischen Ertragsverläufen bei Getreide, Raps und Kartoffeln und den Absatzumfängen jedes Einzelnährstoffes lässt sich kein enger Zusammenhang feststellen. Die Ertragshöhe bildet sich offenbar aus dem Zusammenspiel verschiedener, auch zufälliger Wachstumsfaktoren wie Nährstoffverfügbarkeit oder Witterung.

Anhand des bundesweiten Absatzes an Pflanzenschutzmittelwirkstoffen ist in den Jahren 2004 bis 2007 eine zunehmende Intensität der Bewirtschaftung verfolgbar, der Absatz stieg von 35.131 t auf 40.744 t (STATISTISCHES BUNDESAMT 2009, S. 316).

2.7 Exkurs Anpassungsreaktionen auf veränderte Preisverhältnisse

Ausgehend von den beobachteten Veränderungen auf den landwirtschaftlichen Faktor- und Produktmärkten steht der Landwirt vor der Entscheidung, welche Anpassungen seines Wirtschaftens er vornehmen sollte. Zunächst bildet die klassische Produktionstheorie die Grundlage, die bestmögliche Lösung anzustreben.

Die grundsätzlichen ökonomischen Zusammenhänge stellt die Produktionstheorie unter einigen vereinfachenden Annahmen her (STEINHAUSER et al. 1992; S. 73f.; MUßHOFF/HIRSCHAUER 2010; S. 132):

- Unternehmerziel ist die Gewinnmaximierung
- vollkommene Information
- Homogenität bei Faktoren und Produkten
- beliebige Teilbarkeit der In- und Outputs
- statische Betrachtung
- Nichtberücksichtigung externer Effekte
- Mengenanpasserverhalten

„Die drei zentralen Fragestellungen der Produktionstheorie bestehen in der Bestimmung

- (1) der optimalen speziellen Intensität,
- (2) der Minimalkostenkombination und
- (3) der optimalen Produktionsrichtung.“ (MUßHOFF/HIRSCHAUER 2010; S. 132)

Die Frage nach der optimalen speziellen Intensität (spezielle Faktorintensität) besteht darin, die beste Einsatzmenge eines Produktionsfaktors zu bestimmen, beispielsweise wie viel Stickstoff je Hektar Weizen gedüngt werden sollte. Diese optimale Faktoreinsatzmenge ist vom Preis des einzusetzenden Faktors und dem Produktpreis unter sonst konstanten Produktionsbedingungen abhängig. Für jedes Anbauverfahren ist die bruttoerfolgsmaximale Einsatzmenge jeden variablen Faktors zu bestimmen. Für das hier zu untersuchende Thema „Stickstoffversorgung“ leiten sich die Reaktionen des Landwirts ab:

- Steigende (sinkende) Stickstoffdüngemittelpreise erfordern eine geringere (höhere) Einsatzmenge des variablen Faktors Stickstoff.
- Steigende (sinkende) Produktpreise erfordern eine höhere (geringere) Einsatzmenge an Stickstoff.
- Verbesserte (verschlechterte) Produktionsbedingungen wie höheres (niedrigeres) Ertragspotential der Sorte erfordern eine höhere (geringere) Einsatzmenge an Stickstoff.

Bei der Minimalkostenkombination geht es darum, zur Herstellung einer Produktmenge die erforderlichen Faktoren in dem Verhältnis einzusetzen, das die geringsten Kosten verursacht. Diese optimale Faktoreinsatzrelation ist vom Preisverhältnis der variablen Faktoren abhängig. Für die Anwendung in diesem Bericht leiten sich die Reaktionen des Landwirts ab:

- Steigende (sinkende) Stickstoffdüngemittelpreise führen zur höheren (geringeren) Einsatzmenge substituierender Faktoren (Kalk), zur geringeren (höheren) Einsatzmenge komplementärer variabler Faktoren (Pflanzenschutzmittel).
- Steigende (sinkende) Preise für substituierende Faktoren und sinkende (steigende) Preise für komplementäre Faktoren erfordern höheren (geringeren) Stickstoffeinsatz.

Die optimale Produktionsrichtung besteht darin, innerhalb der Produktionskapazitäten des Betriebes die (Anbau-)Verfahren so miteinander zu kombinieren, dass der maximale Erfolg (Gewinn) entsteht. Für unsere Analyse heißt das:

Verfahren, deren Gewinnbeitrag durch höheren (niedrigeren) Produktpreis, niedrigeren (höheren) Faktorpreis oder höhere (geringere) Leistung über den eines Alternativverfahrens steigt (sinkt), sind verstärkt (in kleinerem Umfang) im Produktionsplan zu berücksichtigen.

Diese drei Optima gilt es für den Landwirt simultan zu bestimmen, es stehen ihm zugleich diese drei Anpassungsmechanismen zur Verfügung.

Für die erfolgreiche ex-post-Analyse sind die Annahmen der Produktionstheorie problemlos, denn Preise und Mengen sind im Nachhinein bekannt. Anders stellt sich die Entscheidung des Landwirts üblicherweise dar, denn die Dimension Zeit ist bei der Dauer des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses von Bedeutung, er hat Produktionsentscheidungen vor Kenntnis relevanter Informationen, insbesondere des Produktpreises, zu treffen. Trotz dieser Entscheidungen unter Unsicherheit bilden die produktionstheoretischen Überlegungen das Grundgerüst für die zu treffenden Maßnahmen.

2.8 Diskussion der Zeitabschnittsanalyse

Der zu analysierende Zeitabschnitt ist zunächst durch steigende und später sinkende Preise für mineralische Stickstoffdüngemittel gekennzeichnet. Diese Entwicklung zeigt sich bei allen mineralischen Stickstoffdüngemittelsorten, sodass die Substitutionsmöglichkeiten unter den Stickstoffdüngemitteln eingeschränkt blieben. Es verteuerte sich mineralischer Stickstoff, womit die Versorgung durch biologisch-regenerativen Stickstoff gegenüber der Ausgangssituation begünstigt wurde. Vorübergehend wurden die Schwellenwerte biologisch-regenerativer Stickstoffversorgung überschritten, die im Heft 31/2007 für die Betriebe mit durchschnittlicher sächsischer Struktur kalkuliert worden waren.

Die Stickstoff-Düngemittelpreise und folglich die Ersatzsituation zwischen mineralischer und biologisch-regenerativer Stickstoffbereitstellung können sich kurzfristig innerhalb der Anbauzeit verändern.

Für Aussagen darüber, wie stark sich die Preisschwankungen bei Stickstoffdüngemitteln auf die Einsatzmenge mineralischer Stickstoffdüngemittel in Sachsen auswirken, fehlen verlässliche Informationen. Zum einen ist für den Untersuchungszeitraum keine Statistik über die Landwirtpreise für Stickstoffdüngemittel verfügbar und zum anderen besteht eine unscharfe Quantifizierung der Einsatzmenge mineralischer Stickstoffdünger für Sachsen. Der Einsatz von gelagerten Düngermengen könnte zur überdurchschnittlichen Ernte 2009 in Sachsen beigetragen haben. Die hohen Hektarerträge sprechen gegen eine Gleichsetzung von Absatz- und Einsatzmenge von Düngemitteln.

Als Grund für den deutlichen Preisanstieg bei Stickstoffdüngemitteln gilt der Energie-, insbesondere der Erdgaspreisanstieg, weil die Produktion endotherm verläuft. Festgestellt wurde zwar ein gleichartiger Preisverlauf, die Preisschwankung besitzt bei Kalkammonsalpeter gegenüber dem Erdgaspreis einen größeren Ausschlag. Dass auch die Düngemittel für die Einzelnährstoffe Phosphor, Kalium und Kalk diesen Preisverlauf bei geringerer Energieintensität aufweisen, lässt auf unspezifischere Gründe für die Preisentwicklung schließen. Die im Jahr 2007 durch hohe Produktpreise ausgelöste Düngemittelnachfrage, der Dollarwechsellkurs, Rohstoffspekulation und die vorhandenen Marktstrukturen trugen zu dem beobachteten Preisauftrieb bei. Die starken Preisausschläge für Stickstoffdüngemittel in den letzten Jahren verdeutlichen die Unsicherheit von Prognosen des Stickstoffpreises und von damit vorgenommenen Kalkulationen.

Im Vergleich zu den anderen Betriebsmitteln nimmt die Einkaufspreisentwicklung für Stickstoffdüngemittel in den letzten Jahren einen herausragenden Verlauf. Der Preisanstieg war größer und nachhaltiger als bei Energie, Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutzmitteln, Futtermitteln, Instandhaltung und Reparatur, Fahrzeugen und Bauten. Dies führt zur relativen Verteuerung des mineralischen Stickstoffdüngers, ausgenommen gegenüber Phosphordüngemitteln.

Die Preisentwicklung landwirtschaftlicher Erzeugnisse zeigt erhebliche, unterjährige Schwankungen in verschiedenen Produktgruppen. Diese Volatilität der Produktmärkte trägt neben den Faktorpreisen zu sich verändernden Produktionsverhältnissen bei. Die landwirtschaftlichen Faktor- und Produktpreise zeigen gleichgerichtete als auch gegensätzliche Preisentwicklungen. Diese Instabilität der Preisverhältnisse erfordert vom Landwirt verstärkte Orientierung an den Märkten, erschwert gleichzeitig die rationale Entscheidungsfindung für Anpassungsmaßnahmen.

Bei den Anbauverhältnissen auf sächsischen Ackerflächen ist Kontinuität zu beobachten. Angesichts der sich ändernden marktbedingten Produktionsverhältnisse sind Trends im Anbau in verhaltenem Umfang und mittelfristiger Entwicklung zu beobachten. Der sich ausdehnende Getreideanbau und der sich verringernende Hülsenfruchtanbau sprechen gegen eine vermutete Anpassung der Anbauverhältnisse an steigende Stickstoffdüngemittelpreise. Empirisch ist eine einschränkende Anbauentwicklung bei stickstoffbedürftigeren Ackerkulturen auf Grund steigender Stickstoffpreise nicht nachzuvollziehen. Speziell die in Heft 31/2007 ermittelten Anpassungen an steigende Mineralstickstoffpreise drücken sich in den Anbauumfängen nicht aus. Der Anpassungsweg über die optimale Produktionsrichtung, der sich in den Aussagen über den Ersatz von Anbauverfahren niederschlägt, findet sich nicht in den Daten. Zu vermutende Gründe für die beschränkte Anpassung des Produktionsprogrammes sind:

1. die Preissteigerungen für Stickstoffdünger werden als vorübergehend erwartet,
2. durch Lagerung günstig eingekaufter Stickstoffdünger schlägt die Preissteigerung einzelbetrieblich nicht durch,
3. die Veränderung der Preisverhältnisse tritt nach der Anbauentscheidung auf,
4. die Änderung von Anbauplänen und damit Fruchtfolgen verursacht Umstellungskosten (Know-how, Verkauf vorhandenen Saatguts, spezifische Investitionen wie Spezialmaschinen, Trocknung, zusätzliche Logistik, Absatzmöglichkeiten...).
5. Preissteigerungen des Stickstoffdüngers entfalten marginale Auswirkung auf den Anbau, da der Aufwandsanteil für Stickstoff lediglich 2,7 % beträgt: der Aufwand an Düngemitteln bei landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieben im WJ 2008/09 liegt unter 3,9 % des Gesamtaufwandes (BMELV, 2010), davon sind 69,6 % (BMELV 2010a) Ausgaben für Stickstoff

Weil statistische Daten über den Stickstoffdüngemittleinsatz sächsischer Landwirte nicht verfügbar sind, ist mittelbar am Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Düngemittel in Sachsen ein Mengenrückgang bei steigendem Stickstoffpreis im analysierten Zeitabschnitt nachzuvollziehen. Der erste Grund liegt im steigenden Stickstoffpreis: Landwirte sparen den verteuerten variablen Faktor Stickstoffdünger und nutzen damit die Anpassung über die optimale spezielle Intensität, erkennbar im Stickstoffabsatz der Wirtschaftsjahre 2005/2006, 2006/2007 und 2008/2009. Diese intensitätsreduzierende Anpassung wird überlagert von derjenigen, die durch im Zeitabschnitt veränderte landwirtschaftliche Produktpreise ausgelöst wird: es lohnt sich für Landwirte die Stickstoffeinsatzmenge zu erhöhen, wenn hohe Produktpreise erwartet werden. Diese gegensätzliche Wirkung kann als Auslöser für steigenden Stickstoffabsatz trotz Preisanstiegs im Wirtschaftsjahr 2007/2008 gesehen werden. Die Landwirte nahmen hohe Stickstoffpreise in Kauf bei Erwartung hoher Produktpreise, die sich auf Erfahrungen steigender Produktpreise der vorhergehenden Jahre stützten. Beide Effekte beruhen auf der Anpassung durch die optimale spezielle Intensität.

Der Anpassungsweg über die Minimalkostenkombination ist auf Grund dessen, dass eine größere Anzahl von Faktoren eingeht, kaum erfassbar. Der Inlandsabsatz von Düngemitteln für Sachsen kann als allgemein extensivere Düngung bei hohen Düngemittelpreisen, die sich verschiebende Einsatzrelationen der Nährstoffe als Folge der Preisrelation und eine teilweise Substitution des Düngemittleinsatzes bei hohen Stickstoff-, Phosphat- und Kalipreisen durch Kalk interpretiert werden.

3 Ermittlung von Schwellenpreis und optimalem Produktionsprogramm durch Einsatz der Linearen Programmierung

In diesem Abschnitt werden Szenariorechnungen durchgeführt. Die gegenüber 2006 veränderten Marktpreisverhältnisse bilden die Ausgangsdaten für Beispielsrechnungen, aus denen die Anpassungen eines Modellagrarbetriebes abgeleitet werden.

3.1 Material und Methoden

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wird im folgenden denjenigen Methoden gefolgt, die für Heft 31/2007 der Schriftenreihe der LfL „Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau“ (LfL 2007) verwendet wurden.

Hinsichtlich der Ausgangsdaten soll mit Verweis auf die inzwischen eingetretenen und anfangs dargestellten erheblichen Preisveränderungen gegenüber 2007 die Datengrundlage der Neuberechnungen die Produktionsbedingungen sächsischer Landwirtschaftsbetriebe des Jahres 2009 widerspiegeln. Dadurch können aktuelle, verwertbare Aussagen über Anpassungsreaktionen für Gegenwart und Zukunft getroffen werden. Außerdem erfolgt die Berücksichtigung agrarpolitischer Rahmensetzung, indem sich der Wegfall der obligatorischen Flächenstilllegung (Europäische Kommission 2008) in der Neuberechnung niederschlägt.

Um die Ersatzsituation zwischen mineralischer und biologisch-regenerativer Stickstoffbereitstellung zu untersuchen, wurde die Methode der linearen Programmierung durch den Einsatz des Programmes „Linopt“ von 1996 (Programmautor: Ernst Berg) angewendet. Berücksichtigt wurden die Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft Sachsens, indem Daten aus der Planungsdatenbank des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie genutzt wurden (LfULG 2009). Grundlage bildeten die Anbauverfahren für Sachsen mit der Leistungsgruppe „mittel“ und der Mechanisierungsstufe „mittel“ mit den enthaltenen Daten. Diese Standardwerte repräsentieren die mehrjährigen Durchschnittspreise und -erträge. Grundsätzlich wurde die Ausgeglichenheit der Stickstoffbilanz unterstellt, d. h. die Zufuhr von Stickstoff durch mineralische Düngemittel, durch Ausbringung von Wirtschaftsdüngemitteln sowie durch symbiotische Stickstoff-Fixierung gleichen den Entzug von Stickstoff durch Abfuhr über Ernteprodukte innerhalb des Unternehmens aus.

Beibehalten wurden gegenüber Heft 31/2007:

- die Betriebsstruktur des Modellbetriebes von 306 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF);
- die Schlaggröße von 10 ha je Schlag;
- die einbezogenen Produktionsverfahren, das sind Winterqualitätsweizen, Winterbrotweizen, Winterfutterweizen, Wintertriticale, Winterbrotroggen, Winterfuttergerste, Sommerfuttergerste, Sommerbraugerste, Sommerindustrialhafer, Körnermais, Ackerbohne, Körnerlupine, Körnererbse, Winter-Food-Raps, Sonnenblume, Öllein, Speisekartoffel, Zuckerrübe, Non-Food-Raps (Biodiesel) sowie Eruca-Raps;
- die Marktbegrenzungen bei Hackfrüchten, d. h. der maximale Anbauumfang der Zuckerrübe und Speisekartoffel wurde auf den durchschnittlichen sächsischen Flächenanteil von 1,75 % bzw. 0,81 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche beschränkt (eigene Berechnung nach Statistisches Landesamt 2006).
- die maximale Anbaukonzentrationen, um praktikable Fruchtfolgen zu sichern (KTBL 2005, S. 291):
 - Anteil des Weizens kleiner 58 %,
 - Anteil von Kruziferen (Raps) kleiner 30 %,
 - Anteil der Körnerleguminosen kleiner 23 %,
 - Anteil der Erbsen kleiner 19 %,
- der beschränkte Anteil von Eruca-Raps, maximal 10 % der Rapsanbaufläche (= 3 % der Ackerfläche);

- die Stickstoff bereitstellenden Verfahren, einerseits mineralische Düngung durch Gabe von Kalkammonsalpeter (N-Gehalt: 27 %) und andererseits biologisch-regenerativ erzeugter Stickstoff durch den Anbau von Körnerleguminosen mittels Ackerbohne, Körnererbse oder Blauer Körnerlupine einschließlich der Quantifizierung ihrer bereitgestellten Stickstoffmenge in der auf dem Feld verbleibenden organischen Substanz.

3.2 Schwellenpreis für Stickstoff im Ackerbaubetrieb 2009 im Vergleich zu 2006

Zunächst sollen die Berechnungsergebnisse aus Heft 31/2007 kurz dargestellt werden, um die Vergleichsbasis zu den durchgeführten Neuberechnungen zu schaffen.

Im Jahr 2006 bildete ein Stickstoffpreis von 0,51 €/kg N aus der Planungsdatenbank des LfL die Berechnungsgrundlage der LP. Die Berechnung für den sächsischen Modellackerbaubetrieb im Jahr 2006 ergab einen gesamtbetrieblichen Deckungsbeitrag von rund 94.500 € bei diesem Stickstoffpreis. Die Zusammensetzung des zugehörigen optimalen Produktionsprogrammes kann in Abbildung 10 abgelesen werden und besteht aus der Kombination der Anbauverfahren Winterbrotweizen, Non-Food-Raps und Eruca-Raps, Winterfuttergerste sowie Zuckerrüben- und Speisekartoffelanbau, bei einer Gabe von durchschnittlich 119,7 kg/ha N in Form von KAS. Die Umfänge der einzelnen Anbauverfahren sind in Abbildung 11 links verzeichnet.

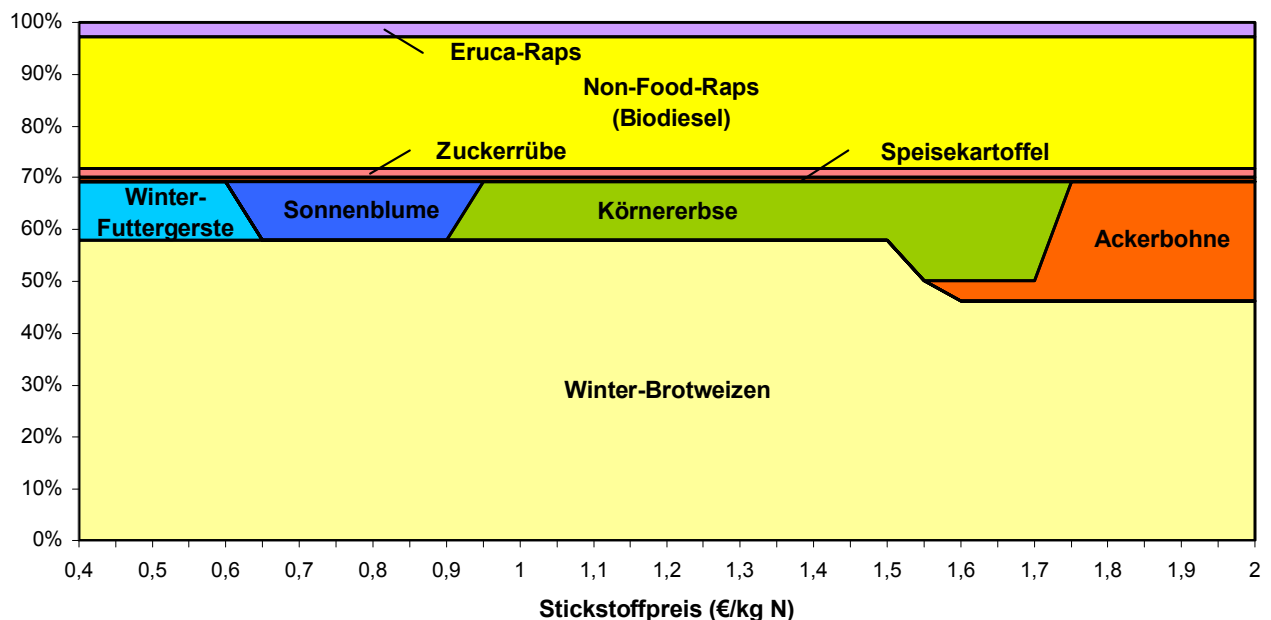


Abbildung 10: Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modell-Ackerbaubetriebes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis (LfL 2007)

Wie sich die alleinige Veränderung des Stickstoffpreises, insbesondere bei der Beibehaltung der Produktpreise für landwirtschaftliche Betriebsmittel auf den sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb auswirkt, wurde bereits in Heft 31/2007 der Schriftenreihe ermittelt und wird in Abbildung 10 erneut dargestellt. Unter ceteris-paribus-Bedingungen bewirkt die alleinige Veränderung des Stickstoffpreises von 0,51 €/kg auf 0,80 €/kg Stickstoff, dass der Anbau von Sonnenblume den Anbau von Winterfuttergerste im Modellackerbaubetrieb für Sachsen ersetzen sollte. Weiterhin wird in Abbildung 10 ersichtlich, welche Änderungen im Anbauplan bei dem jeweiligen Stickstoffpreis innerhalb des untersuchten Bereiches bei der gegebenen Betriebsstruktur und den Erzeugerpreisen von 2006 vorgenommen werden sollte. Der Leguminosenanbau von Körnererbse wurde bei einem Stickstoffpreis ab 0,91 €/kg Stickstoff vorzuzüglich.

Für die Neuberechnung wurde von dem in der Planungsdatenbank des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie für das Jahr 2009 zu erwartenden Durchschnittspreis von 0,80 €/kg N für mineralischen Stickstoff ausgegangen. Neben der Preissteigerung für Stickstoff veränderten sich die Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte (Tabelle 5), sodass für diese Marktverhältnisse des Jahres 2009 eine Neuberechnung des optimalen Anbauplanes durchzuführen war.

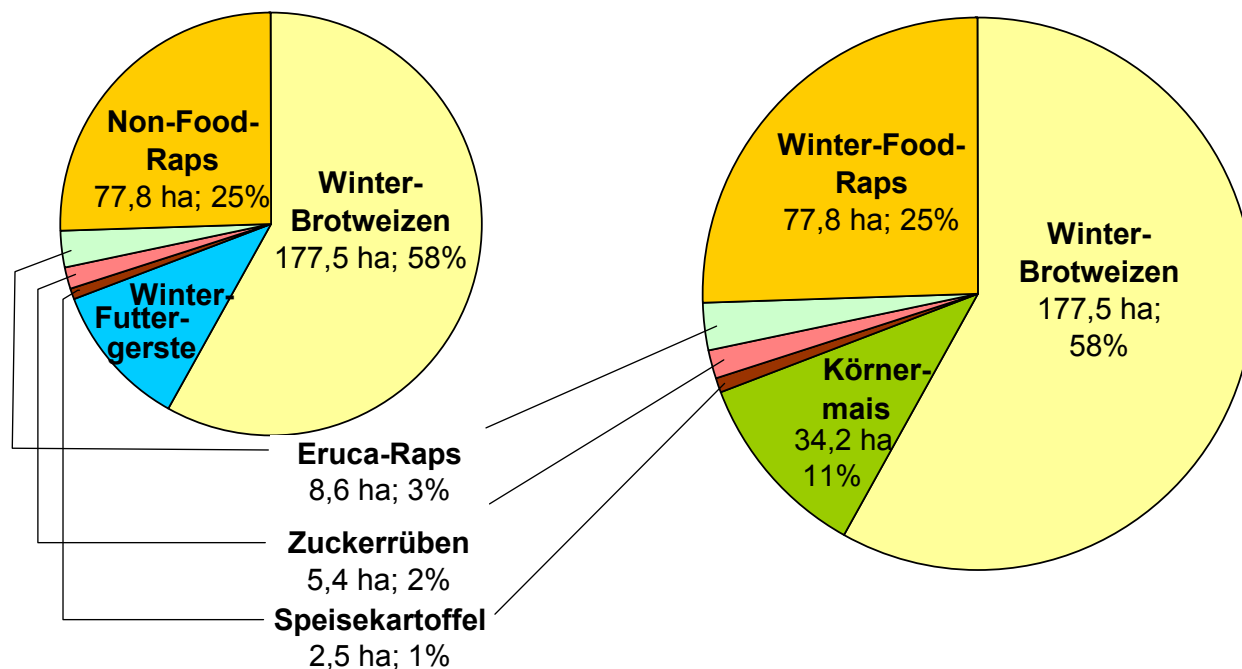


Abbildung 11: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb 2006 (links) im Vergleich zu 2009 (rechts)

Die Neuberechnung für die Verhältnisse des Jahres 2009 ermittelte einen optimalen Anbauplan für den Ackerbaumodellbetrieb mit insgesamt 306 ha Ackerfläche, welcher den Anbau von 177,5 ha Winterbrotweizen, 34,2 ha Körnermais, 2,5 ha Speisekartoffel, 5,4 ha Zuckerrübe, 8,6 ha Eruca-Raps und 77,8 ha Winter-Food-Raps bei einer Gabe von durchschnittlich 127,5 kg/N ha in Form von KAS vorsieht (Abbildung 11).

Gegenüber dem ermittelten optimalen Anbauplan des gleichen Modellbetriebes für das Jahr 2006 (Lfl 2007) ist der vollständige Ersatz des Anbaues von Winterfuttergerste durch Körnermais in gleichem Umfang im Jahr 2009 vorteilhaft. Die zu nutzenden Ackerkulturen und ihre jeweiligen Anbauumfänge blieben bei Winterbrotweizen, Speisekartoffel, Zuckerrübe, Eruca-Raps und Winterraps unverändert.

Luftstickstoff bindende Anbauverfahren sind, ebenso wie 2006, nicht im ermittelten optimalen Anbauplan enthalten. Obwohl eine Preissteigerung für mineralischen Stickstoff von 0,51 €/kg N (2006) auf 0,80 €/kg N (2009) in die Berechnung eingeht, wird eine gegenüber 2006 um 8 kg Reinnährstoff erhöhte Kalkammonsalpetergabe erforderlich. Unter den dargestellten Restriktionen ist im konventionellen Ackerbau die mineralische Düngung durch Kalkammonsalpeter der biologisch-regenerativen Stickstoffbereitstellung, sowohl für die Preisverhältnisse von 2006 als auch für 2009, betriebswirtschaftlich vorzuziehen. Trotz des auf 0,80 €/kg N gestiegenen Stickstoffpreises erzielt die Lösung für 2009 einen höheren Gesamtdeckungsbeitrag von rund 152.800 €, die Steigerung gegenüber 2006 beträgt 58.300 € bzw. 62 %. Die besten Anbaualternativen für den Winterbrotweizenanbau sind die Halmfrüchte Winterqualitätsweizen, Winterfuttergerste und Sommerbrauweizen bzw. für Winterraps der Sonnenblumenanbau (Tabelle 10).

3.3 Auswirkung steigender Mineralstickstoffpreise auf das optimale Produktionsprogramm 2009

Die Auswirkungen steigender Preise für mineralische Stickstoffdünger wurden bei sonst gleich bleibenden Preisbedingungen des Jahres 2009, unveränderten Anbauverfahren und für den Ackerbaumodellbetrieb bis zu einem Stickstoffpreis von 2,50 €/kg untersucht.

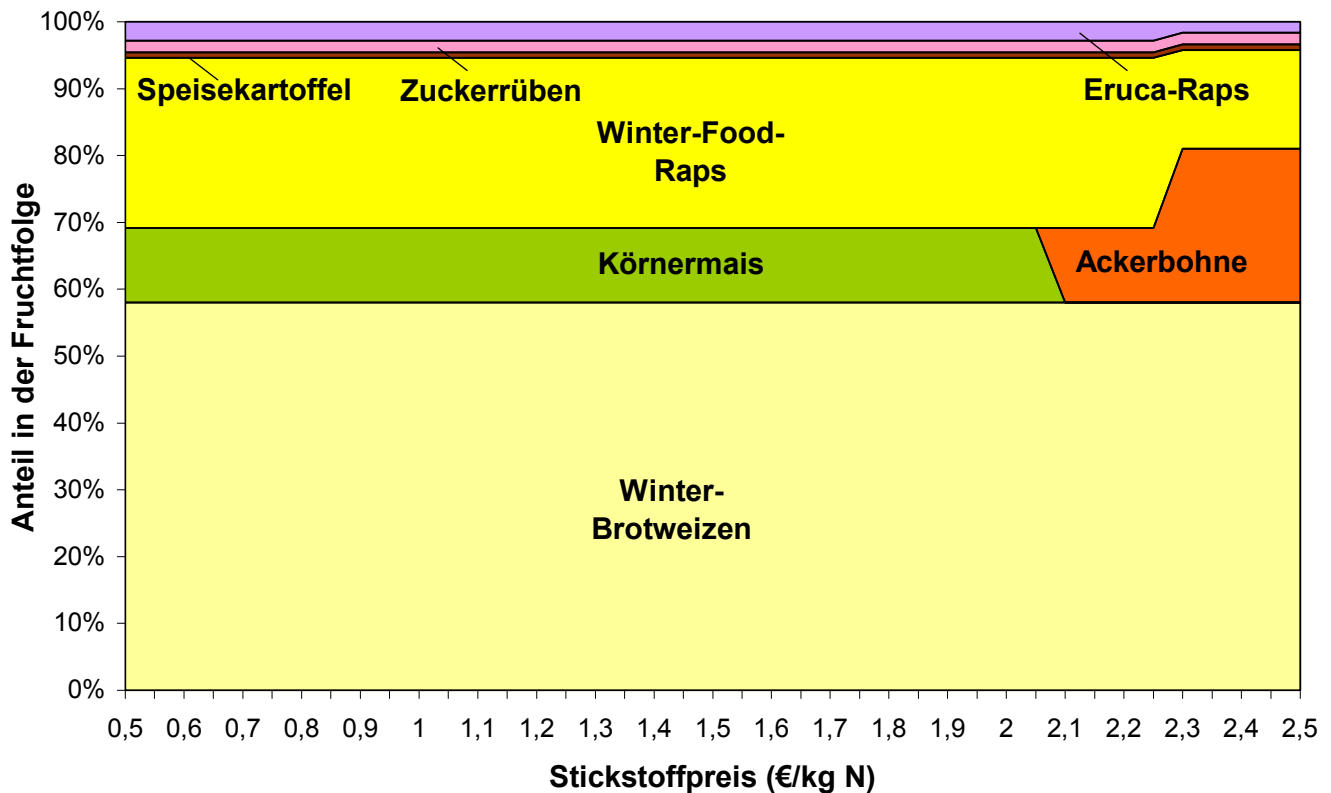


Abbildung 12: Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis im sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb unter Produktpreisverhältnissen des Jahres 2009

Abbildung 12 stellt folgende Ergebnisse dieser Stabilitätsanalyse dar: Das Anbauverfahren Winterbrotweizen bleibt im gesamten Preisbereich von 0,50 bis 2,50 €/kg N mit seinem Anbauanteil von 58 % dominant. Ebenso wirkt sich die Preisveränderung bei Stickstoff nicht auf den Anbauumfang der Hackfrüchte aus. Bis zu einem Stickstoffpreis von 2,08 €/kg N sollte im Ackerbaumodellbetrieb Körnermais im Umfang von 34,2 ha angebaut werden. Ab einem Stickstoffpreis von 2,09 €/kg N wird der Ersatz des Maisanbaues durch Ackerbohne vorteilhaft. Bei Überschreiten eines Stickstoffpreises von 2,28 €/kg N wird die Einschränkung des Rapsanbaues auf 50,3 ha zugunsten der Erweiterung des Ackerbohnenanbaues vorzüglich. Der bei dem Stickstoffpreis für mineralische Dünger von 2,50 €/kg N ermittelte Anbauanteil in der Fruchtfolge bleibt bei weiterer Preissteigerung auf 3,00 € weiterhin optimal.

Im Vergleich zu den Berechnungsergebnissen der gleichen Analyse, die in Heft 31/2007 veröffentlicht wurden, findet eine verringerte Anzahl der Anbauverfahren Eingang in den optimalen Anbauplan des Ackerbaumodellbetriebes. Winterfuttergerste, Sonnenblume und Körnererbse fallen im untersuchten Stickstoffpreisbereich im Jahr 2009 heraus, Körnermais wurde aufgenommen.

Da die Leguminose Körnererbse ihre Vorzüglichkeit an den Körnermaisbau verliert, verschiebt sich der Schwellenwert für den Anbau von Leguminosen zur biologisch-regenerativen Stickstoffbereitstellung und liegt in der aktuellen Berechnung bei 2,09 €/kg N. Das entspricht dem 2,6-fachen Betrag des Ausgangsstickstoffpreises von 0,80 €/kg N. Die Ergebnisse der gleichen

Berechnung für das Jahr 2006 (LfL 2007) ergaben einen Schwellenpreis von 0,91 €/kg N, ab dem sich der Anbau der Körnererbse als Stickstoff bereitstellende Leguminose lohnt. Eine Stickstoffpreissteigerung von 0,51 €/kg N auf das 1,8-fache reichte in 2007 aus. Die zugrunde liegenden Marktpreisverhältnisse 2009 in Sachsen haben sich für den Ackerbaummodellbetrieb gegenüber dem Jahr 2006 nicht zugunsten des Anbaues von Körnerleguminosen verschoben, obwohl ihr Anbau mit dem Vorteil der Bereitstellung biologisch-regenerativen Stickstoffes verbunden ist. Trotz der Verteuerung des mineralischen Stickstoffs auf 0,80 €/kg N wird ein Mehreinsatz mineralischen Stickstoffdüngemittels ökonomisch vorteilhaft und dabei ein deutlich gesteigerter Gesamtdeckungsbeitrag erzielt. Grund dafür dürften die gegenüber 2006 gestiegenen Erzeugerpreise sein, die den erhöhten Düngemiteleinsatz rechtfertigen und das bessere Betriebsergebnis hervorrufen.

3.4 Auswirkung steigender Mineralstickstoffpreise bei unterschiedlichen Erzeugerpreisszenarien auf den Schwellenpreis und das optimale Produktionsprogramm

Auf den Landwirtschaftsmärkten verändern sich der Faktorpreis für Stickstoff und die Erzeugerpreise gleichzeitig. An einem zusätzlichen Erzeugerpreisszenarium soll gezeigt werden, welche Auswirkungen das auf den Schwellenwert für Stickstoff und das optimale Produktionsprogramm des Modellackerbaubetriebes hat. Zunächst soll eine begründete Datenbasis für diese Untersuchung entwickelt werden.

Einfluss auf die künftige Ersatzsituation mineralischer Düngemittel haben neben dem Düngemittelpreis die Preisentwicklungen landwirtschaftlicher Produkte. Zur Verfügung stehen hier Preisprognosen für Sachsen, die unter Einbeziehung der zu erwartenden Weltmarktentwicklungen durch Experten des LfULG erstellt wurden und in der Datenbank des BPS (LfULG 2009) hinterlegt sind. Diese Preisprognosen enthalten das zukünftig zu erwartende Preisniveau, orientiert am fünfjährigen Mittel der Jahreswerte der Erzeugerpreise laut Preisstatistik Sachsen. Bestätigt wird die verwendete Erzeugerpreisprognose durch ähnliche Ergebnisse (OFFERMANN et al. 2010; S. 18ff. und S. 61). Eine Erzeugerpreisprognose mit einer höheren Wahrscheinlichkeit des Eintreffens sind, selbst bei Verwendung langfristiger Preisreihen und rechnerisch-statistischer Methoden wegen der Datengültigkeit für Sachsen und veränderten agrarpolitisch gesetzten Rahmenbedingungen nicht leistbar, daher wird darauf verzichtet. Diese erwartete Erzeugerpreisentwicklung für 2009, in Tabelle 5 als Szenarium 1 bezeichnet, wurde für die Berechnung für das Jahr 2009 genutzt.

Tabelle 5: Erzeugerpreisszenarien Sachsen

in €/dt	Szenarium 1 Prognosepreis	Szenarium 2 Hochpreis
Eliteweizen	16,00	23,20
Brotweizen	14,00	21,35
Qualitätsweizen	15,00	21,90
Futterweizen	13,00	21,15
Brotroggen	12,50	21,10
Braugerste	16,00	23,30
Futtergerste	12,50	19,90
Raps	27,00	29,30
Körnermais	14,00	21,25
Futterhafer	12,00	18,65
Futterroggen	10,50	18,25
Ackerbohne	13,00	22,50
Körnererbse	14,00	17,50
Körnerlupine	13,00	19,00
Öllein	22,00	32,15
Pflanzkartoffel	17,50	25,58
Qualitätshafer	13,00	18,50
Sonnenblume	27,00	39,46
Speisekartoffel	12,50	11,50
Triticale	11,50	19,50
Zuckerrübe Industrie	1,60	1,81
Zuckerrübe Pressschnittel	0,12	0,14
Zuckerrübe Quote	2,63	2,98

Für die beiden Bedingungen, (1) der Preis bei Stickstoffdüngern betrage 0,80 €/kg N und (2) die Produktpreise folgten der Preisprognose „Szenarium 1“ der Tabelle 5, stellt Abbildung 12 in Absatz 3.3 mit den dortigen zugehörigen Aussagen die Veränderung der Kulturanteile im Produktionsprogramm des durchschnittlichen sächsischen Haupterwerbsbetriebes dar.

Weiterhin könnten sich die Produktpreise, getrieben durch steigenden Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten für Nahrungsmittel, Industrieerzeugnisse und Energie aus Biomasse bei Flächenknappheit weltweit steigend entwickeln. Einen Eindruck von dieser Möglichkeit vermittelte die Erzeugerpreisentwicklung im Jahr 2007 (s. Kapitel 2.4) in Sachsen, als deutlich überdurchschnittliche Produktpreise auf Grund der Weltmarktentwicklung zu verzeichnen waren. „Prinzipiell sind die Weltmarktpreise aber relativ volatil, das heißt, gegenüber dem Jahresdurchschnitt bzw. einem Mehrjahresdurchschnitt können sie relativ stark nach oben oder unten ausschlagen“ (OFFERMANN et al. 2010, S. 18). Diese starken Erzeugerpreisschwankungen

sind in Sachsen auch zukünftig zu erwarten. Deshalb soll eine weitere Berechnung für ein Hochpreisszenarium (Szenarium 2 in Tabelle 5), das die sächsischen Erzeugerpreise des Jahres 2007 wiedergibt, angefügt werden.

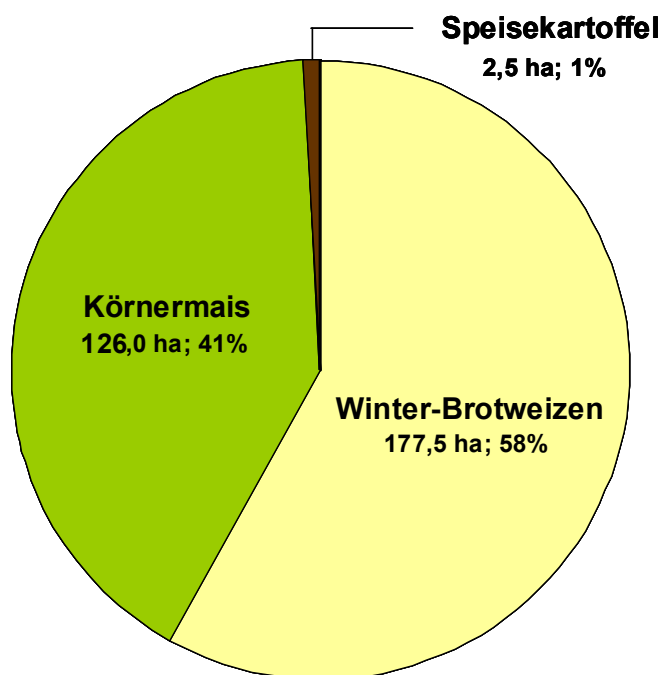


Abbildung 13: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2

Die Berechnung auf Grund der 2007 in Sachsen realisierten Erzeugerpreise ergibt das optimale Produktionsprogramm des Modellackerbaubetriebes in der Kombination der Erzeugungsverfahren Winterbrotweizen auf 177,5 ha und Körnermais auf 126 ha sowie Speisekartoffel auf 2,5 ha der Ackerfläche bei einem Gesamtdeckungsbeitrag von rund 325.500 €. Der für die Jahre 2006 und 2009 im optimalen Anbauprogramm enthaltene Rapsanbau (siehe Absatz 3.2) entfällt für die Erzeugerpreisverhältnisse von 2007. Grund hierfür ist, dass im Jahr 2007 der Erzeugerpreisanstieg bei Raps mit 9 % gegenüber dem für Getreide und Mais mit ca. 50 % deutlich geringer ausfiel und damit die Anbauwürdigkeit unter den Hochpreisbedingungen für Produkte einbüßt. Beste Anbaualternative ist der Anbau von Winterfutterweizen (Tabelle 11). Die mineralische Stickstoffdüngung erhöht sich auf 128,1 kg/ha.

Das ermittelte optimale Produktionsprogramm aus Winterweizen, Körnermais und Kartoffel erwies sich als stabil für den gesamten Untersuchungsbereich hinsichtlich des Stickstoffpreises von 0,50 €/kg bis 2,50 €/kg Reinstickstoff.

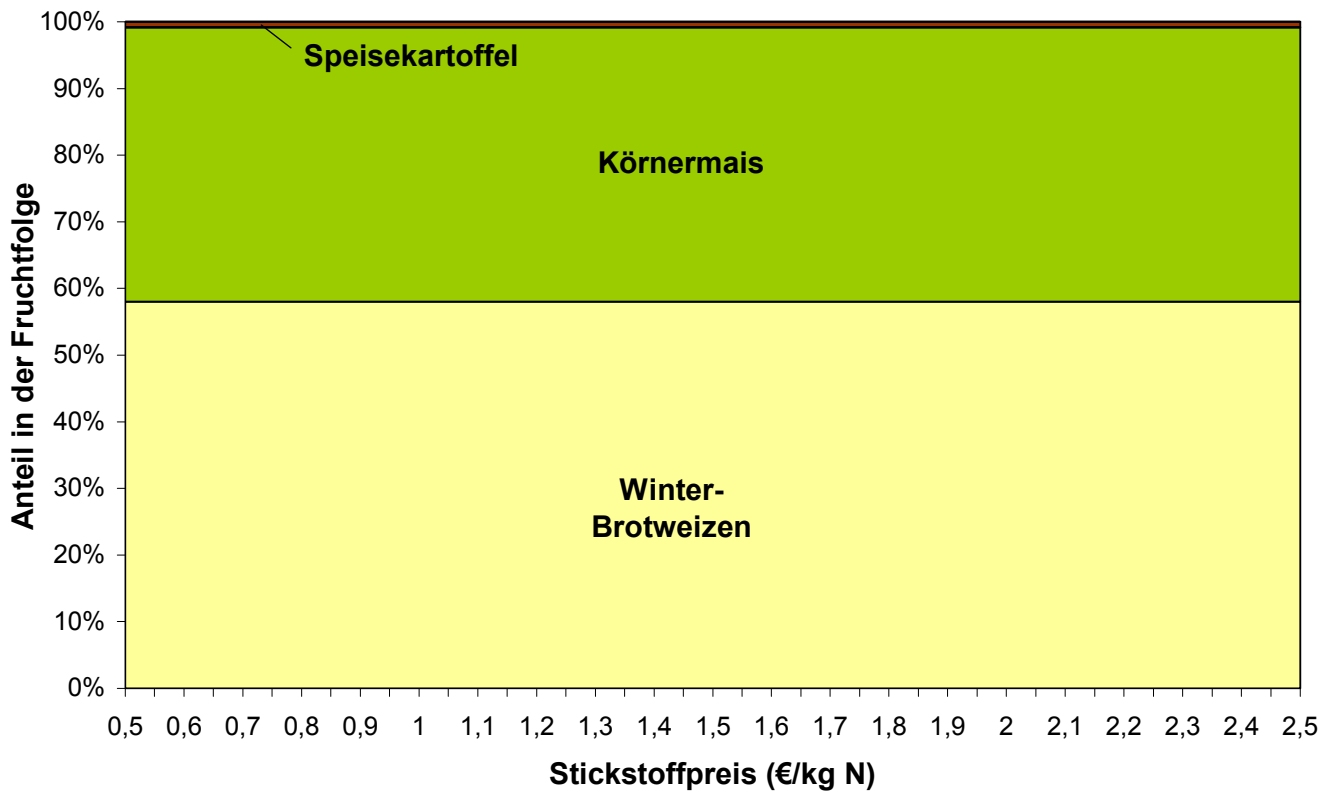


Abbildung 14: Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit vom Stickstoffpreis im sächsischen Modell-Ackerbaubetrieb bei Produktpreisverhältnissen des Jahres 2007 (Szenario 2)

Erst durch den Anstieg des Stickstoffpreises auf 3,37 €/kg N wird das Stickstoff bereitstellende Erzeugungsverfahren Ackerbohne in das optimale Produktionsprogramm integriert. Im Umfang von 70 ha sollte ab diesem Nährstoffpreis der Anbau von Körnermais durch die Ackerbohne ersetzt werden.

Die Berechnungsergebnisse dieses Kapitels stellen einen Fruchtartenanteil dar, der einseitig auf Grund des hohen Getreideanteils ist. Vor allem in phytosanitärer Hinsicht ist diese Lösung ackerbaulich als problematisch zu bewerten, sie erfüllt nicht die allgemeine, bisher in den Berechnungen nicht erforderliche Restriktion einer maximalen Anbaukonzentration von Getreide bei 75 % (KTBL 2005, S. 291). Deshalb erfolgt eine Neuberechnung bei zusätzlicher Integration dieses maximalen Getreideanteils.

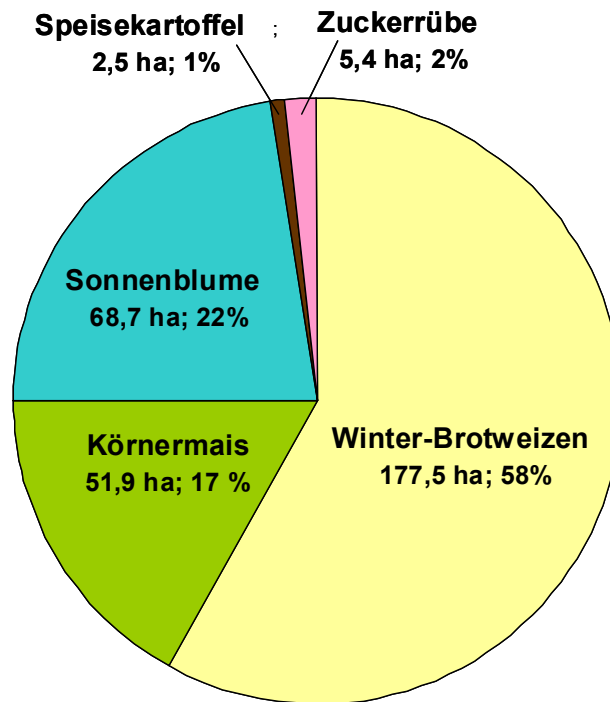


Abbildung 15: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils

Gegenüber der vorherigen Lösung werden Zuckerrüben und Sonnenblume bei entsprechender Verminderung des Körnermais-Anbaues in das optimale Produktionsprogramm bei einem Stickstoffpreis von 0,80 €/kg N aufgenommen (Abbildung 15). Dies bewirkt gleichzeitig einen Deckungsbeitragsverlust des Modellbetriebes von rund 24.500 €. Die erforderliche mineralische Stickstoffdüngung reduziert sich auf 121 kg/ha. Beste Anbaualternativen sind Winterfutterweizen und Eruca-Raps (Tabelle 12).

Die ermittelten optimalen Anbauverhältnisse erweisen sich als stabil gegenüber einer Variation des Stickstoffpreises. Auszunehmen ist, dass bei einem 1,60 €/kg N übersteigenden Stickstoffpreis die Ackerbohne gegenüber der Sonnenblume vorzüglich wird (Abbildung 16).

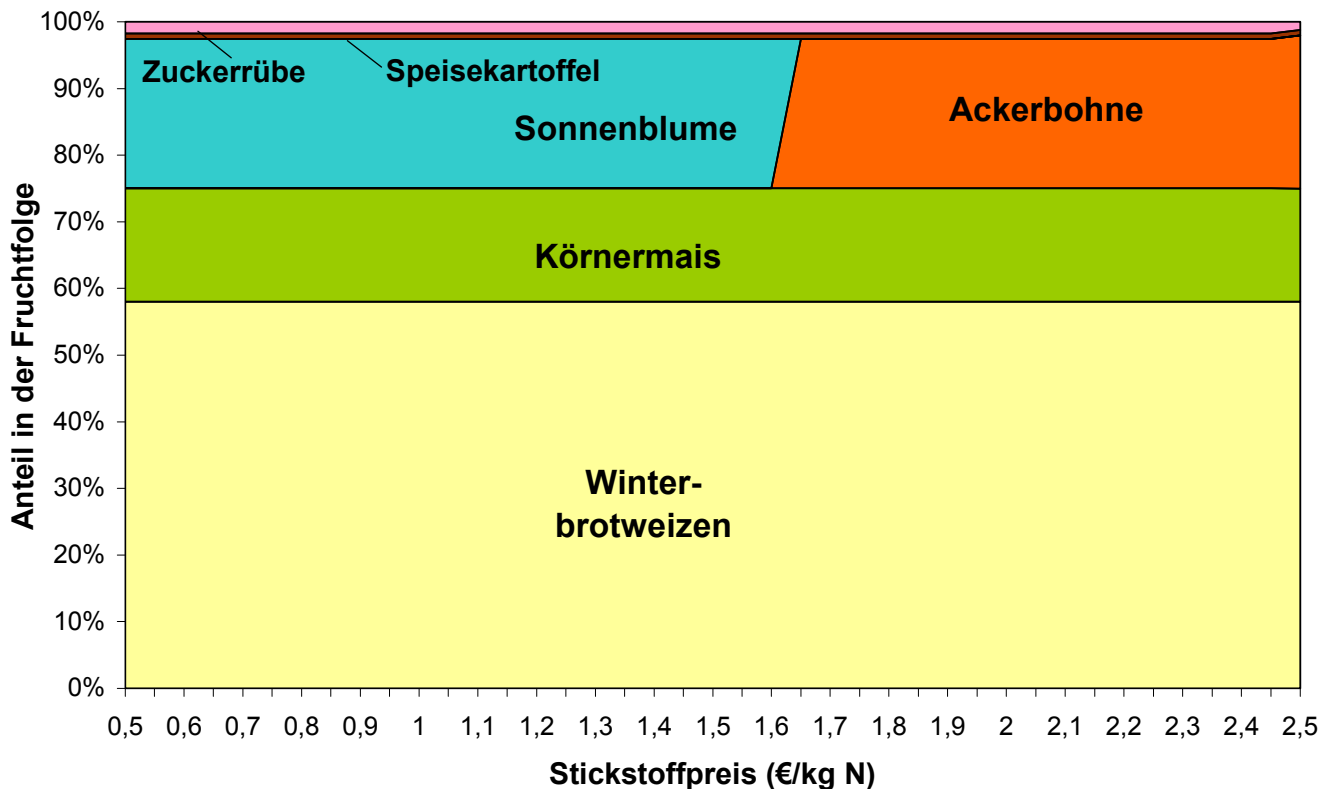


Abbildung 16: Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellackerbaubetriebes bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils in Abhängigkeit vom Preis für mineralischen Stickstoff

3.5 Nichtberücksichtigung des Anbauverfahrens Sonnenblume

Aus produktionstechnischen Gründen kann die Sonnenblume nicht überall angebaut werden, daher soll im Folgenden für den Fall dieser Anbaubeschränkung die entsprechende Lösung entwickelt werden.

In Abschnitt 3.2 wurde zunächst die LP-Rechnung für den sächsischen Modellackerbaubetrieb analog des Vorgehens in Heft 31/2007 durchgeführt. Für den untersuchten Modellbetrieb und gegebener Produktionstechnologie im Ackerbaubetrieb wird das Anbauverfahren Sonnenblume nicht in den optimalen Anbauplan aufgenommen. Der Anbau erübrigt sich solange, bis der Deckungsbeitragsnachteil des Sonnenblumenanbaus in Höhe von 105 €/ha ausgeglichen wird. Dies ist der Fall, wenn bei dem unterstellten Hektarertrag von 30 dt/ha eine Produktpreissteigerung um 14 % von 27 auf 30,83 €/dt vorläge oder der Hektarertrag um 14 % auf 34,2 dt/ha gesteigert würde. Bei einem Stickstoffpreis von 2 €/kg N liegt der Deckungsbeitragsnachteil bei 69 €/ha, der Produktpreis müsste für die Egalisierung auf 29,30 €/dt oder der Ertrag auf 32,56 dt/ha steigen.

Bei der Neuberechnung für das Hochpreisszenarium für landwirtschaftliche Erzeugnisse und bei Berücksichtigung der Fruchtfolgebegrenzung für Getreide in Kapitel 3.4 gelangt Sonnenblume in einem Umfang von 22 % der Ackerfläche in den optimalen Anbauplan des sächsischen Modellackerbaubetriebes. Wird der Sonnenblumenanbau ausgeschlossen, sollte Sonnenblume durch den Anbau der Körnerleguminose Ackerbohne ersetzt werden (Abbildung 17).

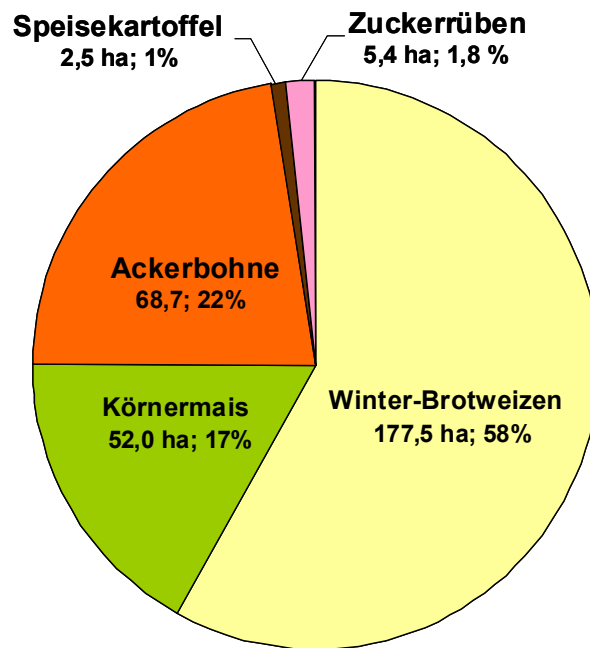


Abbildung 17: Anbauverhältnis des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellackerbaubetrieb bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils und Ausschluss des Sonnenblumenanbaues

Die Ackerbohne als beste Alternative zur Sonnenblume ist mit einem Deckungsbeitragsverlust von 126 €/ha verbunden, die dazu benötigte mineralische Stickstoffgabe liegt bei nur 86,3 kg/ha. Zur Ackerbohne besteht die etwa gleichwertige Möglichkeit des Rapsanbaues (Tabelle 13), die mit einem marginalen Deckungsbeitragsverlust verbunden ist.

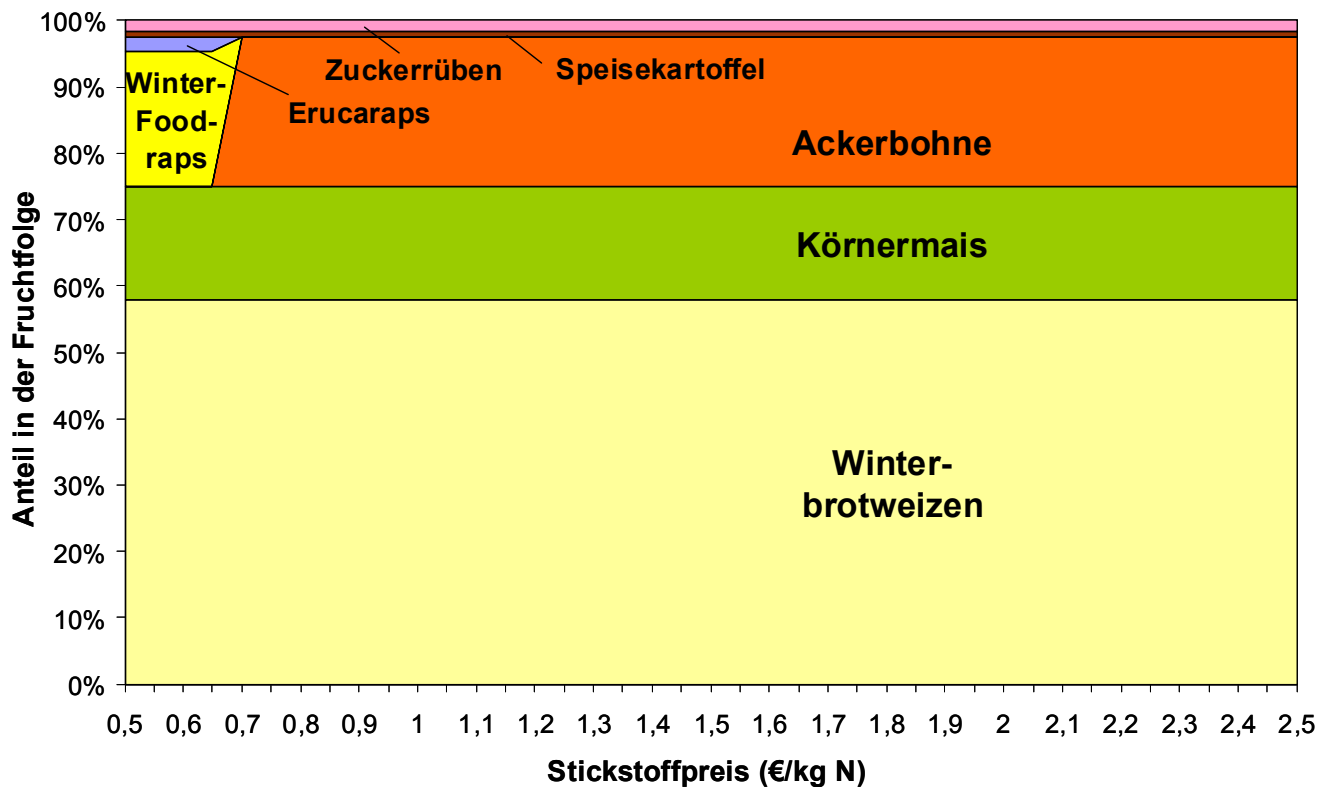


Abbildung 18: Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellackerbaubetriebes bei Erzeugerpreisszenario 2 mit Berücksichtigung des maximalen Getreideanteils in Abhängigkeit vom Preis für mineralischen Stickstoff

Diese Austauschbarkeit zwischen Ackerbohnen- und Rapsanbau zeigt sich ebenfalls in Abbildung 18, bei niedrigem Stickstoffpreis ist der Rapsanbau etwas günstiger, aber schon ab 0,66 €/kg N sollte statt Raps die Ackerbohne den Vorzug erhalten. Hinzuweisen ist darauf, dass der Berechnung die Erzeugerpreisentwicklung des Jahres 2007 zugrunde liegt. Der Erzeugerpreis für Raps wies in der Hochpreisphase 2007 einen unterdurchschnittlichen Produktpreisanstieg auf, möglicherweise wird durch diese Besonderheit die Konkurrenzkraft des Rapses unterschätzt.

3.6 Beachtung des Vorfruchtwertes von Leguminosen

In Anlehnung an KÖPKE ist der Vorfruchtwert ein aggregierter Wertmaßstab, der die Gesamtheit der Vorfruchtwirkungen, d.h. aller positiven und negativen, direkten und indirekten Einflüsse des Anbaus einer Feldfrucht auf die Ertragsbildung der Nachfrüchte, fasst. (KÖPKE 1996, S. 6)

Bei der Integration von Leguminosen in die Fruchtfolge hat die „größte Bedeutung ... die N-Fixierung und die Bereitstellung verfügbaren Stickstoffs für die Folgekulturen“ (LÜTKE-ENTRUP et al. 2003; KÖPKE 1996, S. 6). Dieser bedeutendste Bestandteil des Vorfruchtwertes wurde in sämtlichen Berechnungen dieser Veröffentlichung berücksichtigt, indem den Leguminosen-Anbauverfahren die Menge der nachgewiesenen Stickstoffbereitstellung für die Ernährung der Folgefrüchte zugeordnet wurde. Die Ermittlung der bereitgestellten Stickstoffmenge erfolgte nach den Bindungsgleichungen nach KOLBE (2007); die Stickstoffsalden für das Anbauverfahren Ackerbohne betragen demnach 67,2 kg/ha N, für Lupine 30 kg/ha N und für Körnerfuttererbse 24,5 kg/ha N. Diese Bereitstellungsmengen biologisch-regenerativen Stickstoffs weisen den Vorteil auf, unter sächsischen Bedingungen abgesichert zu sein. Weil von einer ausgeglichenen Stickstoffbilanz ausgegangen wird, besteht der Beitrag der Stickstoff bereitstellenden Anbauverfahren zur Zielgröße Gesamtdeckungsbeitrag aus a) dem Deckungsbeitrag des Anbauverfahrens selbst (bewertete Haupt- und Nebenleistungen) und b) dem aus der bereitgestellten Stickstoffmenge

erwachsenden Deckungsbeitrag des Anbauprogrammes der LP-Lösung (Veredlungswert). Neben der biologisch-regenerativen N-Bereitstellung werden als relevante Fruchtfolgeeffekte des Leguminosenanbaues genannt:

(nach REDELBERGER 2004, S. 207)

- Beikrautunterdrückung
- Humusaufbau
- Strukturstabilisierung der Krume
- Nährstofflieferung und -mobilisierung aus dem Unterboden durch tiefe Durchwurzelung
- Erosionsschutz
- Förderung des Bodenlebens, insbesondere des Regenwurms
- phytosanitäre Wirkungen gegenüber Schaderregern (FREYER et al. 2006, S. 18).

Diese Vorfruchtwirkungen unterliegen erheblichen Quantifizierungsproblemen, weil sie sich indirekt und langfristig auswirken und dabei die Effekte in der Eintreffenswahrscheinlichkeit und -stärke von mehreren Faktoren abhängig sind. Dies stellt ebenso KÖPKE heraus und folgert anschließend: „Die Vorfruchtwirkung ist das Ergebnis des Zusammenwirkens eines komplexen Gefüges verschiedenster Faktoren, deren jeweiliger Anteil am Zustandekommen der Ertragswirkungen unter verschiedenen Umweltverhältnissen nur schwer abzuschätzen ist. Aussagen über Vorfruchtwirkungen können sich deshalb stets nur auf spezifische Vorfrucht-Nachfrucht-Kombinationen beziehen“ (KÖPKE 1996, S. 6). Auch der geforderte spezifische Vorfruchtwert einer bestimmten Vorfrucht-Nachfruchte-Kombination wird beeinflusst von Faktoren wie (FREYER et al. 2006):

- Einsatzzeitpunkt und Bestandsparameter der Leguminosenkultur (Dichte, Reinheit, Alter, Gräseranteil, Feinwurzelanteil im Oberboden, Verqueckung, ...), damit Umbrechbarkeit und Eignung für die Saatbettbereitung für die Folgekultur;
- Sorten;
- Rhizobienimpfung oder -besatz;
- N-Gehalt der Wurzel- und Stoppelrückstände, Wurzelausscheidungen in den Boden,
- Niederschlag, denn bei Trockenheit wird der über Leguminosen akkumulierte Stickstoff für die Folgekulturen nicht ertragswirksam;
- Standort hinsichtlich Temperatur und Nährstoffdynamik nach Umbruch,
- Boden hinsichtlich Nährstoffversorgung, pH-Wert, Wasserverfügbarkeit; bodenphysikalische Bedingungen (KÖPKE 1996).

Bei der dargestellten Abhängigkeit von einer Vielzahl an Faktoren ist die Übertragbarkeit diverser Quantifizierungsversuche des Vorfruchtwertes von Leguminosen auf für sächsische Verhältnisse zutreffende Werte zu hinterfragen. Dennoch soll eine Aufzählung den Wertbereich verdeutlichen:

Ackerbohne

1. 25 % Mehrertrag Winterweizen gegenüber Weizenmonokultur (GLIEMEROTH & KÜBLER 1974 in KÖPKE 1996)
2. Düngeräquivalent in Gerste von 44 kg/ha N (DYKE & SLOPE 1978 in KÖPKE 1996)
3. Düngeräquivalente in Weizen von 75 und 100 kg/ha N (BOWERMAN & CLARE 1976 in KÖPKE 1996)
4. 19 % Mehrertrag von Winterweizen gegenüber Sommergerste als Vorfrucht (LÜTKE-ENTRUP et al. 2003)
5. 27 % Mehrertrag von Winterweizen gegenüber Hafer als Vorfrucht (LÜTKE-ENTRUP et al. 2003)
6. 71 % Mehrertrag von Winterweizen gegenüber Hafer als Vorfrucht (LÜTKE-ENTRUP et al. 2003)

Körnerleguminosen

1. Mehrerträge von: 12,7 % und 10,4 % in Winterweizen, 12,6 % in Triticale, 14,3 % in Sommergerste, 9,5 % und 6,7 % in Wintergerste; Vorfruchtwert über 2 Folgefrüchte mindestens plus 175 € /ha (ALBRECHT 2000 in LÜTKE-ENTRUP 2003),
2. Plus 144 € /ha bei Winterweizen und Wintergerste nach Körnerleguminose (PAHL 1998 in LÜTKE-ENTRUP 2003)

Die obige Forderung, die spezifischen Vorfruchtwerte bestimmter Vorfrucht-Nachfrüchte-Kombinationen zu benutzen, kann die lineare Programmierung als hier angewendete Methode auf Grund der vorhandenen Datengrundlage nicht erfüllen, da sie gerade das Ziel verfolgt, die **einzelnen** Anbauverfahren nach ökonomischer Zielsetzung zu kombinieren. Möglich ist dabei das Einbeziehen unspezifischer Vorfruchtwirkungen wie der Stickstoffversorgung oder des Erosionsschutzes. Voraussetzung dafür ist, dass verlässliche Quantifizierungen oder entsprechende ökonomische Bewertungen dieser Vorfruchtwirkung vorliegen, was im Fall der Stickstoffbereitstellung gegeben ist.

Sollen die spezifischen Vorfruchtwerte beachtet werden, müsste als Voraussetzung ein konsistentes System von spezifischen Vorfruchtwerten für möglicherweise alle Vor-Nachfrüchtekombinationen geschaffen werden, was umfangreiche empirische Untersuchungen erfordern würde.

Als Ausweg bietet sich an, die Wechselbeziehungen von Anbauverfahren und entsprechende Leistungen des Systems durch den Vergleich der Deckungsbeiträge von ganzen Fruchtfolgen zu berücksichtigen (LÜTKE-ENTRUP et al. 2003). Eingehen können dann die spezifischen Fruchtfolgewirkungen auf die zweite und jede weitere Nachfrucht. Vorteilhaft hierbei ist erstens, dass die Vorfruchtwirkungen nicht aufwändig separat quantifiziert werden müssen, sondern die langfristig erzielbare, aggregierte und leicht bewertbare Ertragswirkung ausreicht und zweitens lediglich relevante Vor- und Nachfruchtombinationen zu untersuchen sind. Für die dann vorzunehmende Wahl aus mehreren Fruchtfolgen kann die lineare Programmierung ebenfalls eingesetzt werden.

3.7 Monetäre Minderleistung bei Körnerleguminosen

Die bisherigen Ergebnisse stellen dar, dass Körnerleguminosen trotz Berücksichtigung ihrer Stickstoffbereitstellung bei den vorherrschenden Marktbedingungen ökonomisch nicht vorteilhaft sind. Für Landwirte und Entscheidungsträger der Agrarpolitik ist bedeutsam, wie groß der betriebswirtschaftliche Nachteil des Körnerleguminosenanbaues ist, um dies bei Anbauentscheidungen bzw. Fördermaßnahmen berücksichtigen zu können.

Für den in Abschnitt 3.2 beschriebenen sächsischen Modellackerbaubetrieb wurde die monetäre Minderleistung ermittelt, die Körnerleguminosen als Stickstoff bereit stellende Anbauverfahren im Anbauplan aufweisen würden. Bei einem Ausgangsstickstoffpreis von 0,80 Ct/kg N beträgt die Minderleistung 238 €/ha, gegenüber dem Ergebnis von Körnermais im Anbauverfahren. Ackerbohne ist unter bezeichneten Bedingungen das ökonomisch attraktivste Anbauverfahren von Körnerleguminosen. Unter den beschriebenen Bedingungen stellen sich für die weiteren Anbauverfahren der verschiedenen Körnerleguminosen folgende Minderleistungen ein:

■ Erbsenanbau 257 €/ha,

■ Lupinenanbau 381 €/ha.

Unter den Hochpreisverhältnissen des Erzeugerpreisszenariums 2 und mit Berücksichtigung der Restriktion der maximalen Getreideanbaukonzentration (siehe Abschnitt 3.4) ist der Sonnenblumenanbau als vorzügliches, nicht zu Getreide gehöriges Anbauverfahren ermittelt worden. Das ökonomische Ergebnis vermindert sich mit dem Körnerleguminosenanbau bei

■ Ackerbohnenanbau um 126 €/ha,

■ Erbsenanbau um 403 €/ha,

■ Lupinenanbau um 500 €/ha.

3.8 Anbau von Feldfutterleguminosen zur Stickstofffixierung

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, wann sich der Anbau von Feldfutterleguminosen in Reinsaat bei viehhaltenden Landwirtschaftsbetrieben mit dem Ziel einer hohen Fixierleistung von Stickstoff lohnt. Um die Anbauwürdigkeit der Erzeugungsverfahren von Feldfutter unter den sächsischen Verhältnissen des Jahres 2009 vergleichbar zu prüfen, wurde der Verbundmodellbetrieb adäquat zu den Berechnungen aus dem Bericht „Biologisch-regenerative Stickstoffversorgung im Ackerbau“ Heft 31 der Schriftenreihe (LFL 2007) erneut verwendet (Abbildung 19). Die Betriebsstruktur des Verbundmodellbetriebes Sachsen wird durch

1. eine Betriebsgröße von 322,3 ha LF, davon 255,9 ha Ackerland und 66,4 ha Grünland,
2. einen Viehbesatz von 162 Vieheinheiten

beschrieben.

Der LP-Lösung in Heft 31/2007 folgend ist die Grünlandfläche vollständig als Koppelweide zu nutzen. Zur Nährstoffversorgung wird die Ausbringung der Wirtschaftsdünger bis zur Verfügbarkeitsgrenze präferiert. Um den Stickstoffbedarf zu decken, sind zusätzlich 80,1 kg/ha Stickstoff LF auszubringen.

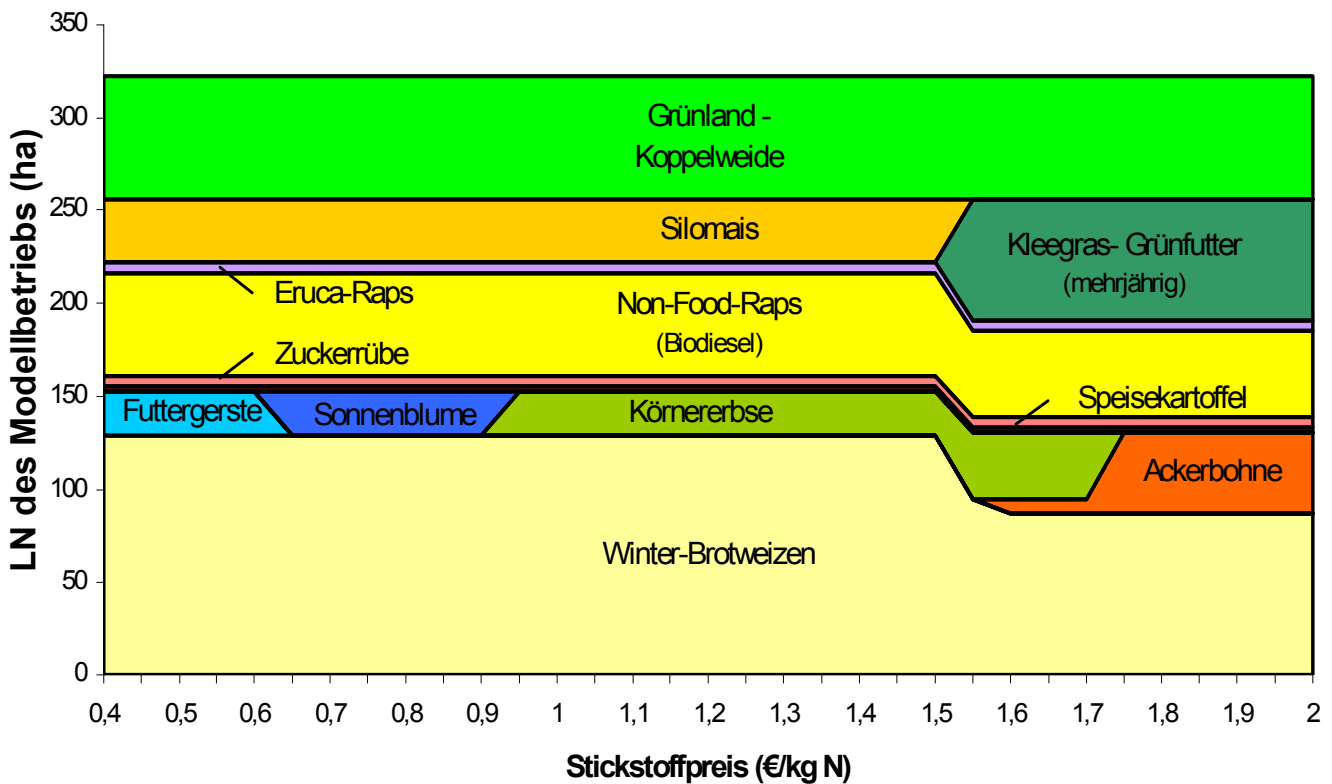


Abbildung 19: Veränderung des optimalen Anbauplanes des sächsischen Modellverbundbetriebes 2006 in Abhängigkeit des Stickstoffpreises (Quelle: LfL 2007)

Die Berechnung des optimalen Produktionsplanes erfolgte wiederum mit Hilfe der linearen Optimierung bei Einbeziehen der landwirtschaftlichen Erzeugungsverfahren Winterqualitätsweizen, Winterbrotweizen, Winterfutterweizen, Wintertriticale, Winterbrotroggen, Winterfuttergerste, Sommerfuttergerste, Sommerbraugerste, Industriehafer, Körnermais, Ackerbohnen, Lupine, Körnerfüttererbse, Winterraps (Food), Sonnenblumen, Ölein, Speisekartoffeln, Zuckerrüben, Winterraps (Non-Food), Eruca-Raps, Feldgras Heu, Feldgras Anwelksilage, Kleegras Anwelksilage, Kleegras Grünfütter, Kleegras Heu, Luzerne Grünfütter, Luzernegras Anwelksilage, Klee Anwelksilage, Silomais, Grünmais, Lieschkolben-Schrotsilage, Ganzpflanzensilage Gerste, CCM, Mähweide, Mähweide (halbe Düngung), Weide, Weide (halbe Düngung), 2-Schnittwiese (halbe Düngung),

3-Schnittwiese, 3-Schnittwiese Anwelksilage alternativ Heu, 3-Schnittwiese (halbes N-Düngeniveau), 4-Schnittwiese, Milchkuh (mit Färsenzukauf).

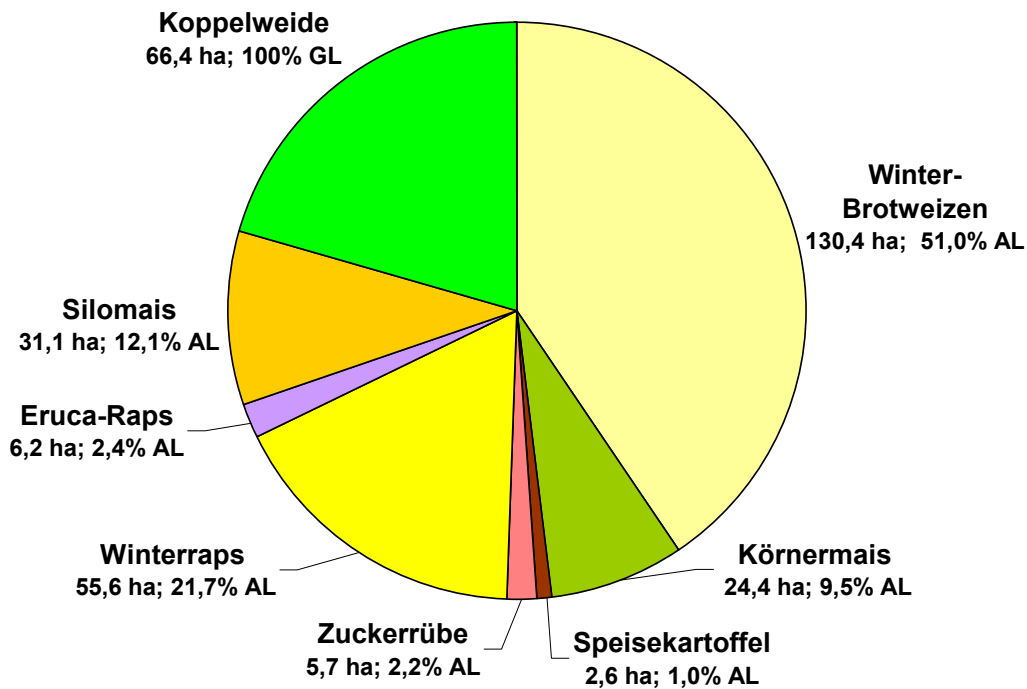


Abbildung 20: Optimales Produktionsprogramm des Modellverbundbetriebes Sachsen 2009 (eigene Berechnungen)

Gegenüber nicht legumen Erzeugungsverfahren für Feldfutter sind die leguminosenhaltigen Futtererzeugungsverfahren bei einem Stickstoffpreis von 0,80 €/kg N für den sächsischen Modell-Verbundbetrieb nicht konkurrenzfähig (Abbildung 20). Ökonomisch von Vorteil ist, den Grundfutterbedarf der Tierhaltung durch den Silomaisanbau und Koppelweide abzusichern. Benötigt wird für dieses Produktionsprogramm eine mineralische Düngung von 55,2 kg/ha LF zusätzlich zur Ausbringung des organischen stickstoffhaltigen Wirtschaftsdüngers im vollen, verfügbaren Umfang.

Statt als Koppelweide kann das Grünland alternativ als Mähweide genutzt werden. Der Silomaisanbau kann mit Grünmais, Lieschkolben-Schrotsilage oder Corn-Cob-Mix (CCM) ersetzt werden. Bei legumen Futterbereitstellungen ist mit erheblichen Deckungsbeitragsnachteilen von 258 €/ha bei Luzerne Grünfutter bzw. 298 €/ha bei Klee gras Grünfutter zu rechnen, Leguminosen enthaltende Silagen rufen Deckungsbeitragsnachteile von über 400 €/ha hervor (Tabelle 14).

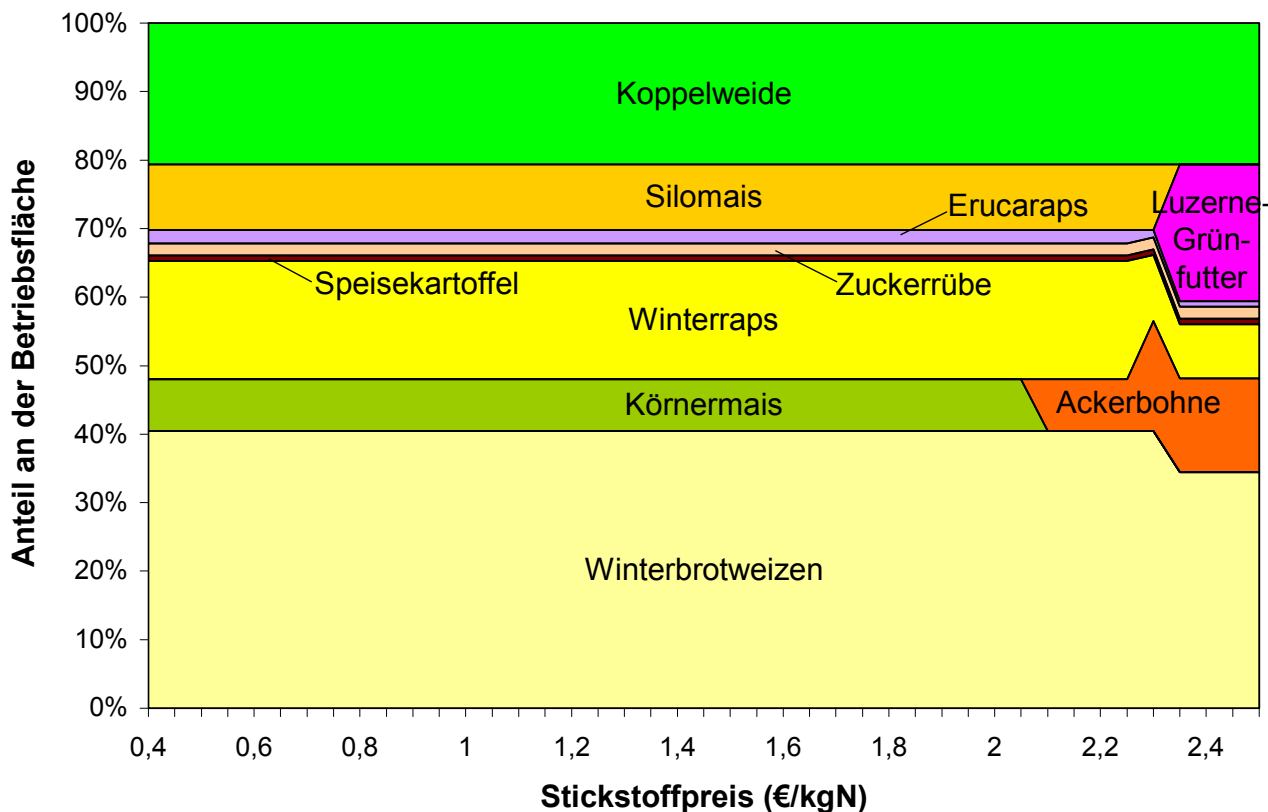


Abbildung 21: Veränderung des optimalen Anbauplanes in Abhängigkeit des Stickstoffpreises im sächsischen Modellverbundbetrieb unter Produktpreisverhältnissen des Jahres 2009

Hinsichtlich der Ackerkulturen bestätigen die Berechnungen für den Modellverbundbetrieb in Abbildung 20 und Abbildung 21 die Aussagen zum Modellackerbaubetrieb zu Abbildung 12: das optimale Anbauprogramm stimmt hinsichtlich der Ackerkulturen und ihres Anbauumfanges überein sowie die Schwellenpreise für den Ersatz des Körnermais anbaues bzw. die Anbauerweiterung des Ackerbohnenanbaues treffen erneut zu.

Bei den Feldfüttererzeugungsverfahren im sächsischen Modellverbundbetrieb behält Silomais seine Vorzüglichkeit bis zu einem Stickstoffpreis von 2,30 €/kg, ab diesem Punkt sollte der Ersatz durch Luzerne Grünfütter erfolgen (Abbildung 21). Dieses Anbauverfahren ist ökonomisch vorzüglich gegenüber den anderen legumen Feldfütteranbauverfahren Klee gras Anwelksilage, Klee gras Grünfütter, Klee gras Heu, Luzerne gras Anwelksilage und Klee Anwelksilage. Diese benötigen nach den Ausgangsdaten erhebliche Stickstoffgaben von 109 bzw. 115 kg/ha Stickstoff, während der Anbau von Luzerne Grünfütter ohne Stickstoffgabe auskommt. Wird der Anbau von Luzerne Grünfütter ausgeschlossen, bleibt Silomais dominant bis zum maximalen Stickstoffpreis der Untersuchung von 2,50 €/kg N.

3.9 Berücksichtigung verschiedener Anbauintensitäten bei Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatz

Den Landwirten steht die vorn beschriebene Möglichkeit zur Verfügung, bei erhöhten Preisen für Stickstoffdüngemittel oder erwarteten geringen Produktpreisen die Intensität der Produktion zu reduzieren. Eine angemessene Reaktion ist die verringerte Einsatzmenge von Stickstoffdüngemitteln und Pflanzenschutzmitteln, wenn die Kosteneinsparung größer als die Ernteeinbuße ausfallen wird. Andererseits verbessert eine erhöhte Intensität bei geringem Faktorpreis oder erwartetem hohem Produktpreis das Ergebnis.

Für eine lineare Optimierung bei Berücksichtigung der Produktionsintensität ist die notwendige Datengrundlage nicht verfügbar. Erforderlich sind abgesicherte Zusammenhänge (Produktionsfunktionen) zwischen der Produktionsfaktorenkombination Stickstoff-Pflanzenschutzmittel und dem erreichbaren Naturalertrag unter sächsischen Bedingungen für alle einzubeziehenden Erzeugungsverfahren. Auf Grund dessen könnten Erzeugungsverfahren mit variierten Intensitätsstufen definiert und zusätzlich in die Berechnung einbezogen werden.

Alternative Intensitätsstufen wurden bei der Produktionsprogrammanalyse des sächsischen Verbundmodellbetriebes bei den Erzeugungsverfahren „Mähweide“, „Weide“ und „3-Schnitt-Wiese“ verwendet, indem diese Verfahren mit der jeweiligen Variante mit halbem Düngenniveau aufgrund der Datenverfügbarkeit einbezogen wurden.

3.10 Diskussion der Berechnungen durch Einsatz der Linearen Programmierung

Die erneuten Berechnungen für das Jahr 2009 ergeben, dass sich unter sächsischen Verhältnissen der Anbau von Leguminosen trotz Berücksichtigung ihres Vermögens, biologisch-regenerativen Stickstoff bereitstellen zu können, als Hauptkultur im konventionellen Anbau nicht als vorzüglich erweist. Sowohl für den sächsischen Modellackerbaubetrieb als auch für den Verbundbetrieb trägt der Anbau von Leguminosen bei einem Stickstoffpreis von 0,80 €/kg nicht zum bestmöglichen Ergebnis bei. Der Schwellenpreis für den Anbau der Ackerbohne als beste Körnerleguminose liegt bei 2,08 €/kg Stickstoff, für den Anbau von Luzerne Grünfutter als beste Futterleguminose bei 2,30 €/kg Stickstoff. Die Marktbedingungen entwickelten sich von 2006 zu 2009 nicht den Leguminosenanbau begünstigend, statt des 1,8-fachen Stickstoffpreises ist 2009 der 2,6-fache Stickstoffpreis erforderlich, um den Körnerleguminosenanbau in das optimale Produktionsprogramm zu integrieren. Bei Feldfutterleguminosen liegt der Preisfaktor etwa bei 3, bei dem der Anbau Stickstoff fixierender Leguminosen vorzüglich wird. Ein um 8 kg/ha höherer durchschnittlicher Einsatz mineralischen Stickstoffs zahlt sich dabei aus und bewirkt einen um 58.300 € höheren gesamtbetrieblichen Deckungsbeitrag gegenüber 2006. Das Ergebnis der LP wird von sächsischen Buchführungsergebnissen bestätigt. Bei den strukturell vergleichbaren sächsischen Ackerbaubetrieben im Haupterwerb (Einzelunternehmen) stieg vom Wirtschaftsjahr 2005/2006 von 220 €/ha LF auf 365 €/ha LF im Wirtschaftsjahr 2008/2009 an (SMUL 2007 und 2010). Das Betriebsergebnis aus sächsischen Buchführungsdaten weist mit 66 % eine ähnliche Steigerung auf wie die Berechnung mit Hilfe der Linearen Programmierung von 62 %.

Unter den Bedingungen des Hochpreisszenariums ist der Leguminosenanbau überraschend seiner Vorzüglichkeit am nächsten; eine Verdopplung des Stickstoffpreises reicht aus, um den Anbau der Ackerbohne in den optimalen Produktionsplan des sächsischen Modellackerbaubetriebes zu bringen. Dies erklärt sich damit, dass der Produktpreis für Ackerbohne im Jahr 2007 mit dem Faktor 1,73 eine der höchsten Steigerungen gegenüber dem Prognosepreis (Tabelle 5) aufweist.

Die Methode der Linearen Programmierung hat sich erneut als geeignetes Mittel erwiesen, konkrete Aussagen über die Vorteilhaftigkeit der Formen der Bereitstellung von Stickstoff zu treffen. Hinzuweisen ist darauf, dass die Berechnungsergebnisse aus mittleren, sächsischen Daten ermittelt wurden. Für spezielle betriebliche Bedingungen kann ein anderes Ergebnis zutreffen, beispielsweise ab wann der Leguminosenanbau vorzuziehen sei.

4 Anbauwürdigkeit legumer Zwischenfrüchte

4.1 Anbau legumer Zwischenfrüchte im konventionellen Landbau

Wie im ökologischen Landbau üblich, könnten legume Zwischenfrüchte auch in konventioneller Bewirtschaftung eingesetzt werden, um Luftstickstoff zu binden und den Hauptkulturen als Nährstoff zur Verfügung stellen. Im folgenden Abschnitt soll die Anbauwürdigkeit legumer Zwischenfrüchte untersucht, insbesondere ein Stickstoffpreisniveau ermittelt werden, ab dem bei der Abfolge von Wintergetreide – Wintergetreide und Wintergetreide – Mais unter günstigen Anbaubedingungen wirtschaftlich wird.

Vorteilhaft, um eine legume Zwischenfrucht in der Abfolge Wintergetreide – Wintergetreide zu nutzen, ist die Etablierung als Untersaat in den Wintergetreidebestand, da gegenüber einer Stoppelsaat oder Blanksaat zum einen Auflaufprobleme bei Sommertrockenheit vermieden werden und weiterhin die bereits erfolgte Jugendentwicklung der Leguminose eine zügige Ertragsentwicklung verspricht. Dabei kommen Rotklee, Weißklee oder kleehaltige Gemenge zu Saatzeitpunkten zwischen Februar und April zum Einsatz (LÜTKE-ENTRUP 2001; S. 20 bzw. S. 42).

Das Beispiel der Untersaat von Rotklee in Wintergetreide zum Zweck der symbiotischen Stickstoffbindung, dargestellt in Tabelle 6, stellt die Kosten für die Etablierung der Zwischenfrucht Rotklee den jeweiligen Stickstoffbindungsmengen gegenüber. Im dargestellten Ertragsbereich liegen die Kosten für ein Kilogramm symbiotisch gebundenen Stickstoffs zwischen 16,68 € und 1,24 €.

Tabelle 6: Deckungsbeitragsrechnung für die Stickstoffbereitstellung durch eine legume Untersaat von Rotklee im konventionellen Zwischenfruchtanbau als Gründüngung

Produktionstechnische Daten		Rotklee Gründüngung, 5 ha			
Kosten					
Aussaatmenge	kg/ha	18,00 ¹			
Saatgutpreis	€/kg	4,40 ²			
Saatgutkosten	€/ha	79,20			
Σ Direktkosten	€/ha	79,20			
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	-79,20			
variable Maschinenkosten (eigen)	€/ha	50,87 ³			
Σ sonstige variable Kosten	€/ha	50,87			
Deckungsbeitrag	€/ha	-130,07			
Leistungen					
Bruttoaufwuchs	dt/ha FM	100	150	200	250
Stickstoffgehalt	kg/dt FM	0,55 ⁴	0,55 ⁴	0,55 ⁴	0,55 ⁴
Stickstoffmenge in der Biomasse	kg/ha	55	82,5	110	137,5
davon symbiotisch fixierter Stickstoff ⁵	kg/ha	7,8	43,25	72,6	105,0
Variable Kosten je kg symbiotisch fixierter Stickstoff	€/kg N	16,68	3,01	1,79	1,24

¹⁾ LfL (1998), Kap. 4.2.1

²⁾ LfULG (2010)

³⁾ KTBL (2006); für Parzellengröße 5 ha, mittleren Boden, enthaltene Arbeitsverfahren: - Aussaat mit Sämaschine, 4,5 m Arbeitsbreite, 67 kW, - Mulchen, 3 m Arbeitsbreite, 67 kW, - Tiefgrubbern, 3 m Arbeitsbreite, 83 kW

⁴⁾ LfL (2007); S. 79

⁵⁾ Kolbe (2007)

Der zu erwartende Ertrag bei Zwischenfruchtanbau von Rotklee wird mit 100 bis 150 dt/ha Grünmasse (LfL 1998, Kap. 4.2.1) beziffert. Anderenorts lassen sich für die Rotkleeuntersaat zum Sommerzwischenfruchtanbau 175 bis 300 dt/ha Pflanzenfrischmasse ermitteln (LÜTKE-ENTRUP 2001, S. 43), wenn ein Trockenmasseanteil von 20 % zu Grunde gelegt wird. Angewendet auf den höchsten Ertragswert resultieren Kosten je kg symbiotisch fixierten Stickstoff von 0,95 €. Unter sehr günstigen Bedingungen erreicht die symbiotische Stickstoffbereitstellung durch Kleeuntersaat den erwarteten Nährstoffpreis des Jahres 2009 von 0,96 €/kg Kalkammonsalpeter-Stickstoff (Tabelle 1). Unter Hinzufügen der variablen Ausbringungskosten für Kalkammonsalpeter nach den in der Planungsdatenbank des LfULG verwendeten Daten über Maschinenkosten (LfULG 2010) ergeben sich Kosten von 0,99 €/kg ausgebrachten Stickstoff (ohne Lohnansatz) bzw. 1,01 €/kg (einschließlich Lohn) als Vergleichsmaßstab für die mineralische Stickstoffdüngung. Der Äquivalenzpreis ohne Lohnansatz stellt sich für beide Stickstoffbereitstellungen bei einem Bruttoaufwuchs von 290 dt/ha Frischmasse der Sommerzwischenfrucht Rotklee zur Gründüngung ein. Kostenindifferenz der Stickstoffbereitstellung wird hier erst am Maximalertrag der Sommerzwischenfrucht erreicht. Hinzuzufügen ist, dass bei der Kalkulation andere, neben dem Stickstoff-Versorgungseffekt auftretende ackerbaulich vorteilhafte oder nachteilige Wirkungen unberücksichtigt sind.

Selbst eine kostengünstige Stickstoffbereitstellung ist unwirtschaftlich, wenn der Nährstoff nicht benötigt wird, also unverwertet bleibt. „Für eine normale Herbstentwicklung ist mit folgenden N-Aufnahmen zu rechnen: Wintergerste 30 bis 50 kg/ha N; Winterroggen, Triticale 30 bis 50 kg/ha N; Winterweizen 10 bis 30 kg/ha N. Die zu erwartende N-Mineralisierung in der Zeit nach der Ernte der Hauptfrucht bis zum Winter liegt häufig in einem Bereich von 20 bis 50 kg/ha N“ (LfL 2007a, S. 29). Eine

Stickstoffzufuhr im Herbst ist unter Umständen zu Wintergerste gerechtfertigt, „bei den anderen Wintergetreidearten besteht in der Regel kein Düngbedarf“ (LfL 2007a, S. 29). Die leicht mineralisierbaren, in großen legumen Zwischenfruchtpflanzenmassen enthaltenen erheblichen Stickstoffmengen treffen im Herbst auf einen geringen Stickstoffbedarf der Folgefrucht Wintergetreide. Ihre vollständige Verwertung findet nicht statt. Die Stickstoffdynamik im komplexen System Boden ist von Witterungs-, Boden- und ackerbaulichen Bedingungen abhängig, mit erheblichen Stickstoffverlusten ist zu rechnen.

Aus der Menge der Stickstoffbereitstellung durch die im Herbst eingearbeitete Zwischenfrucht Leguminose sind 30 kg/ha N Nachlieferung für die Folgefrucht anzurechnen (LfL 2007a, S. 28). Darin drückt sich die begrenzte Wiederfindung organisch gebundenen Stickstoffs im Aufwuchs des Folgejahres aus. Demnach werden im Herbst und im Folgejahr maximal 80 kg/ha Stickstoff aus der Pflanzenmasse der Zwischenfruchtleguminose aufgenommen. Differenziertere Daten darüber, welcher Anteil der von der Getreidefrucht aufgenommenen Stickstoffmenge aus der Sommerzwischenfrucht bzw. der symbiotischen Stickstofffixierung stammt, liegen nicht vor.

Geht man davon aus, dass von dem obigen im Kostengleichgewicht durch Rotkleeuntersaat bereitstellbaren Bruttoaufwuchs von 290 dt/ha Frischmasse der symbiotisch fixierte Stickstoffanteil von 82,1 % (130,9 kg symbiotisch fixierter von der Gesamtstickstoffmenge von 159,5 kg/a N) sich in der Folgefrucht wiederfindet und deren kompletter Stickstoffgehalt aus der Zwischenfrucht stamme, geht mit maximal 65,6 kg die Hälfte des gesamten symbiotisch fixierten Stickstoffs von 130,9 kg/ha N in die Folgefrucht ein. In diesem besten Fall ergeben sich Stickstoffbereitstellungskosten von 1,98 € für ein Kilogramm des in der Nachfrucht gegenutzten, symbiotisch fixierten Stickstoffs. Diese bestmögliche Kalkulation wird von der Wiederfindungsrate des Stickstoffes in der Folgefrucht, die mit „bis zu 50 %“ angegeben wird (LfULG 2010a), bestätigt. Allerdings ist auf Grund der relativ schnellen Mineralisierung der Gründüngung im Herbst und der darauf folgenden Winterperiode die Auswaschungswahrscheinlichkeit hoch, dementsprechend sind niedrigere, suboptimale Wiederfindungsraten zu erwarten.

Weitere Stickstoffmengen, die aus der Gründüngung stammen, können von den Nach-Nachfrüchten aufgenommen werden. Langfristig erreicht Gründüngung eine Stickstoffverfügbarkeit von 40 bis 60 % Mineraldüngeräquivalent (GUTSER 2006). Das heißt, eine etwa doppelte Stickstoffmenge in Gründüngung ist erforderlich, um den gleichen langfristigen Düngungseffekt zu erzielen wie eine Stickstoffmenge in Form von Mineraldünger. Die variablen Kosten für ein Kilogramm genutzten biologisch-regenerativen Stickstoffs betragen bei 250 dt/ha Bruttoaufwuchs Rotklee Gründüngung 2,07 bis 3,10 €.

Beim derzeitigen Preisniveau für mineralische Stickstoffdünger ist im konventionellen Landbau die Bereitstellung dieses Nährstoffes durch mineralische Düngung derjenigen durch legume Zwischenfrucht Rotklee in der Abfolge Wintergetreide – Wintergetreide betriebswirtschaftlich vorzuziehen.

In der Fruchtfolge Wintergetreide – Mais steht der legumen Zwischenfrucht zum Zweck der Gründüngung eine längere Vegetationszeit zur Verfügung. Geeignet sind überwinternde Leguminosen wie Inkarnatklee und Winterwicke, die dann zum Bedarf der Folgefrucht ihre Stickstoffmenge bereitstellen, bewährt haben sich diese auch als Mischungspartner im Landsberger Gemenge. Dessen Anbau bringt neben der legumen Stickstofffixierung einen erheblichen Stickstoffkonservierungseffekt hervor.

Tabelle 7: Variable Kosten für biologisch-regenerativen Stickstoff bei Gründung von Landsberger Gemenge

Produktionstechnische Daten		Landsberger Gemenge Gründung, 5 ha			
Kosten					
Aussaatmenge	kg/ha	30 / 20 / 10 ¹			
Saatgutpreis	€/kg	2,20 ²			
Saatgutkosten	€/ha	132,00			
Σ Direktkosten	€/ha	132,00			
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	-132,00			
variable Maschinenkosten (eigen)	€/ha	95,54 ³			
Σ sonstige variable Kosten	€/ha	95,54			
Deckungsbeitrag	€/ha	-227,54			
Leistungen					
Bruttoaufwuchs	dt/ha FM	170	230	290	350
Stickstoffgehalt	kg/dt FM	0,40 ⁴	0,40 ⁴	0,40 ⁴	0,40 ⁴
Stickstoffmenge in der Biomasse	kg/ha	68	92	116	140
davon symbiotisch fixierter Stickstoff ⁵	kg/ha	29,4	56,5	83,6	110,8
Variable Kosten je kg symbiotisch fixierter Stickstoff	€/kg N	7,74	4,03	2,72	2,05

¹⁾ Welsches Weidelgras / Winterwicke / Inkarnatklees

²⁾ Saatbau LINZ (2009)

³⁾ LfULG (2009); BPS Bodenbearbeitung Parzellengröße 10 ha, mittleren Boden, enthaltene Arbeitsverfahren:

- Stoppelbearbeitung: Scheibenegge, 6 m, - Grundbodenbearbeitung: 6-Schar-Drehpflug mit Packer, - Saatbettkombination 6 m, - Saat: Drillmaschine 6 m einschließlich Saatguttransport

KTBL (2006); Betriebsplanung Landwirtschaft 2006, Datensammlung, - Mulchen, 3 m Arbeitsbreite, 67 kW

⁴⁾ LfULG (2009); Umsetzung der Düngeverordnung, Anhang 1

⁵⁾ Kolbe (2007) für Klee gras 50:50

Zur Kalkulation der Bereitstellungskosten des Nährstoffes Stickstoff aus der Winterzwischenfrucht Landsberger Gemenge wurden die variablen Maschinenkosten und die Saatgutkosten herangezogen. Hinsichtlich des zu erwartenden Pflanzenmasseertrages bilden Versuchsergebnisse im ökologischen Anbau von 21,6 dt/ha oberirdische Trockenmasse mit einem Stickstoffgehalt von 50,7 kg/ha (Gruber 2005, S. 8) die untere und 45 dt/ha bei einem Stickstoffdüngungsbedarf von 60 bis 80 kg (AIGNER & HARTMANN 2006, S. 760) die obere Grenze. Ausgegangen von einem Trockenmasseanteil von 17 % (LfL 2007b, S. 64) und hinzukommendem Wurzelmasseanteil von 33 % (NACH LÜTKE-ENTRUP & OEHMICHEN 2000, S. 623) liegt die erwartete Pflanzenfrischmasse zwischen 170 und 350 dt/ha.

In diesem Ertragsbereich liegen die variablen Kosten für durch Fixierung bereitgestellten Stickstoff zwischen 7,74 und 2,05 €/kg N bereits über denjenigen für die Bereitstellung durch Ausbringung von Kalkammonsalpeter von 0,99 €/kg N, der sich bei einem Mineralstickstoff-Preis von 0,96 €/kg N ergibt.

Der im Frühjahr in der Pflanzenmasse enthaltene Stickstoff wird ebenfalls nur teilweise pflanzenwirksam, von einer Stickstoffnachlieferung von 40 kg/ha N bei Einarbeitung einer Leguminosen-Zwischenfrucht im Frühjahr wird ausgegangen (LfL 2010, S. 28). Ungenutzter Stickstoff trägt die Herstellungskosten nicht mit; im günstigsten Fall sind für ein Kilogramm genutzten symbiotisch fixierten Stickstoffs in der Folge adäquat der vorigen Argumentation variable Kosten von 3,42 bis 5,13 € zu veranschlagen.

Die Kostenkalkulation für die Bereitstellung von symbiotisch fixiertem Stickstoff wurde unter Verwendung der Direktkosten und variablen Maschinenkosten durchgeführt. Obwohl damit die Mindestkosten, die dem zur Verfügung gestellten Stickstoff anzulasten sind, verwendet wurden, ist die symbiotische Verfügbarmachung teurer als die Ausbringung mineralischen Stickstoffs in Form von KAS. Bereits das berechnete Einkalkulieren von Arbeitskraft und Zinsanspruch würde eine weitere relative Verteuerung des symbiotisch bereitgestellten Stickstoffs gegenüber der Ausbringung von Mineralstickstoff bewirken. WOLF & MÖLLER (2007, S. 50ff) gehen noch weiter und befürworten die Preiskalkulation symbiotisch fixierten Stickstoffs durch Vollkostenrechnung.

4.2 Vergleich von Zwischenfrucht- und Hauptfruchtstellung des Leguminosenanbaues im Ökologischen Landbau

Körnerleguminosen sind ein fester Fruchtfolgebestandteil im ökologischen Ackerbau. Geschätzt wird ihr Marktfruchtertrag bei Auffüllung des Bodenstickstoffvorrates durch die Ernterückstände. Aber auch als Sommerzwischenfrucht zur Gründüngung können Körnerleguminosen in erheblichem Maß symbiotisch fixierten Stickstoff dem Kreislauf zuführen. Es sollen die Produktpreis-, Ertrags- und Stickstofffixierungsbedingungen dargestellt werden, unter denen Körnerleguminosen in Zwischenfruchtstellung zur N-Fixierung in Marktfruchtbetrieben wirtschaftlicher werden als in Hauptfruchtstellung.

Tabelle 8: Kosten und Leistungen für die Körnerleguminose Ackerbohne in Zwischenfrucht- und Hauptfruchtstellung

Produktionstechnische Daten		Ackerbohne Zwischenfrucht	Ackerbohne Hauptfrucht
		ökologisch, Schlaggröße 10 ha, Ertragsniveau mittel, mittlerer Boden, 67-kW-Mechanisierung, Hof-Feld-Entfernung 2 km, nicht wendend	
Kosten			
Σ Direktkosten	€/ha	195,13 ¹	303,34 ¹
variable Maschinenkosten	€/ha	37,08 ¹	153,84 ¹
Σ variable Kosten	€/ha	232,21 ¹	457,18 ¹
Leistungen			
Hauptprodukt	dt/ha	-	20 ²
Marktleistung	€/ha		600 ²
Trockenmasseertrag oberirdisch	dt/ha	40 ³	
Trockenmasseertrag Wurzel	dt/ha	15 ³	
Trockensubstanzanteil an FM	%	15 ⁴	
N-Gehalt der Frischmasse	kg/dt N	0,52 ⁴	
Anteil des fixierten Stickstoffs	%	65 ⁵	
Stickstoffzufuhr	kg/ha N	124	100 ²
Bewertung des Stickstoffgehalts	€/kg N	2,50 ⁶	2,50 ⁶
Nicht marktgängige N-Leistung	€/ha	310,00	250,00
Σ Leistungen	€/ha	310,00	850,00
Leistungen – Kosten	€/ha	77,79	392,82

¹⁾ KTBL (2010)

²⁾ LfULG (2010)

³⁾ Lütke-Entrup (2001) S. 32

⁴⁾ LfL (2007a) S. 85

⁵⁾ nach Freyer u.a.(2006) S. 128

⁶⁾ KTBL (2005) S. 789

Für den ökologischen Anbau der Körnerleguminose Ackerbohne in Sachsen wird in der Datenbank über Planungsrichtwerte von einem Kornertrag von 20 dt/ha, variablen Maschinenkosten von 120 €/ha, variablen Gesamtkosten von 450 €/ha, einem Deckungsbeitrag von 175 bzw. 435 (mit Zuschüssen) €/ha und einer legumens Stickstoffzufuhr von 100 kg/ha ausgegangen (LfULG 2010).

Die vorgenommene Kalkulation für die Ackerbohne in Zwischen- und Hauptfruchtstellung stellt die Leistungs-Kosten-Differenz bei vorsichtiger Bewertung der nicht marktgängigen Leistung der symbiotischen Stickstoffbereitstellung vor. Für Stickstoff aus Leguminosenzwischenfrucht werden 2,50 bis 3,50 €/kg N im ökologischen Landbau veranschlagt (KTBL 2005, S. 789). Die im Zwischenfruchtanbau durch die Fixierung des Luftstickstoffes bereitgestellte Nährstoffmenge beträgt 124 kg/ha Stickstoff, die dafür nötigen variablen Kosten 232 €/ha, folglich liegen die variablen Kosten je im Zwischenfruchtaufwuchs enthaltenen kg Stickstoff bei 1,87 €. Es ergibt sich ein positiver Deckungsbeitrag von 77,79 €/ha. Bei ausschließlicher Bewertung der symbiotischen Stickstoffbereitstellung mit 2,50 €/kg Reinstickstoff lohnt sich der Anbau von Ackerbohne als Zwischenfrucht im ökologischen Landbau.

Neben der Bereitstellung wird die Wirtschaftlichkeit von der Verwertung des zur Verfügung stehenden Faktors beeinflusst. Wird von einer langfristigen Wiederfindungsrate von 75 % (LfULG 2010a) ausgegangen, d.h. in den Folgekulturen werden 75 % des in der Pflanzenmasse der Zwischenfrucht enthaltenen Stickstoffs als Pflanzennährstoff tatsächlich wirksam, dann werden 93 kg der symbiotisch fixierten Menge (124 kg) pflanzenbaulich genutzt. Die variablen Kosten je genutzten Kilogramm Stickstoff betragen 2,50 €; sie wiegen die durch die Bewertung unterstellte Leistung des Zwischenfruchtanbaues Ackerbohne auf. Bei niedrigerer Verwertung ist der Zwischenfruchtanbau der Ackerbohne bei der vorgenommenen Bewertung des Nährstoffes betriebswirtschaftlich nicht mehr lohnend.

In der Hauptfruchtstellung der Ackerbohne ergibt sich bei Bewertung des biologisch-regenerativen Stickstoffs in der Pflanzenmasse von 2,50 €/kg N (Nährstoffbereitstellung) ein Deckungsbeitrag von 392,82 €/ha. Wird die Verwertung des symbiotischen Stickstoffs mit obiger Wiederfindungsrate von 75 % berücksichtigt (Nährstoffnutzung), d.h. der genutzte Stickstoff mit 2,50 €/kg N bewertet, verbleibt ein Deckungsbeitrag von 330,32 €/ha.

Unter rein ökonomischer Perspektive ist die angestrebte Aussage, unter welchen Produktpreis-, Ertrags- und N-Fixierungsbedingungen der Körnerleguminosenanbau in Zwischenfruchtstellung zur N-Fixierung in Marktfruchtbetrieben wirtschaftlicher wird als derjenige in Hauptfruchtstellung, zu ermitteln. Ein Vergleichskriterium besteht in den variablen Kosten je kg biologisch-regenerativ bereitgestellten Stickstoff, wenn die Ausnutzung beider Bereitstellungen durch die Folgekulturen gleich ist. Für Ackerbohne in Zwischenfruchtstellung wurden 1,87 €/kg N ermittelt. In der Hauptfruchtstellung werden die marktgängige Leistung des Korntrags und die nicht marktgängige Leistung des biologisch-regenerativen Stickstoffs betrachtet. Würde der Stickstoff als Nebenprodukt des Kornanbaues angesehen, wären ihm keine Kosten zuzuordnen, die variablen Kosten je biologisch-regenerativ bereitgestellten Stickstoff lägen bei 0 €/kg N. Wird der biologisch-regenerativ bereitgestellte Stickstoff als gleichberechtigte, weitere Leistung betrachtet, dann wird das Ergebnis erheblich von der Aufteilungsmethode der Kosten bestimmt. Plausibel erscheint die Aufteilung der Kosten entsprechend des monetären Wertes der jeweiligen Leistung. Demnach sind bei obiger Stickstoffbewertung 29,1 % der Gesamtleistung dem biologisch-regenerativen Stickstoff zuzuordnen, die adäquat verteilten variablen Kosten betragen 1,34 €/kg biologisch-regenerativ erstelltem Stickstoff bei Ackerbohnenanbau in Hauptfruchtstellung. Verglichen mit den variablen Kosten des in Zwischenfruchtstellung erzielten biologisch-regenerativen Stickstoffes von 1,87 €/kg N ist die Erstellung durch Ackerbohnenanbau in Hauptfruchtstellung kostengünstiger. Hinzuweisen ist auch hier auf die Abstraktion von weiteren pflanzenbaulichen und betrieblichen Aspekten wie unterschiedliche phytosanitäre und Beikrautwirkungen, Arbeitskraftbedarf oder Deckung des Futterbedarfes.

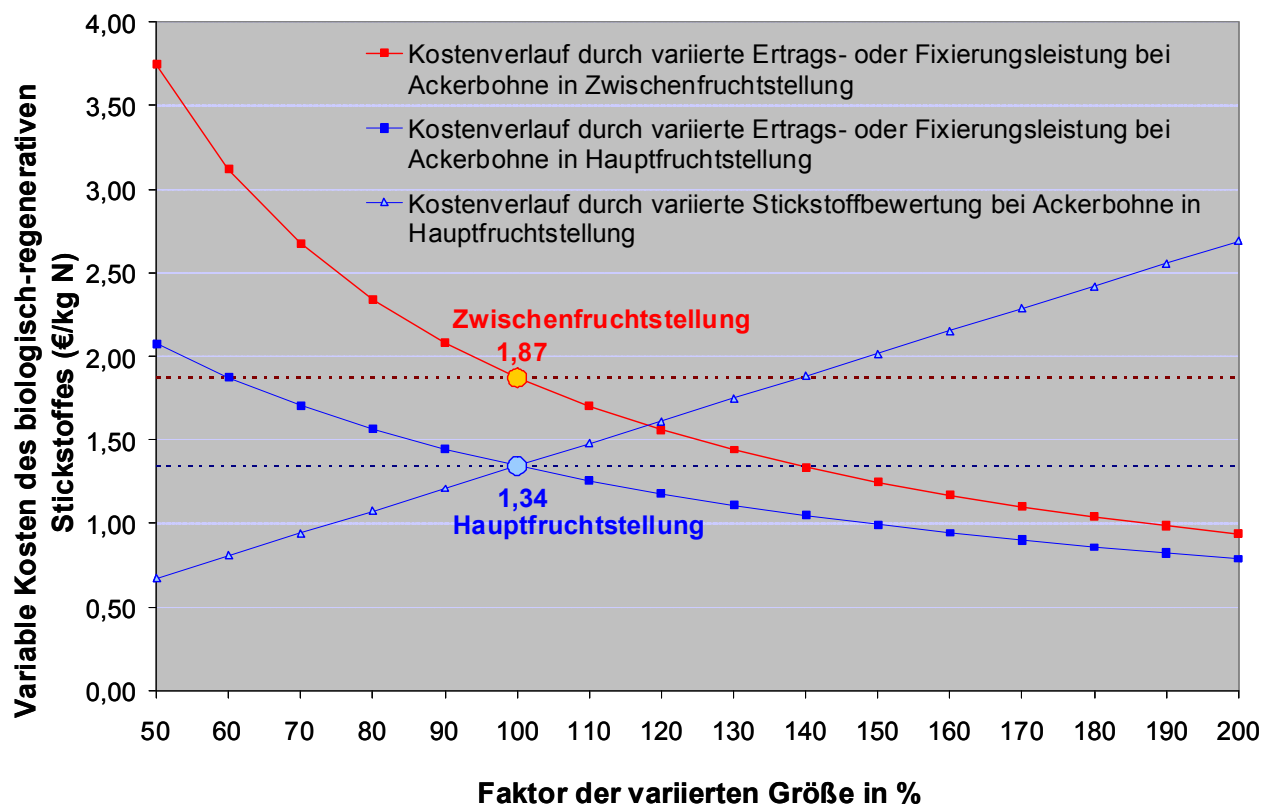


Abbildung 22: Variable Kosten der Stickstoffbereitstellung durch Ackerbohne in Haupt- und Nebenfruchtstellung bei variierten Ausgangsdaten

Ausgehend von diesen beiden variablen Kostenwerten zeigt Abbildung 22, unter welchen Produktpreis-, Ertrags- und N-Fixierungsbedingungen der Körnerleguminosenanbau in Zwischenfruchtstellung zur N-Fixierung in Marktfruchtbetrieben günstiger in den variablen Kosten wird als derjenige in Hauptfruchtstellung. Eine Erhöhung der Ertragsleistung auf 77 dt/ha Trockenmasseproduktion oder der biologisch-regenerativen Stickstoffbereitstellung auf 174 kg/ha bei Zwischenfruchtanbau der Ackerbohne würden zum Kostengleichgewicht führen. Die Bewertung des bereitgestellten biologisch-regenerativen Stickstoffes im Ackerbohnenanbau in Hauptfruchtstellung kann um 40 % auf 3,50 €/kg N bei der durchgeführten Kostenverteilung steigen, bis die Kosten des biologisch-regenerativ erstellten Stickstoffes von 1,87 €/kg N durch Ackerbohne in Zwischenfruchtstellung erreicht sind.

Die beiden Anbauverfahren der Ackerbohne, entweder in Hauptfrucht- bzw. Zwischenfruchtstellung, konkurrieren nicht um dieselben Faktoren. Die Entscheidung über ihren Anbau ist anhand der jeweiligen betriebswirtschaftlichen Vorzüglichkeit gegenüber zeitgleich zu kultivierenden Anbaualternativen zu treffen oder anhand der Vorzüglichkeit einer ganzen Fruchtfolge.

Weiterhin wurde deutlich, dass die Verwertung des Stickstoffes Bedingung für eine wirtschaftliche Bereitstellung ist. Da die langfristige Wiederfindungsrate von 75 % (LfULG 2010a) bei beiden Stellungen der Ackerbohne in der Fruchtfolge anzuwenden ist, wirkt sich ihre Berücksichtigung nicht auf die getroffenen Aussagen aus, es wird darauf verzichtet.

4.3 Diskussion Zwischenfruchtanbau

Der Grad der Verwertung des symbiotischen Stickstoffes ist von der Zusammensetzung der legumen Ausgangspflanzenmasse, der Dauer und den herrschenden Bedingungen der Pflanzenmassezersetzung bis zur Aufnahme durch die Folgefrucht, von der bzw. den Folgefrüchten und deren Produktpreisen abhängig. Eine Kalkulation erscheint daher wiederum nur für eine bestimmte Fruchtfolge treffsicher genug und bei hinreichender Kenntnis der Wiederfindungsrate des Stickstoffs.

5 Auswirkung des Stickstoffpreises auf die Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, welchen Einfluss steigende Energie- und Produktpreise auf Entscheidungen zur Umstellung auf ökologischen Landbau entfalten. Insbesondere soll einbezogen werden, ob eine Angleichung der konventionellen und ökologischen Fruchtfolgen zu erwarten ist und wie sich das Verhältnis zwischen Kosten für Kraftstoff und Mineraldünger zur Marktleistung entwickelt.

5.1 Energiepreis, Kraftstoff- und Mineraldüngerpreis

In empirischen Untersuchungen zu den Beweggründen und Hindernissen für die Umstellung von konventioneller auf ökologische Landwirtschaft konnte kein Nachweis für die Wirkung des Faktors Energiepreis aufgefunden werden. Als Umstellungsgrund wird der Energiepreis durch die befragten Landwirte offenbar nicht wahrgenommen.

Aus den Buchführungsergebnissen vergleichbarer ökologisch bzw. konventionell wirtschaftender landwirtschaftlicher Betriebe wird die Bedeutung der Energiekosten ersichtlich. Der unmittelbare Energieeinsatz spiegelt sich im sonstigen Materialaufwand in den Aufwandsposten „Heizmaterial, Strom“ und „Treib- und Schmierstoffe“ wider (Tabelle 9). Beide Aufwandsposten weisen für die ökologisch wirtschaftenden Betriebe größere Aufwendungen auf. Die Summe beider Aufwandsposten ist für die ökologisch wirtschaftenden Betriebe mit Ausnahme der Futterbaubetriebe größer als bei den konventionell wirtschaftenden, bei Annahme gleicher Energiepreise wird die ökologische Bewirtschaftung energieintensiver durchgeführt.

Tabelle 9: Buchführungsergebnisse Natürliche Personen (Wirtschaftsjahr 2005/06) Ökologisch und konventionell wirtschaftende Betriebe in den ostdeutschen Bundesländern im Vergleich - untergliedert nach Betriebsformen (LfL 2008 Anhang S. 13ff.)

Bezeichnung	Maß- einheit	Betriebe gesamt		Ackerbaubetriebe		Futterbaubetriebe		Verbundbetriebe	
		Öko	Konv	Öko	Konv	Öko	Konv	Öko	Konv
Betriebe	Anzahl	104	97	43	74	41	13	14	25
Wirtschaftliche Betriebsgröße	EGE / Betrieb	141	141	155	156	134	136	128	128
Umsatzerlöse	€/ha LF	506	565	456	665	393	640	700	760
dar. lw. Pflanzenprod.	€/ha LF	193	378	363	549	28	55	230	213
dar. Tierproduktion	€/ha LF	283	166	55	86	348	580	414	523
Sonst. betr. Erträge	€/ha LF	595	404	573	411	568	505	658	471
dar. Zulagen u. Zuschüsse	€/ha LF	494	340	483	333	492	435	534	357
dar. produktbezogene Zahlungen	€/ha LF	13	6	10	3	17	7	10	6
dar. aufwandsbezogene Zahlungen	€/ha LF	32		15		43		28	
dar. Agrardieselerst.	€/ha LF	6	7	6	8	5	7	5	8
Materialaufwand	€/ha LF	295	359	243	419	234	359	412	446
dar. Pflanzenproduktion	€/ha LF	47	187	63	250	28	55	57	159
dar. Saat-/Pflanzgut	€/ha LF	26	32	38	41	11	14	36	30
dar. Düngemittel	€/ha LF	6	85	7	111	6	22	5	68
dar. Pflanzenschutz	€/ha LF	0	61	0	88	1	9	0	49
dar. sonst. Materialaufwand	€/ha LF	151	120	147	125	134	155	191	159
dar. Heizmat., Strom	€/ha LF	15	11	12	10	13	22	27	30
dar. Wasser/Abwass.	€/ha LF	3		1		4		2	
dar. Treib/Schmierst.	€/ha LF	74	72	76	77	68	63	91	84

Steigende Energiepreise treffen demzufolge die ökologisch wirtschaftenden Betriebe im unmittelbaren Energieeinsatz etwas stärker als die konventionell wirtschaftenden, eine umstellungsunterstützende Wirkung auf den Landwirt ist daher von steigenden Energiepreisen nicht zu erwarten.

Allerdings wirken sich steigende Energiepreise auch mittelbar auf die Produktionskosten der landwirtschaftlichen Produktion aus. Gerade für die Produktion mineralischer Stickstoffdünger ist ein großer Energieeinsatz erforderlich (u. a. KTBL 2009, S. 6), aber auch Materialaufwandsposten wie Pflanzenschutzmittel, Saat- und Pflanzgut, Wasser und Abwasser oder Lohnarbeit/Maschinenmiete werden indirekt von steigenden Energiepreisen betroffen. Wie stark steigende Energiepreise auf diese Aufwandsposten durchschlagen, hängt nicht nur von der einzusetzenden Energiemenge bei der Erstellung des jeweiligen landwirtschaftlichen Produktionsfaktors, sondern auch von der Marktstruktur des Faktormarktes und der Reaktion des einzelnen Landwirts ab.

Auf den mittelbaren Energieeinsatz, insbesondere die Anwendung mineralischer Stickstoffdünger in der konventionellen Landwirtschaft ist zurückzuführen, dass der Primärenergieeinsatz im konventionellen Landbau auf etwa das Doppelte des im ökologischen Landbau benötigten gesamten Primärenergieeinsatzes je Flächeneinheit beziffert wird (HAAS et al. 1995, GEIER et al. 1998). Produkt- oder umsatzbezogen ergibt sich ein weniger deutlicher Unterschied auf Grund der niedrigeren Erträge des ökologischen Landbaus bzw. der geringeren Umsatzerlöse je Fläche (Tabelle 9).

Wie in Abschnitt 2.7 ausgeführt, sollte der Landwirt seine Einsatzmenge eines verteuerten Produktionsfaktors einschränken, um das ökonomisch optimale Ergebnis weiterhin zu erwirtschaften. Wie stark die Einsatzmenge des verteuerten Produktionsfaktors einzuschränken ist, hängt von der Stärke der Faktorpreisveränderung, dem In-Output-Zusammenhang des Faktors (Produktionsfunktion) und dem Preis und der Verfügbarkeit von Substituten ab. Folge ist eine Intensitätsreduktion zunächst beim betroffenen Faktor (optimale spezielle Intensität), weiterhin bei komplementären Faktoren (Faktoreinsatzrelation) bis hin zur Veränderung des Produktionsprogrammes.

Betrifft die Faktorvertéuerung die im ökologischen Landbau nicht einsetzbaren Faktoren, also mineralische Stickstoffdüngung und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel, ist mit der Angleichung der Anbauverhältnisse bzw. Fruchtfolgen zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise zu rechnen. Allerdings zeigen die Ergebnisse des Abschnittes 3.3, dass die erwartete Teuerung bei mineralischen Stickstoffdüngemitteln als Grund für die Veränderung der Anbaupläne nicht ausreicht. Empirische Untersuchungen der Umstellungsentscheidung auf ökologische Wirtschaftsweise ergaben, dass sich bereits weniger intensiv wirtschaftende Unternehmer leichter zur Umstellung auf ökologischen Landbau entschließen (SCHRAMEK & SCHNAUT 2004, S. 49ff.).

5.2 Verhältnis zur Marktleistung

Der Aufwandsanteil von Düngemitteln an den Umsatzerlösen (Marktleistung) liegt in konventionellen Betrieben mit 15 % deutlich über dem in ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit 1,2 %. Der Aufwandsanteil von Treib- und Schmierstoffen unterscheidet sich wenig und beträgt in konventionellen Betrieben 12,7 % gegenüber 14,6 % in ökologisch wirtschaftenden Betrieben, berechnet nach den Daten in Tabelle 9.

5.3 Produktpreise

Empirische Untersuchungen zu Gründen und Hindernissen der Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise führen den Produktpreis sowohl als umstellungsfördernd als auch als umstellungshemmend an. Die Umstellung wird gefördert, wenn die Erwartung des Landwirts besteht, bei anerkannt ökologischer Wirtschaftsweise höhere Produktpreise zu erhalten (SCHRAMEK & SCHNAUT 2004, S. 47; ARP et al. 2001). Als Umstellungshemmnis erweist sich der Produktpreis dann, wenn seitens des Landwirts Zweifel bestehen, dass die besseren Produktpreise für ökologisch erzeugte Produkte die höheren Aufwendungen werden decken können (SCHRAMEK & SCHNAUT 2004, S. 37; ARP et al. 2001). Dies tritt als zweitrelevantestes Motiv gegen eine Umstellung auf ökologischen Landbau zutage: der „Verbraucher zahlt nicht hohe Preise“ (SCHRAMEK & SCHNAUT 2004, S. 45).

5.4 Diskussion der Umstellungsentscheidung auf ökologischen Landbau

Obwohl der Aufwandsanteil der Düngemittel von 15 % bei konventionellen Betrieben durch die Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise erheblich gesenkt werden kann, lässt sich keine Relevanz des Stickstoffpreises als umstellungsunterstützender Faktor auffinden. Das durch Umstellung zu realisierende Einsparpotential an Düngemitteln ist mit Ertragseinbußen verbunden, die von den Landwirten antizipiert werden. Auch steigende Energiepreise sind empirisch nicht bedeutsam für die Umstellungsentscheidung.

Die bei ökologischer Wirtschaftsweise zu erwartenden höheren Erzeugerpreise werden ambivalent bewertet. Einerseits fördern sie als Anreiz die Umstellung, andererseits werden sie bei Ablehnung der Umstellung genannt, weil die Zahlungsbereitschaft der Kunden als nicht groß genug eingeschätzt wird, um die Kosten der aufwändigeren ökologischen Produktion zu decken.

6 Diskussion

Zunächst wurden Veränderungen der Betriebsmittel- und Produktpreise für die vergangenen Jahre untersucht. Der Schwankung des Stickstoffpreises folgten empirisch Reaktionen im Einkaufsverhalten bei mineralischen Düngemitteln, für Aussagen über die Intensität des Nährstoffeinsatzes, insbesondere ob und bei welchen Kulturen ein verminderter Stickstoffeinsatz realisiert wird, fehlen entsprechende statistische Daten. Der Preisanstieg bei mineralischem Stickstoff im Untersuchungszeitraum veränderte die Produktionsbedingungen nicht so stark, dass eine nachhaltige Veränderung des Produktionsprogrammes für den sächsischen Modellbetrieb erforderlich wäre. Allerdings zeigte sich, dass die Preisveränderungen vorübergehend stark genug ausfielen, ex-post auf einzelbetrieblicher Ebene ein verändertes Anbauverhältnis zu begründen. Es zeigte sich, dass vom Stickstoffpreis eine relativ geringe Wirkung auf das Produktionsprogramm ausgeht und keine relevanten Änderungen der Produktionsbedingungen vorstatten gingen.

Gründe für die empirisch beschränkte Umsetzung von Anpassungen des Produktionsprogrammes könnten sein:

- 1) der Stickstoffpreis schlägt nicht bis zum Landwirt durch
- 2) der Stickstoffpreis hat marginalen Einfluß (2 % des Aufwandes)
- 3) die Flexibilität ist eingeschränkt (Saatgutverfügbarkeit, Know-how für neue Kultur, Spezielle Maschinen wie Trocknung für Sonnenblume, Logistik wie Sonnenblumenkörner zur Trocknung fahren ...)
- 4) die Opportunitätskosten sind groß (vorhandenes Saatgut, Maschinen)
- 5) zum Entscheidungszeitpunkt lagen andere Verhältnisse vor oder die Nachhaltigkeitserwartung höherer Stickstoffpreise lag nicht vor. Eine Untersuchung von Gründen und Hindernissen des Leguminosenanbaues könnte das Entscheidungsverhalten der Landwirte bezüglich der Relevanz biologisch-regenerativer Stickstoffbereitstellung klären.

Die Berechnungen mit linearer Programmierung zeigen für die Struktur mittlerer sächsischer Modellbetriebe, dass der hinsichtlich des Deckungsbeitrages optimale Produktionsplan über einen weiten Variationsbereich des Mineralstickstoffpreises stabil bleibt. Die im erwarteten Bereich liegenden künftigen Stickstoffpreise lösen keine Veränderungen im Produktionsprogramm aus, ab dem Nährstoffpreis für Stickstoff von 2,08 €/kg wird der Anbau von Ackerbohne vorteilhaft.

Die Untersuchung beschäftigt sich mit der Stickstoffversorgung landwirtschaftlicher Pflanzenproduktion aus ökonomischer Sicht. Der Einsatz dieses Hauptnährstoffes in der Landwirtschaft wird aus Umweltschutzgründen thematisiert, denn Nitrate gefährden die Wasserqualität, Ammoniak bzw. Stickoxide als Klimagase die Luftqualität und zusätzlich entsteht Kohlendioxid bei der Düngemittelproduktion. Mit der erlassenen Düngeverordnung (DüV) vom 27. Februar 2007 sind Vorschriften in Kraft getreten, die den Stickstoffeinsatz in der Landwirtschaft bereits begrenzen. Unter diesem Blickwinkel ist die ökonomisch aus der relativen Verteuerung des mineralischen Stickstoffdüngers abgeleitete Verminderung der Aufwandmenge mineralischen Stickstoffes auf ihr Umsetzungserfordernis zu prüfen:

Hinweise darauf, wo die ökonomisch optimale Einsatzmenge von Stickstoff liegt, geben beispielsweise Kage u.a. (2006). Eigene Berechnungen nach PAHL (o.A.) kommen zu ähnlichen Ergebnissen: die ökonomisch optimale Einsatzmenge von Mineralstickstoff in Winterweizen beträgt für 2007 211 kg/ha N und 2009 197 kg/ha N. Die bei den Berechnungen unter Einsatz der Linearen Programmierung benutzte Datengrundlage geht von Einsatzmengen in Sachsen von 147,7 kg/ha N bei Winterqualitätsweizen, d.h. einer Düngepraxis nach DüV, aus. Umweltpolitisch ist die ökonomisch aus den Marktpreisen für Stickstoff resultierende Verminderung der Einsatzmenge (siehe Kapitel 2) bereits geboten und in den weiteren Berechnungen berücksichtigt.

Ein Problem bei der Nutzung der Luftstickstofffixierung durch die Leguminosen ist die Nutzung des fixierten Stickstoffes für das Pflanzenwachstum der Nachfrüchte. Adäquat den Forschungen für eine verbesserte Nährstoffeffizienz mineralischer Düngemittel könnten effizienzverbessernde Maßnahmen den klimapolitisch vorteilhaften Leguminosenanbau unterstützen. Insbesondere könnten Maßnahmen, die die Nährstofffreisetzung auf den Bedarfszeitpunkt verschieben, der biologisch-regenerativen Stickstoffversorgung durch den Düngeeffekt zum Durchbruch verhelfen.

Weil die verwendete Datengrundlage auf der klassischen Darstellung einzelner Anbauverfahren ohne Berücksichtigung von Vorfrucht-Nachfrucht-Beziehungen beruht, sind die erheblichen spezifischen Vorfruchtwirkungen der Leguminosen nicht berücksichtigt (beispielsweise Herbizid- oder Fungizideinsparung, Arbeitserledigung, Ertragseffekte). Eine Verbesserung der Beurteilungsgrundlage ermöglichen Vergleiche von Leguminosen integrierenden mit leguminosenfreien Fruchtfolgen unter sächsischen Bedingungen. Die Bewertung der Anbauwürdigkeit von Verfahren, die biologisch-regenerativen Stickstoff bereitstellen, ist innerhalb von Fruchtfolgen wegen der vielfältigen Vorfruchtwirkungen aussagekräftiger.

6.1 Verwendung der Ergebnisse für Landwirtschaft und Politik

1. Bei der Volatilität der Düngemittelmärkte für Stickstoff ist verstärkte Marktbeobachtung erforderlich. Voraussetzung für Anpassungsmaßnahmen ist das Verfügbarmachen der Marktinformationen mit sachgerechter Prognose als Orientierungsleistung auf unübersichtlichen Märkten, die Kenntnis von Reaktionsmöglichkeiten auf Preisbewegungen im Einkaufsverhalten und im Düngemiteleinsatz sowie benötigte Strukturen.
2. Die relative Verteuerung von Stickstoff-Düngemitteln gegenüber anderen Betriebsmitteln macht die Neubestimmung der optimalen Düngemiteleinsatzmenge und das Einsatzverhältnis zu anderen Betriebsmitteln erforderlich. Eine Überprüfung von Empfehlungen und auf einzelbetrieblicher Ebene ist anzuraten.
3. Für das Zutreffen mittlerer sächsischer Bedingungen in konventionell wirtschaftenden Landwirtschaftsbetrieben ist die mineralische Stickstoffbereitstellung gegenüber der biologisch-regenerativen ökonomisch vorteilhaft.
4. Bei nachhaltigem Preisanstieg für mineralischen Stickstoff auf über 2 €/kg Reinstickstoff wird die Integration von Leguminosen mit dem Zweck der Stickstofffixierung im Allgemeinen vorzuzüglich.
5. Prüfung von Maßnahmen zur Stärkung des Leguminosenanbaues, um die positiven Wirkungen für Landwirtschaft und Naturhaushalt zu erhalten.
6. Untersuchung der umfassenden Vorfruchtwirkung der Leguminosen in Fruchtfolgen und Quantifizierung als Grundlage für eine fundierte Anbauentscheidung.
7. Forschung, um das klimapolitische Potenzial der Luftstickstofffixierung der Leguminosen nutzbar zu machen. Zum einen bei der Stickstofffixierung: hinsichtlich ertragsreicherer Genotypen von Leguminosen, leistungsfähigerer Rhizobienstämme, verbesserter Anbaumethoden und zum anderen um die Verwertung dieses nachhaltig bereitgestellten Stickstoffes zu erhöhen (Nährstoffeffizienz des aus der legumen Pflanzenmasse stammenden Stickstoffes).
8. Nutzung der biologisch-regenerativen Stickstoffbereitstellung im ökologischen Landbau in Zwischen- und in Hauptfruchtstellung.

6.2 Zusammenfassung

Für den wesentlich ertragsbildenden Wachstumsfaktor der Landwirtschaft, die Stickstoffversorgung, wurden anfangs die veränderten Marktverhältnisse untersucht. Im Untersuchungszeitraum fand ein starker vorübergehender Preisanstieg für mineralische Stickstoffdünger aber auch andere Betriebsmittel statt. Festgestellt wurde die relative Verteuerung mineralischer Stickstoffdüngemittel innerhalb der letzten Jahre. Die daraus sich ergebenden Konsequenzen hinsichtlich der Einsatzmenge des mineralischen Stickstoffes wurden anhand der Absatzmenge mineralischen Stickstoffes sichtbar. Nicht nachzuvollziehen waren demgegenüber die erwarteten Veränderungen in den Anbauverhältnissen Sachsens.

Die anschließenden Berechnungen unter Einsatz der linearen Programmierung ermittelten das optimale Anbauprogramm und dessen jeweilige Anpassung bei Änderung des Stickstoffpreises für das mineralische Stickstoffdüngemittel Kalkammonsalpeter. Sowohl für den konventionell wirtschaftenden, mittleren sächsischen Ackerbaubetrieb als auch den Verbundbetrieb erwies sich der Anbau von Stickstoff bereitstellenden Leguminosen unter sächsischen Produktionsbedingungen nicht als ökonomisch vorzuzüglich. Erst deutliche Verteuerung des Mineralstickstoffes ließen die biologisch-regenerative Bereitstellung von Stickstoff durch Leguminosen zum anbaubegründenden Vorteil werden.

Die Kosten der Stickstoffbereitstellung durch den Anbau von Rotklee als Zwischenfrucht wurden mit denen der mineralischen Stickstoffversorgung verglichen, wobei Mineralstickstoff wegen der besseren Nährstoffeffizienz günstiger abschnitt. Der Zwischenfruchtanbau im ökologischen Landbau wurde an Hand der Ackerbohne untersucht, wobei sowohl Haupt- als auch Zwischenfruchtstellung lohnenswert erscheinen. Abschließend wurde die Umstellungsentscheidung auf die ökologische Wirtschaftsweise untersucht, wobei die Wahrnehmung von Stickstoff- und Energiepreis als die Umstellung fördernde Faktoren nicht nachgewiesen werden konnte.

7 Literaturverzeichnis

- AIGNER, A.; HARTMANN, S. (2006): Zwischenfruchtanbau. In: Die Landwirtschaft – Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen, Band Pflanzliche Erzeugung, Verlag BLV.
- AMI – AGRARMARKT-INFORMATIONSGESELLSCHAFT (2010): Marktinfo Düngemittel Nr. 4, 20. August 2010.
- ARP, B.; KUHNERT, H.; KLOTSCH, S. (2001): Welche Hemmnisse sehen derzeit sächsische Landwirte bei einer Umstellung auf ökologischen Landbau? - Erste Ergebnisse einer Befragung. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- BMELV – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2010): Buchführungsergebnisse der Testbetriebe.
- BMELV – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2010a): Landwirtschaftliche Gesamtrechnung – Ausgaben der Landwirtschaft für zugekaufte Betriebsmittel.
- DLZ-AGRARMAGAZIN (2010): Betriebsmittelpreise
<http://www.dlz-agrarmagazin.de/?redid=36658&gruppe=1> (10.01.2010)
- ERNÄHRUNGSDIENST/AGRARZEITUNG (versch. Jahrgänge): Märkte und Notierungen; Deutscher Fachverlag : Frankfurt am Main.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2008): Mitteilung der Kommission an alle Landwirte betreffend die Abschaffung der Flächenstilllegungsregelung ab 2009, Amtsblatt der Europäischen Union (2008/C324/07) 19.12.2008
- FREYER, B.; PIETSCH, G.; HRBEK, R.; WINTER, S. (2006): Futter- und Körnerleguminosen im biologischen Anbau.
- GEIER, U., FRIEBEN, B., HAAS, G., MÖLKENTHIN, V., KÖPKE, U. (1998): Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft. Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen, Handlungsfelder Hamburger Umweltpolitik. Teil I: Landwirtschaft. Gutachten i. A. d. Freien u. Hansestadt Hamburg. Schriftenr. Inst. f. Organ. Landbau. Berlin.
- GRUBER, H.; THAMM, U. (2005): Eignung von ausgewählten Zwischenfruchtgemengen für Anbau und Verfütterung im ökologischen Landbau. Forschungsberichte der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, 4/04.
- GUTSER, R. (2006): Optimaler Einsatz moderner Stickstoffdünger zur Sicherung von Ertrag und Umweltqualität – Vortrag anlässlich der Fachtagung Düngung 2. Februar 2006 in Bösleben, Thüringen.
- HAAS, G., GEIER, U., SCHULZ, D., KÖPKE, U. (1995): Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. Berichte über Landwirtschaft 73, S. 401-415.
- HANNEMANN, TH. (2000): Der Markt für Stickstoffdüngemittel; Agrarwirtschaft, Sonderheft 166.
- KAGE, H.; SIELING, K.; HENKE, J. (2006): Gefährden positive Stickstoffsalden den Rapsanbau? Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU, Band 108.
- KÖPKE, U. 1996: Symbiotische Stickstoff-Fixierung und Vorfruchtwirkung von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.), Berlin : Köster.
- KOLBE, H. (2007): Gleichungen zur manuellen Berechnung von N-Bindung und N-Saldo (Kurzfassungen).
- KRAUTER, M. (2010): Preisdaten über Erzeugerpreise für den konventionellen Landbau in Sachsen, Schriftliche Mitteilung.
- KTBL - KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 13. Auflage

- KTBL - KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2006): Kalkulationsprogramm zur Datensammlung – Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007.
- KTBL - KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2008): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/2009
- KTBL - KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2009): Fachgespräch Klimawandel und Ökolandbau.
- KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2010): Datensammlung Ökologischer Landbau , Onlinetool.
- KÜSTERS, J. (2007): Energieverbrauch in der Düngemittelproduktion, IN: BUNDESARBEITSKREIS DÜNGUNG (BAD) (Hrsg.); Rohstoffverfügbarkeit für Mineraldünger- Perspektiven unter hohen Energiekosten und begrenzten Ressourcen; S. 73-78
- LEI – LANDBOUW ECONOMISCH INSTITUT WAGENINGEN (2010): BINternet: Prijzen volgens Prijs-Informatie Desk (LEI) http://www3.lei.wur.nl/BIN_ASP/show.exe (02.02.2010 und 13.08.2010)
- LfL – SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1998): Eiweiß- und Feldfutterpflanzen – komplexe Beratungsunterlage
- LfL – SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2007): Ermittlung des Schwellenpreises für den Einsatz biologisch-regenerativer Verfahren der Stickstoffversorgung im konventionellen Landbau in Sachsen; Schriftenreihe, Heft 31 - Teil IV
- LfL - SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2007a): Umsetzung der Düngeverordnung.
- LfL – SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2007b): BEFU – Teil Ökologischer Landbau; Methoden der Bilanzierung und Düngungsbemessung, Verfahrensbeschreibung und PC-Anleitung.
- LfL – SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2008): Öko-Buchführungsergebnisse - Auswertung der Buchführungsergebnisse ökologisch wirtschaftender Betriebe im Wirtschaftsjahr 2005/2006, Schriftenreihe der LfL, Heft 4/2008.
- LfULG – SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, GEOLOGIE UND LANDWIRTSCHAFT (2009): Planungs- und Bewertungsdaten – Hilfwert N-Jahrespreis, <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/bpsplan2007>, am 24.11.2009
- LfULG – SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, GEOLOGIE UND LANDWIRTSCHAFT (2009a): Umsetzung der Düngeverordnung.
- LfULG – SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, GEOLOGIE UND LANDWIRTSCHAFT (2010): Planungs- und Bewertungsdaten <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/bpsplan2007>, am 20.5.2010
- LfULG – SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, GEOLOGIE UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2010a): Zwischenfrüchte, Faltblatt.
- LINKER, S. (2000): N-Düngung: Tiefer Griff in's Portemonnaie <http://www.agrarberatung-hessen.de/markt/aktuell> am 28.08.2006
- LINKER, S. (2006): N-Dünger: KAS bleibt teuer <http://www.agrarberatung-hessen.de/markt/aktuell> am 24.11.2009
- LINKER, S. (2008): Düngemittel: Rekordpreise <http://www.agrarberatung-hessen.de/markt/aktuell> am 24.11.2009
- LÜTKE-ENTRUP, N. (2001): Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. Gelsenkirchen : Mann.
- LÜTKE-ENTRUP, N.; OEHMICHEN, J. (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaus, Band 2: Kulturpflanzen.
- LÜTKE-ENTRUP, N.; PAHL, H.; ALBRECHT, E. (2003): Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen, UFOP-Praxisinformationen
- MUßHOFF, O.; HIRSCHAUER, N. (2010): Modernes Agrarmanagement – betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren, München : Vahlen.
- OFFERMANN, F.; GÖMANN, H.; KLEINHANß, W.; KREINS, P.; LEDEBUR, O.; OSTERBURG, B. ET AL. (2010): Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. (Landbauforschung Völkenrode Sonderheft).
- PAHL, H. (O. A.): Müssen die Intensitäten bei Getreide und Ölsaaten durch die gestiegenen Verkaufspreise angepasst werden? Vortrag.

- REDELBERGER, H. (Hrsg.) (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft - Verfahren, Kostenrechnungen, Baulösungen. KTBL-Schrift 426, Landwirtschaftsverlag Münster.
- RUHMANN, J. (2009): Stickstoff könnte wieder teuer werden; DLZ- Agrarmagazin, Heft 6.
- SAATBAU LINZ (2009): Saatgutpreise Zwischenfrüchte Sommer 2009.
- SCHÖNFELDER, F. ; Agroservice Langenwolmsdorf; Mündliche Mitteilung am 18.2.2010.
- SCHRAMEK, J.; SCHNAUT, G. (2004): Hemmende und fördernde Faktoren einer Umstellung auf ökologischen Landbau aus Sicht landwirtschaftlicher Unternehmer/innen in verschiedenen Regionen.
- SCHRAMEK, J.; SCHNAUT, G. (2004): Motive der (Nicht-)Umstellung auf Öko-Landbau. ÖKOLOGIE&LANDBAU 131, 3/2004.
- SMUL - SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2008): Sächsischer Agrarbericht in Zahlen 2007.
- SMUL - SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2009): Sächsischer Agrarbericht 2008.
- SMUL - SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2007): Buchführungsergebnisse der Landwirtschaft im Wirtschaftsjahr 2005/2006
- SMUL - SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2010): Buchführungsergebnisse der Landwirtschaft im Wirtschaftsjahr 2008/2009
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2002 bis 2010): Produzierendes Gewerbe – Düngemittelversorgung; Fachserie 4, Reihe 8.2 .
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007): Düngemittelversorgung – Wirtschaftsjahr 2006/2007.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2009): Düngemittelversorgung – Wirtschaftsjahr 2008/2009.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2009): Statistisches Jahrbuch 2009 Für die Bundesrepublik Deutschland.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2010): Index der Einkaufspreise landwirtschaftlicher Betriebsmittel, Genesis Online, 20.6.2010.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2006): Statistisches Jahrbuch Sachsen 2006
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2008): Statistisches Jahrbuch Sachsen 2008.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2009): Anbau und Ernte von Feldfrüchten 2008 in Sachsen.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2010): Anbau und Ernte von Feldfrüchten 2009 in Sachsen.
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (2010): Datenportal des Statistischen Landesamtes des Freistaates Sachsen;
http://www.statistik.sachsen.de/21/10_02/10_13_10_tabelle.asp (27.10.2009; 1.02.2010)
- STEINHAUSER, H.; LANGBEHN, C.; PETERS, U. (1992): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre, Stuttgart : Ulmer.
- WODSAK, H.-P. (2006): Energiekosten treiben Stickstoffpreise weiter
<http://www.fert.yara.de> (18.09.2006)
- WOLF, D.; MÖLLER, D. 2007: Betriebswirtschaftliche Handhabung der innerbetrieblichen Verrechnung von Stickstoff in der Betriebszweigabrechnung im ökologischen Landbau In: DLG (Hrsg.): BETRIEBSZWEIGABRECHUNG IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU, ARBEITEN DER DLG, BAND 202.
- ZORN, W. 2009: Auswirkungen der Düngerpreise auf den Nährstoffeinsatz – eine ökonomische und pflanzenbauliche Bewertung, S. 64.

8 Anhang

Tabelle 10: Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes für 2009

Zielbeitrag:		152.830,881
Spalte/Zeile	Umfang/Rest	Grenzwert
SPALTEN:		
(WiQuWe)		33,394
(WiBroWe)	177,494	
(WiFuWe)		81
(WiTriti)		175,293
(WiBroRo)		90,065
(WiFuGe)		46,782
(SoFuGe)		188,969
(SoBraGe)		57,761
(SolnHa)		132,761
(SoKöMa)	34,227	
(AckBohn)		237,693
(KöLeLup)		381,556
(KöLeErb)		257,119
(WiFoRa)	77,792	
(SonBlu)		105,111
(Öllein)		350,08
(SpKart)	2,479	
(ZucRüb)	5,364	
(NoFoRaB)		
(ErucaRa)	8,644	
(DüMinKAS)	601,998	
ZEILEN:		
FlächeWint	42,07	
FlächeFrühj		480,357
FlächeSom	306	
	NSaldo	
AKh	228,669	

Rübenfläche		251,001
Kartoffelnlä		1813,639
Kruziferen<30%		10,41
Erbsen<19%	306	
KöLeg<23%	306	
Weizen<58%		67,502
Eruca<10%Ra		8,82

Tabelle 11: Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen

Zielbeitrag:		325.466,602
Spalte/Zeile	Umfang/Rest	Grenzwert
SPALTEN:		
(WiQuWe)		109,094
(WiBroWe)	177,494	
(WiFuWe)		34,75
(WiTriti)		351,543
(WiBroRo)		186,815
(WiFuGe)		182,032
(SoFuGe)		435,219
(SoBraGe)		308,011
(SolnHa)		472,511
(SoKöMa)	126,027	
(AckBohn)		473,943
(KöLeLup)		847,806
(KöLeErb)		750,869
(WiFoRa)		509,869
(SonBlu)		347,561
(Öllein)		814,08
(SpKart)	2,479	
(ZucRüb)		151,348
(NoFoRaB)		509,869

(ErucaRa)		502,17
(DüMinKAS)	604,92	
ZEILEN:		
FlächeWint	128,506	
FlächeFrühj		1056,469
FlächeSom	306	
NSaldo		0,83
AKh	242,635	
Rübenfläche	5,364	
Kartoffelnlä		882,389
Kruziferen<30%	306	
Erbsen<19%	306	
KöLeg<23%	306	
Weizen<58%	37,775	
Eruca<10%Ra		

Tabelle 12: Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen und Getreideanteilsbegrenzung

Zielbeitrag:		300.792,822
Spalte/Zeile	Umfang/Rest	Grenzwert
SPALTEN:		
(WiQuWe)		109,094
(WiBroWe)	177,494	
(WiFuWe)		34,75
(WiTriti)		351,543
(WiBroRo)		186,815
(WiFuGe)		182,032
(SoFuGe)		435,219
(SoBraGe)		308,011
(SolnHa)		472,511
(SoKöMa)	52,006	
(AckBohn)		126,382

(KöLeLup)		500,244
(KöLeErb)		403,307
(WiFoRa)		162,307
(SonBlu)	68,656	
(Öllein)		466,519
(SpKart)	2,479	
(ZucRüb)	5,364	
(NoFoRaB)		162,307
(ErucaRa)		62,539
(DüMinKAS)	571,173	
ZEILEN:		
FlächeWint	128,506	
FlächeFrühj		969,579
FlächeSom	306	
NSaldo		0,83
AKh	273,795	
Rübenfläche		196,213
Kartoffelnlä		1229,95
Kruziferen<30%	288,122	
Erbsen<19%	306	
KöLeg<23%	306	
Weizen<58%	37,775	
Eruca<10%Ra		
Getreide<75%	260,671	

Tabelle 13: Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes unter Hochpreisbedingungen und Getreideanteilsbegrenzung bei Ausschluß des Sonnenblumenanbaues

Zielbeitrag:		292.115,9
Spalte/Zeile	Umfang/Rest	Grenzwert
SPALTEN:		
(WiQuWe)		109,094
(WiBroWe)	177,494	
(WiFuWe)	34,75	
(WiTriti)		351,543
(WiBroRo)		186,815
(WiFuGe)		182,032
(SoFuGe)		435,219
(SoBraGe)		308,011
(SolnHa)		472,511
(SoKöMa)	52,006	
(AckBohn)	68,656	
(KöLeLup)		373,862
(KöLeErb)		276,925
(WiFoRa)		28,831
(SonBlu)		617,178
(Öllein)		340,137
(SpKart)	2,479	
(ZucRüb)	5,364	
(NoFoRaB)		28,831
(ErucaRa)		
(DüMinKAS)	407,478	
ZEILEN:		
FlächeWint	128,506	
FlächeFrühj		937,984
FlächeSom	306	
NSaldo		0,83
AKh	265,336	
Rübenfläche		322,596

Kartoffelnlä		1356,332
Kruziferen<30%	288,122	
Erbsen<19%	306	
KöLeg<23%	7,482	
Weizen<58%		37,775
Eruca<10%Ra		7,094
Getreide<75%		355,458

Tabelle 14: Ergebnistabelle der linearen Programmierung zur Ermittlung des optimalen Anbauplanes für den sächsischen Modellverbundbetrieb

Zielbeitrag:		365.065,036
Spalte/Zeile	Umfang/Rest	Grenzwert
SPALTEN:		
(WiQuWe)		33,394
(WiBroWe)	130,42	
(WiFuWe)		81
(WiTriti)		175,293
(WiBroRo)		90,065
(WiFuGe)		46,782
(SoFuGe)		188,969
(SoBraGe)		57,761
(SolnHa)		132,761
(SoKöMa)	24,354	
(AckBohn)		237,693
(KöLeLup)		381,556
(KöLeErb)		257,119
(WiFoRa)	55,628	
(SonBlu)		105,111
(Öllein)		350,08
(SpKart)	2,611	
(ZucRüb)	5,651	
(NoFoRa)		

(ErucaRa)	6,181	
(FeGrHeu)		627,263
(FeGrAWS)		518,944
(KleGrAWSm)		406,887
(KleGrGrFuM)		297,619
(KleGrHeuFuM)		520,801
(LuzeGrFu)		258,394
(LuGrAWS)		501,215
(KleeAWS)		457,295
(SiloMaE)	31,056	
(GrünMaE)		166,814
(LieschSiE)		154,281
(GetGPSGe)		302,482
(CCMe)		158,235
(GIMähw)		48,182
(GIMähw2)		205,648
(GIKopWei)	66,4	
(GIKoWei2)		154,261
(GI2Schn2)		313,832
(GI3Schn)		296,817
(GI3SchA)		350,388
(GI3Sch2)		344,513
(GI4Sch)		365,817
(DüOrgGüSch)		3,402
(DüOrgGüRi)		4,469
(DüOrgMiRi)	3060,618	
(DüMinKAS)	274,655	
(TierhaltungGes)	1	
ZEILEN		
AckFlächeWint	63,671	
AckFlächeFrühj		480,358
AckFlächeSom	224,844	

NSaldo		0,83
AKh	574,572	
Rübenflä<=1,75%LF		251,001
Kartoffelflä<=0,81%L		1813,639
Kruziferen<30%		10,411
Erbsen<19%	224,844	
KöLeg<23%	224,844	
Weizen<58%		67,502
Eruca<10%Nofora		8,82
NetNährErtragMJME		0,009
GLFläche		396,004
Tierhaltung		209693,746
VerfOrgDü		2,306

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autor:

Dr. Ronald Gocht
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Fakultät Landbau/Landespflege
Telefon: + 49 351 462-3020
Telefax: + 49 351 462-2167
E-Mail: gochtr@pillnitz.htw-dresden.de

Redaktion:

LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung
Referat Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe
Martin Hänsel
Telefon: + 49 341 9174-154
Telefax: + 49 341 9174-111
E-Mail: martin.haensel@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

13.05.2011

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF unter <http://www.smul.sachsen.de/lfulg/6447.htm> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.