



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

**Studienarbeit zur Erlangung des
akademischen Grades
Bachelor of Science**

**„Ökonomische Bewertung von Precision Farming
dargestellt am Beispiel der teilflächenspezifischen
Stickstoffdüngung“**

Tobias Dörge

Agrarwirtschaft

März 2012

urn:nbn:degby:519-thesis2012-0142-7

1. Prüfer: Professor Doktor Theodor Fock

2. Prüfer: Doktor Joachim Kasten

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Formelverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
1.1 Problemstellung	8
1.2 Zielsetzung	8
1.3 Vorgehensweise	9
2 Stand der Technik im Precision Farming	10
2.1 Technischer Fortschritt in der Präzisen Landwirtschaft	10
2.2 On- Farm Research	11
2.3 Anwendungsbereiche in der Landwirtschaft	11
2.4 Parallelfahrssysteme	14
2.5 Stand der Technik in der Teilspezifischen Düngung	16
2.6 Ertragskartierung	18
2.7 Ökologische Aspekte für Precision Farming	20
3 Einflussfaktoren auf die Ökonomie von Precision Farming	21
3.1 Ökonomische Gesamtsituation	21
3.2 Einwirkung der Faktorpreise auf die Ökonomie	21
4 Berechnungsbeispiel teilflächenspezifische Düngung	24
4.1 Rechenmethoden zur teilflächenspezifische Düngung	24
4.2 Deckungsbeitragsrechnung	26
4.3 Annuität für Systeme zur teilflächenspezifischen N-Düngung	29
5 Schlussfolgerung	32
6 Zusammenfassung	34
Literaturverzeichnis	35
Anhang	38
Eidesstattliche Erklärung	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Einstufungsvarianten	12
Abbildung 2 Einzelpunktkarte (Ertragskartierung)	19
Abbildung 3 Mehrpunktekarte (Ertragskartierung)	19
Abbildung 4 Ertragskarte (einjährig)	19
Abbildung 5 Ertragskarte (mehrjährig)	19
Abbildung 6 Dieselpreisentwicklung	22

Formelverzeichnis

Formel 1 Annuitätenfaktor	29
Formel 2 Annuitätenformel	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stammdaten der Datenerhebung.....	13
Tabelle 2 Vergleich von Lenksystemen	15
Tabelle 3 Vergleich der Arbeitsbreitenausnutzung	16
Tabelle 4 Vergleich von N-Sensoren.....	17
Tabelle 5 Fördermittel für Precesion Farming	20
Tabelle 6 Deckungsbeitragsrechnug.....	28
Tabelle 7 Annuitätendarlehn	30
Tabelle 8 Berechnung der Annuität.....	31

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
a	Annuität
C ₀	Kapitalwert
ca.	circa
cm	Zentimeter
dt	Doppelzentner
FAO	Food and Agriculture Organization
GIS	Geoinformationssystem
GPS	Global Positioning System
GuV	Gewinn und Verlust
ha	Hektar
i	Zinssatz
kg	Kilogramm
km/h	Kilometer je Stunde
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
m	Meter
Mrd.	Milliarden
N	Stickstoff
Ø	Durchschnitt
OFR	On- Farm Research
PF	Precision Farming
PSM	Pflanzenschutzmaßnahmen
t	Tonne
TKG	Tausendkorngewicht
z.B.	zum Beispiel
WW	Winterweizen

1 Einleitung

Für die Landwirtschaft ist der Faktor Boden einer der wichtigsten aber auch zugleich ein begrenzender Faktoren. Er dient dem Landwirt einerseits zur Produktion von pflanzlichen Grundnahrungsmitteln, die üblicherweise nach der Ernte weiterveredelt werden und andererseits als Grundlage für die Futtererzeugung in der Tierproduktion. Der Faktor Boden ist jedoch begrenzt und die Weltbevölkerung von derzeit knapp 7 Milliarden Menschen wird weiter wachsen. Es kommt unweigerlich zu einem Wettlauf um Nahrung und Ackerland, denn die Bevölkerung wächst schneller als die Getreideproduktion.

Laut IGC (International Grains Council) lag die Getreideproduktion im Wirtschaftsjahr 2010/2011 bei 1,725 Mrd. t, der Weltverbrauch hingegen bei 1,786 Mrd. t. Es werden 1,6 % weniger produziert als gebraucht wird (NATIONAL GRAINS COUNCIL, 2012). Neuste Forschungsergebnisse belegen, dass jährlich rund 25 Milliarden Tonnen Bodenkrume durch Erosion, Versalzung und Austrocknung (Desertifikation) verloren gehen. Das sind ca. 5- 7 Millionen ha landwirtschaftliche Nutzfläche im Jahr, was alle 5- 6 Jahre eine Fläche von der Größe Deutschlands entspricht. „Neues Land“ wird seit mehreren Jahren durch Terrassierung, künstliche Bewässerung, Abholzung und Entwässerung gewonnen, jedoch sind die Flächen nur über mittelfristige Dauer nutzbar, da diese Böden schnell ausgelaugt sind. Diese Begebenheiten und der stetige Bevölkerungsanstieg haben über den jahrelangen Zeitraum zur Folge, dass die verfügbare Ackerfläche pro Kopf sinkt. Laut einer Statistik der FAO belief sich der Anteil an Ackerfläche pro Kopf 1962 noch auf 0,43 ha Ackerfläche pro Kopf, 1998 nur noch 0,26 ha. Das entspricht einem Rückgang von ca. 40 % (DEUTSCHE WELTHUNGERHILFE, 2006, FAO, 2004).

Aktuell und in naher Zukunft wirft diese hochbrisante Problematik eine interessante und wichtige Frage auf – Wie viele Menschen kann die Welt ernähren und was muss getan werden um noch effektiver aber zugleich ressourcenschonend zu produzieren? Ein möglicher Lösungsansatz stellt hierfür der Einsatz von Werkzeugen auf dem Gebiet des Precision Farming dar.

1.1 Problemstellung

In den landwirtschaftlichen Betrieben sind Ressourcen vorhanden die noch nicht genutzt werden. Um Ressourcen wie zum Beispiel Wirtschaftsdünger, Saatgut und Maschineneinsatz besser zu nutzen, muss man die Standortunterschiede erkennen, ortsbezogen erfassen und analysieren, die pflanzenbauliche Planung an die Standortunterschiede anpassen und reagieren. Der effiziente Betriebsmitteleinsatz ist sicher zu stellen, um eine stabile Produktion sichern zu können und die Umweltleistungen zu verbessern. Bei vielen Betrieben findet Precision Farming noch keine Anwendung und es wird noch mit veralteten Methoden gearbeitet (KTBL-Heft 52). Mit Hilfe von Modellen und Methoden zur ökonomischen Bewertung soll diese Problemstellung in der vorliegenden Arbeit weiter beleuchtet werden. Dazu wird speziell auf einige ausgewählte Bereiche des mechanisch-technischen Fortschritts eingegangen. Hierbei kommt es zur Fragestellung, um welche Bereiche soll es sich handeln, was kann innerhalb der Bereiche bewertet werden und welche Rechenmodelle können hierbei zum Einsatz kommen. Es steht die Produktionssteigerung im Vordergrund. Auch wird die Frage aufgeworfen, welchen ökonomischen Nutzen der Einsatz von Precision Farming Systemen in landwirtschaftlichen Betrieben bringt. Vermutlich wird sich der ökonomische Nutzen durch eine Vielzahl von verschiedenen Vorteilen ergeben. Um welche Vorteile wird es sich handeln, die zur Produktionssteigerung beitragen? Somit stellt sich die Fragen, wann ist eine Anschaffung sinnvoll und höhere Deckungsbeiträge zu erlangen?

1.2 Zielsetzung

Wie aus dem Abschnitt der Problemstellungsstellung ersichtlich wird, ergibt sich eine ganze Reihe an Fragen, welche erläutert und erklärt werden müssen um eine ökonomische Bewertung vornehmen zu können. Die Hauptzielsetzung liegt in der Erklärung folgender aufgeworfener Fragen:

Welche Vor- und Nachteile ergeben sich aus dem Einsatz der Systeme?

Welche Systeme bieten eine schnellstmögliche Amortisierung?

Wie groß kann der ökonomische Nutzen einzelner Systeme werden?

Es sollen hierbei vor allem Rechenmodelle eingesetzt werden, um den ökonomischen Erfolg zu ermitteln. Diese Modelle können als Entscheidungsgrundlage benutzt werden und zu ermitteln, ob der Einsatz eines Systems ökonomisch sinnvoll ist.

1.3 Vorgehensweise

Um die genannten Ziele zu erreichen, bedarf es einer guten Einarbeitung in das Thema Precision Farming. Hierzu wird eine Umfrage ausgearbeitet, sowie mehrere Termine mit ortsansässigen Landmaschinenhändlern zur Besprechung der lokalen Marktsituation und künftigen Marktsituation. Die Vielzahl auf dem Markt verfügbaren Entwicklungen von technischen Geräten macht es nötig sich auf ein Beispiel zu beschränken. Hierbei handelt es sich um die Deckungsbeitragsrechnung von der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung. Um eine realistische Auswertung zu bekommen, wird ein Schlag auf ökonomische Vor- und Nachteile untersucht.

2 Stand der Technik im Precision Farming

2.1 Technischer Fortschritt in der Präzisen Landwirtschaft

INTERNATIONAL GRAINS COUNCIL (2012) definiert Precision Farming als eine zielgerichtete und ortsdifferenzierte Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen unter Berücksichtigung kleinräumiger natürlicher Wachstumsbedingungen und aktueller Zustände.

Es werden qualitativ hochwertige Nahrungsmittel erzeugt, unter teilflächenspezifischer Optimierung der gegebenen Produktionsressourcen. Die Bewirtschaftung der Flächen erfolgt anhand einer Einteilung in so genannte „Management Units“, hierbei handelt es sich um eine identifizierbare Flächeneinheit. Diese orientieren sich an den lokalen und ökologischen Standortbedingungen (DEUTSCHE WELTHUNGERHILFE, 2006).

Der Begriff des Precision Farming kam erstmals Mitte der 80iger Jahre auf und bedeutet so viel wie „Präzise Landwirtschaft“. Ausgangspunkt für die Entstehung PF ist die agronomische und technologische Herausforderung, der sich ein Landwirt zu stellen hat. Faktoren wie beispielsweise volatile Märkte, Agrarverordnungen sowie die heterogenen Bodenverhältnisse und die Abhängigkeit vom externen Effekten (Wetter) gestalten eine nachhaltige und rentable Nahrungsmittelproduktion. Ferner sind die exakten Möglichkeiten der detaillierten Informationsbeschaffung oft nur spärlich oder mangelhaft vorhanden. Das heißt, dass der Landwirt oft nur auf Basiswissen basierende Produktionsfaktoren hat, diese aber selten homogen anzutreffen sind bzw. vorkommen. PF soll mit Hilfe neuer Technologien ein effizienteres Arbeiten in Hinsicht auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Nahrungsmittelproduktion in Verbindung mit Ressourcenschonung ermöglichen. Soweit es möglich ist werden exogene Faktoren und externe Effekte mit einbezogen, was jedoch eine Auswertung zum positiven Einsatz neuer Technologien erschwert. Der Einsatz neuer Verfahren, Techniken und Technologien wie zum Beispiel GPS, Sensoren und Fernerkundung, soll für diese Art von Landwirtschaft einen revolutionären Durchbruch bringen (Kluwer Academic Publisher, 2002).

2.2 On- Farm Research

OFR ist ein Werkzeug von PF und stammt aus dem amerikanischen Versuchswesen. Es dient zur Evaluierung von Bewirtschaftungsstrategien unter Praxisbedingungen. Hierbei werden neue PF Verfahren, Techniken und Technologien in praxisnahen Versuchen getestet, um zu sehen, ob sie die Effizienz und damit der Gewinn bei der Landwirtschaft erhöhen. Der Landwirt kann somit mit seiner eigenen vorhandenen Technik und dem PF Werkzeugen die Versuche anlegen. Zusätzlich notwendig zum OFR ist eine vorhergehende Planung, Anlage und Auswertung des Versuches (Der Online-Leitfaden für Praxisversuche, 2012).

Laut AgriCon beruht ein solcher OFR auf folgende Prinzipien:

- ➔ „Die Prüfglieder werden wiederholt und randomisiert angelegt
- ➔ Die Teilstücke sind an den Fahrgassen ausgerichtet
- ➔ Der Versuch soll eine Fläche von mindestens 30 ha umfassen
- ➔ Die Ernte erfolgt vollflächig mit Kartierungssystem ausgerüsteten Maschinen“

(AGRICON PRECISION FARMING COMPANY, 2012)

2.3 Anwendungsbereiche in der Landwirtschaft

Die Anwendungsbereiche werden, wie in Abbildung 1 einzusehen, untergliedert in Präziser Ackerbau, Forst- Garten- und Weinwirtschaft. Hierbei wird bei Precesion Farming unterschieden in Präzise Weidewirtschaft, Präziser Ackerbau und Präzise Tierhaltung. Der Präzise Ackerbau wird noch einmal Gesplittet in Dokumentation, Teilflächenbewirtschaftung, Flottenmanagement und Feldrobotik.

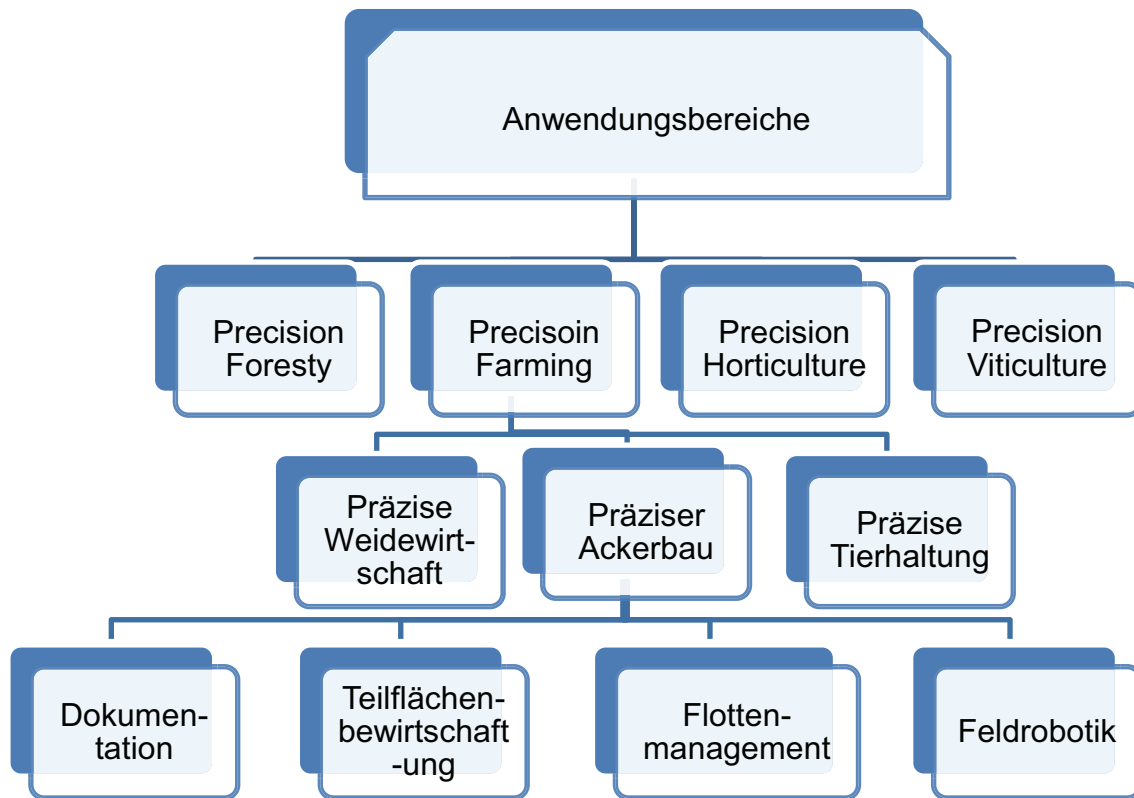


Abbildung 1 Einstufungsvarianten

(Quelle: verändert nach AUERNHAMMER, 2004, Seite 33)

Durch die Datenerfassung mit GPS kann eine sehr gute **Dokumentation** erstellt werden. Um nachfolgende Maßnahmen wie Düngung, Pflanzenschutz, Aussaat optimal zu planen und umzusetzen. Die automatische Datenerfassung erbringt damit Leistungen für Betriebsführung (Arbeitszeiten, Produktionsmittelaufwand, Auslastung der Maschinen, Ertragsdaten und Produktionsmittelaufwand), für die Administration/Verwaltung (Schlagaufmaße für die Flächennachweise und dem Antragswesen sowie die Maßnahmendokumentation) und die betriebliche Qualitätsdokumentation in der z.B. Inhaltsstoffe, Feuchte und Besatz aufgezeichnet wird und somit schnell abrufbar ist. Für eine optimale Datenerfassung müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden.

- ➔ Daten müssen direkt beim ausführen der Arbeit erfasst werden
- ➔ Daten müssen ohne Zutun des Landwirts einem Datenverarbeitungssystem zugeführt werden
- ➔ die Daten müssen automatisch analysiert werden und in logische Einheiten geteilt werden

Diese einzelnen Schritte, werden in der Regel vom Bordcomputer übernommen. In Zeitintervallen zwischen einer Sekunde und einer Minute werden Zeit, Ort (GPS), sowie Maschinendaten (Geschwindigkeit, Motordrehzahl, Kraftstoffverbrauch, Hubwerksposition, Applikationsmenge usw.) gemessen und aufgezeichnet. (PRE AGRO, 2006)

Um in der Vielzahl von Daten nicht den Überblick zu verlieren und diese auch in einer Auswertung zu berücksichtigen, macht es Sinn, Daten gemäß ihrer Verwendung einzuordnen. Die Daten werden hierbei entsprechend Eingeordnet. (KTBL Seite 419)

Stammdaten	Temporäre Daten	Saisonale Daten	Überjährige Daten
Gis-Daten	GIS-Daten	GIS-Daten	GIS-Daten
Flächenaufmaß	Regionale Prognosen	Ertragsdaten	Bodenprobenprodukte
Topographische Karten	Routenplanung	N-Sensordaten	Nährstoffkarte
Karten der Reichsbodenschätzung	Flottenmanagement	Applikationsdaten	Bodenscanner
Wetterdaten			
Sonstige Daten	Sonstige Daten	Sonstige Daten	Sonstige Daten
Schlagangaben	Abrechnungen	Anbauplanung Düngebilanz	Pachtverträge
Betriebsmittel	Angebote	GuV Rechnung	Versicherungsverträge
Arbeitskräfte Maschinen	Firmenprospekte	Ackertagebuch	Anbauplanung
Pachtangaben			Fruchtfolgen

Tabelle 1 Stammdaten der Datenerhebung

(Quelle: eigene Darstellung nach KTBL-Heft 52)

In der Tabelle 1 Stammdaten der Datenerhebung, werden die **Stammdaten** in der Regel nur einmal erfasst und zur Verarbeitung anderer Daten herangezogen wie zum Beispiel pachtrelevante Daten oder Flächenaufmaße. Sie können auch kurzzeitigen oder mehrjährigen Wechsel unterworfen sein. Zu diesen können zählen: die Arbeitskräfte oder Wetterdaten.

Die **Temporären** Daten werden in regelmäßigen Abständen weitergegeben und haben daher eine kurze Verweildauer und werden dann archiviert oder gelöscht. Hierzu zählen Abrechnungen, Angebote oder Firmenprospekte.

Die **Saisonalen Daten** werden jährlich neu erfasst. Da diese Daten schlagbezogen sind, bieten sie die Grundlage der teilspezifischen Bewirtschaftung da. Hierzu werden die Ertragsdaten, N-Sensor-Daten und Applikationsdaten herangezogen. Andere saisonale Daten sind unter anderen Anbauplan, Düngebilanz, Gewinn und Verlust Rechnung, Rechnungen, Deckungsbeitragsrechnung.

Überjährige Daten werden in regelmäßigen Abständen jedoch über einen längeren

Zeitraum neu aufgenommen. Überjährige GIS Daten Bodenscannerdaten oder Bodenbeprobungspunkte. Andere Daten sind Pachtverträge, Fruchtfolgen und Anbauplanung.

Unter der **Teilflächenbewirtschaftung** wird im Grunde eine teilflächenspezifische Applikation von Betriebsmitteln, wie z.B. Düngemittel (Stickstoffdünger, Grundnährstoffe bzw. Kalk) oder Pflanzenschutzmittel (z.B. Herbizide, Fungizide) verstanden. Die teilflächenspezifische Applikation verspricht zum einen eine Einsparung bei Betriebsmitteln, zum anderen höhere Naturalerträge.

Das **Flottenmanagement** ist das Verwalten, Planen, Steuern und Kontrollieren von einem Fuhrpark. Heutzutage wird vom digitalen Flottenmanagement gesprochen. Wobei die Software und GPS-Systeme unabdingbar sind.

Autonome Roboter werden entwickelt, um menschlichen Akteuren das Erreichen ihrer Handlungsziele zu erleichtern. Sie sind ein Mittel zum Zweck und ersetzen menschliche Teilhandlungen.

2.4 Parallelfahrssysteme

Es sind derzeit drei verschiedene Varianten von Lenksystemen auf dem Markt. Mit Hilfe von Satellitenortung unterstützen und/ oder übernehmen diese die Lenkarbeit und entlasten somit die Fahrer. Durch die Satelliten wird die Position des Fahrzeugs exakt bestimmt. Diese Systeme basieren meist auf der Grundlange von GPS. Diese Systeme lassen sich in Lenkhilfen, -assistenten und -automaten einteilen. Die Vorteile und Nachteile werden in Tabelle 2 Vergleich von Lenksystemen zusammengefasst.

Lenkhilfen greifen nicht aktiv in das Schleppersystem ein, sondern zeigen dem Fahrer akustisch und optisch die Einhaltung der Fahrspur. Der Fahrer hat dann die Aufgabe den Schlepper auf die richtige Spur zu bringen. Verbreitet sind die Geräte der Firma Palm, für Pocket PCs wird Software angeboten. Dieses System kann durch einfache Montage auf einen anderen Schlepper, Drescher und Feldspritze installiert werden. Die Kosten für günstige Geräte betragen ab 1.000 Euro. Die Kosten für eine Software beginnen bei einem Kaufpreis von 150 Euro.

Lenkassistenten bieten eine fast vollständige Entlastung des Fahrers durch das Eingreifen auf das Lenksystem des Fahrzeuges durch einen Stellmotor. Es wird eine höhere Genauigkeit gewährleistet und der Fahrer kann sich besser auf die zu führende

Maschine konzentrieren, sowie mangelhaftes Arbeiten schneller erkennen. Bei diesem System ist eine Montage auf andere Maschinen möglich. Dazu muss sowohl der GPS Empfänger als auch das Lenkrad mit Stellmotor umgebaut werden. Dieses ist eine optimale Variante, wenn mehrere Schlepper mit einem System laufen sollen. Es müssen Kosten ab 10.000 Euro pro System veranschlagt werden.

Lenkautomaten sind direkt am Lenksystem angeschlossen und halten den Traktor oder Drescher automatisch auf der vorgegebenen Spur. Dieses System bietet ein Maximum an Genauigkeit. Lenkautomaten haben mit Abstand die höchsten Investitionskosten. Die Kosten belaufen sich auf 10.000 bis 40.000 Euro.

	Lenkhilfen	Lenkassistent	Lenkautomat
Genauigkeit	ca. 30 cm	30 cm - 5 cm	bis 2 cm
Fahrerentlastung	gering (gut bei Nacht)	mittel - hoch	sehr hoch
Einsatzmöglichkeiten	Kalkung, Org. Düngung, Boden- bearbeitung, Grünlandbe- wirtschaftung	Wie Lenkhilfe, Ernte, PSM , Saat	wie Lenkassistent, Saat
Lenkung	manuell	automatisch	automatisch

Tabelle 2 Vergleich von Lenksystemen

(Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2007, Seite 42)

Bei der **Bodenbearbeitung** lassen sich, wie in der Tabelle 3 Vergleich der Arbeitsbreitenausnutzung, ersichtlich, gravierende Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten feststellen. Es können bei der 3 m-Variante eine Mehrauslastung von mehr als 8 % sein. Der wohl gravierendste Unterschied im Hinblick auf die Mehrauslastung lässt sich an der 4,50 m-Variante erkennen. Es handelt sich um eine Mehrauslastung von 10 %. Was bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 14 km/h ein Plus von 0,63 ha pro Stunde ist. An einem Tag könnten so mehr als 7 ha zusätzlich bearbeitet werden und das mit der gleichen Maschine bei der Anwendung eines Lenkautomaten. Bei der 3 m-Variante stellt sich in den rothinterlegten Feldern kein Unterschied heraus.

Arbeitsbreite in m	Praxisübliche Arbeitsbreite ohne Parallelfahrssysteme	Arbeitsbreite mit Lenkhilfe	Arbeitsbreite mit Lenkhilfeassist	Arbeitsbreite mit Lenkautomat
3,00	2,70	2,70	2,80	2,95
4,50	4,00	4,20	4,30	4,45
6,00	5,50	5,70	5,80	5,95
Auslastung in %				
3,00	90,00	90,00	93,33	98,34
4,50	88,89	93,33	95,56	98,89
6,00	91,67	95,00	96,67	99,17

Tabelle 3 Vergleich der Arbeitsbreitenausnutzung

(Quelle: eigene Darstellung nach KTBL 2007)

2.5 Stand der Technik in der teilspezifischen Düngung

Um bei der Düngung die richtige auszubringende Menge zu ermitteln, wird während der Überfahrt der Versorgungszustand der Pflanze ermittelt. Hierbei werden verschiedene Varianten angeboten wie in Tabelle 4 einzusehen, über indirekt messbare Parameter wie Chlorophyllgehalt oder Biege widerstand der Pflanze.

Diese Daten werden dann unverzüglich an das Steuerungssystem weitergeleitet und die erforderliche Menge wird ausgebracht. Aufgrund der längeren Marktreife gegenüber anderen Systemen, findet der N-Sensor von Yara am meisten Verwendung in der Praxis
Tabelle 4 Vergleich von N-Sensoren.

Kriterium	N-Sensor	Crop-Meter	Mini-VEG N
Montage	Fahrzeugdach	Gestänge in Fronthydraulik	Ausleger mit 4 Sensoren
Abstand Pflanze - Sensor	3 m - 10 m	Kontakt zur Pflanze	>0,03m
Messprinzip	Reflexion	Widerstand	Optisch
Messprinzip	Chlorophyllkonzentration	Biege­widerstand	Chlorophyllkonzentration
Messfeld	6 m ² links und rechts	1 m ² in der Fahrspur	0,04m x 0,01 m
Zielgröße	N-Versorgung/ Fungizide/ Halmstabilisatoren	N-Versorgung/ Fungizide/ Halmstabilisatoren	N-Versorgung/ Fungizide/ Halmstabilisatoren
Kulturen	Getreide, Raps, Mais	Getreide	Getreide
Entwicklungsstadium	BBCH 29 - 69	ab BBCH 30	bis BBCH 49
in der Praxis seit	2000	2004	2005
Preis in €	20.500 - 34.000	13.000	30.000

Tabelle 4 Vergleich von N-Sensoren

(Quelle: eigene Darstellung nach KTBL-Heft 52)

Die Vorteile vom N-Sensor (Yara) sind, dass er einen relativ großen Bereich scannt und dadurch eine optimale Abtastung des Pflanzenbestandes gewährleistet. Der Crop-Meter misst den Biege­widerstand in den Fahrgassen und nimmt Kontakt zu den Pflanzen auf. Durch Verunkrautung oder Fehlstellen können die Daten verfälscht werden und somit eine falsche Ausbringung nach sich ziehen.

Die **teilflächenspezifische Düngung** bietet die größte Option mineralische Dünger einzusparen. Durch technischen Fortschritt lässt sich eine variable Ausbringung der Düngermenge realisieren. Dies geschieht durch ein Ansteuern der Mengendosierer. Grundlage für die optimale Ausbringung des Düngers sind die Ertragskartierung, Nährstoffgehalte des Bodens und die Ertrags­erwartung der Folgefrucht. Die Vorteile sind neben einer angepassten Verteilung, ein Ausgleich des unterschiedlichen Nährstoffentzugs, homogenere Bestände und die Berücksichtigung grundwassersensibler Gebiete. Durch einen Mehrertrag und durch Einsparung von

Düngemitteln wird nicht nur der Natur geholfen, sondern es werden Kosten eingespart und die Fahrer entlastet. In der Praxis ist es ein häufig eingesetztes Verfahren, wenn ein Düngerstreuer mit variabler Dosierung vorhanden ist. Die Anwendung kann bei allen Kulturen eingesetzt werden (KTBL-Heft 52, 2005). Bei der **teilspezifischen Aussaat** werden mittels eines Programms, wie zum Beispiel Pro Agra, mehrere Einflussfaktoren in die Berechnung aufgenommen. Die Faktoren sind Saattermin (optimal oder semioptimal), Vorfrucht, Sorte, Bodenfeuchte, Saattiefe, TKG und Keimfähigkeit. Dieses Programm greift auf Wetteraufzeichnungen sowie auf die Ackerzahl zurück. All diese Parameter fließen in die Entscheidungsfindung mit ein. Ergebnis der Berechnungen ist eine Applikationskarte, die für jede Teilfläche des Schlages eine bestimmte Saatstärke vorgibt. Somit ist ein Einsparungspotenzial von 10-15 kg bei Winterweizen möglich und ein optimaler Standraum für jede Pflanze wird gewährleistet. In Zukunft wird eine Saatmengenregulierung auch bei Mais, Zuckerrüben und Raps von Bedeutung sein. (KTBL Teilflächenspezifische Saat, 2005).

2.6 Ertragskartierung

Die Daten für die Ertragskarten werden unmittelbar bei der Ernte im Mähdrescher erhoben. Der Ertrag wird durch eine Lichtschranke gemessen, die in regelmäßigen Abständen den Schüttkegel auf den Elevatorpaddeln erfasst. Diese wird Punktkarte genannt. Durch die GPS-Ortung wird sichergestellt, dass jede Volumenmessung aufgezeichnet wird. Dadurch ist die Ertragsdarstellung in einem geografischen Informationssystem möglich. Durch Softwareunterstützung wird aus Punktdaten eine flächendeckende Karte erstellt.

An den Ertragskarten ist die unterschiedliche Verteilung der Erträge innerhalb des Schlages festzustellen. Diese Ertragskarten sind die Grundlage zur Entwicklung von Applikationskarten, die sich später auf die Düngung und PSM beziehen. Durch die Überlappung der einzelnen Ertragsdaten ergibt sich eine mehrjährige Ertragskarte (siehe Abbildung 2 Einzelpunktkarte (Ertragskartierung), Abbildung 3 Mehrpunktete Karte (Ertragskartierung), Abbildung 4 Ertragskarte (einjährig) und Abbildung 5 Ertragskarte (mehrjährig) (AGRARPROJEKTE LANDWIRTSCHAFTSBERATUNG, 2012).



Abbildung 2 Einzelpunktkarte (Ertragskartierung)

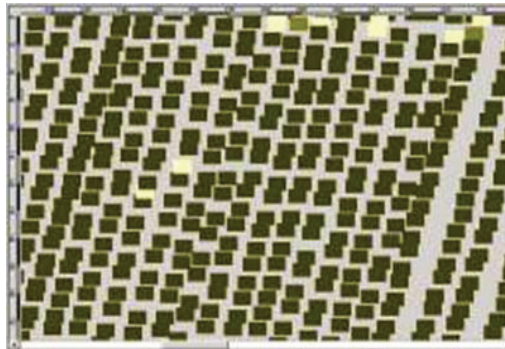


Abbildung 3 Mehrpunktekarte (Ertragskartierung)



Abbildung 4 Ertragskarte (einjährig)



Abbildung 5 Ertragskarte (mehrjährig)

(Quelle Abb.2, Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5: Agrarprojekte Landwirtschaftsberatung, 2012)

2.7 Ökologische Aspekte für Precision Farming

Nicht nur in Deutschland ist Precision Farming ein wichtiger Zweig in der Landwirtschaft, sondern auf der ganzen Welt. In Europa werden jährlich durchschnittlich 1,3 Millionen Euro (Stand 2004) als Fördermittel ausgegeben um Precision Farming zu unterstützen und anzutreiben. Wie in Tabelle 5 Fördermittel für Precision Farming zu erkennen, werden derzeit 45 Projekte finanziert (Agrarprojekte Landwirtschaftsberatung, 2012).

Übersicht über Kosten und Fördermittel von EU-Projekten zu PA und verwandten Themenbereichen

Themenbereich	Anzahl Projekte	Projekt-kosten (Tsd. Euro)	Projekt-förderung (Tsd. Euro)	Förderquote (%)	Ø Projekt-kosten je Projekt (Tsd. Euro)
Precision Agriculture	45	58.472	38.182	65	1.299
weitere landwirtschaftliche Themen	122	286.423	206.225	72	2.348
Krankheitserkennung	29	376.226	246.879	66	12.973
Sensor- und Methodenentwicklung	15	56.970	41.736	73	3.798
Bewässerung	10	14.414	13.063	91	1.441
Biotechnologie	16	160.179	131.987	82	10.011
Politikforschung	6	14.100	k. A.	k. A.	2.350

Quelle: Ehlert et al. 2004, S. 81

Tabelle 5 Fördermittel für Precision Farming

Precision Farming bietet viele Vorteile, die der Umwelt zu Gute kommen, denn nicht nur die Einsparung von Treibstoff durch Ausnutzung der Arbeitsbreiten, sondern auch der richtige Einsatz der Maschine kann optimiert werden. Die Einsparung von Dünger durch Teilapplikation sowie die Anwendung von Teilflächenbehandlung tragen erheblich zum Umweltschutz bei. Die Rückverfolgbarkeit und die Transparenz sind durch sehr gute Aufzeichnungen einfach zu kontrollieren. Beispielsweise können somit die Abstandauflagen zu Gewässern besser eingehalten werden oder die N-Einträge den Auflagen entsprechend getätigt werden.

3 Einflussfaktoren auf die Ökonomie von Precision Farming

3.1 Ökonomische Gesamtsituation

Die Anwendung von Precision Farming Systemen ist im ostdeutschen Raum sehr verbreitet. Ökonomische Vorteile von Precision Farming können sich durch höhere Qualitäten, Ertragssteigerung, Reduzierung des Faktoreinsatzes wie zum Beispiel Stickstoffdünger oder Pflanzenschutzmittel ergeben. Kann der Einsatz von Betriebsmitteln bei steigenden oder gleich bleibenden Erträgen reduziert werden und ein höherer Ertrag erzielt werden, dann führt das zu einem höheren Deckungsbeitrag. Wenn die Deckungsbeitragsänderungen die Kapitalkosten decken, dann führt der Einsatz von Precision Farming Systemen zur Gewinnsteigerung und ist somit rentabel.

Die Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von Precision Farming Systemen sind weitreichend. Zu den gut abzuschätzenden Faktoren zählen die Investitionssumme für die Navigationstechnik und Applikationstechnik. Die Betriebsgröße und die damit zusammenhängende Anbaufläche können sehr leicht in Erfahrung gebracht werden. Umso schwieriger ist die Organisation der eingesetzten Technik vor allen bei Lohnunternehmen. Die Organisation setzt voraus, dass sehr gute Managementfähigkeiten vorhanden sind und der Faktor und Produktpreise entsprechend kalkuliert werden. Die nicht beeinflussbaren Faktoren, wie zum Beispiel der Witterungsverlauf, wirken sich stark auf die Wirtschaftlichkeit aus. Auf heterogenen Flächen kann durch die teilflächenspezifische Stickstoffdüngung der Mineraldüngeraufwand um etwa 7 % bzw. 14 kg N/ha reduziert werden. (TAB, 2005, Seite 9)

3.2 Einwirkung der Faktorpreise auf die Ökonomie

Derzeit ist der Dieselmotorkraftstoff noch nicht aus der Landwirtschaft weg zu denken. Dennoch haben die Biokraftstoffe an Attraktivität verloren. Das ist darauf zurückzuführen, dass seit dem 01.08.2006 Steuern von 9 Cent/Liter erhoben werden und eine Steigerung der Steuern auf 45 Cent/Liter am 01.01.2012 umgesetzt wurde. Jedoch spielen die Kosten für die Umrüstung sowie die Probleme der Motoren eine ausschlaggebende Rolle. Das Reinigen der Tanks sowie die erhöhten Kosten für die Wartung und Instandhaltung schmälern die Rentabilität der Umrüstung. Die Kosten für

normalen Dieselmotoren sind in den vergangenen Jahren auch gestiegen. Wie in Abbildung 6 Dieselpreisentwicklung einzusehen, sind die Dieselpreise stark angestiegen. Im Jahr 2000 kostete ein Liter Diesel 0,753 Euro und im Jahr 2011 hat Diesel einen Preis von 1,331 Euro. Das ist in den 11 Jahren ein linearer Preisanstieg von 0,052 Euro. Die Preiserhöhung ist der Spekulationen am Terminmarkt und die Verknappung der Ressourcen zu verschulden. Die Maschinenindustrie steuert durch verbrauchsarme Maschinen, die mit relativ wenig Kraftstoff auskommen und damit Deckungsbeitrag verbessern, entgegen (IHK LIMBURG, 2006, Seite 3).

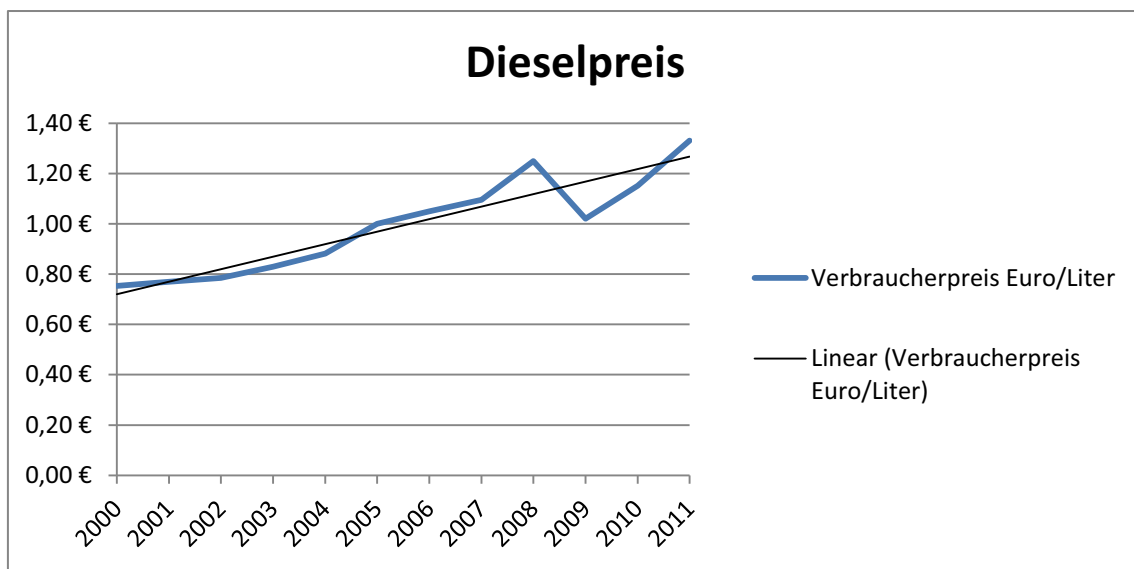


Abbildung 6 Dieselpreisentwicklung

(Quelle: verändert nach Statistischen Bundesamt Wiesbaden)

Die Düngemittelpreise werden sich voraussichtlich stetig erhöhen, da die Nachfrage steigt. So lagen die Kosten für Harnstoff im Januar 2008 bei 370 Dollar/t und im September 2011 bei 504 Dollar/t. Das ist auch darauf zurückzuführen, dass sich der Euro gegenüber dem Dollar als schwach gezeigt hat. Im August 2008 war der Kauf von Harnstoff am teuersten und schlug mit 770 €/t zu Buche. In den kommenden Jahren ist zudem ein Anstieg des Weltdüngerverbrauchs zu erwarten. Dies wird vor allem durch die positive Preisentwicklung des Absatzes gefördert. In Deutschland hat der Einsatz von Düngemitteln in der Saison 2010/2011 deutlich zugenommen. Im Vergleich zum Wirtschaftsjahr 2009/2010 ist er um 13 % angestiegen. Auch der Weltverbrauch von Nährstoffen wird weiter steigen. Prognosen zeigen eine Steigerung vom Jahr 2011 mit 105 Millionen Tonnen Stickstoff zum Jahr 2015 mit 112 Millionen Tonnen. Dabei handelt es sich um ein Plus von 6,67 % (DEUTSCHER BAUERNVERBAND, 2012).

Wie in der Einleitung beschrieben, spielen die Qualität und auch die Erträge eine ausschlaggebende Rolle zur Erlangung guter Getreidepreise (Anhang III Weizenpreisentwicklung von 2000 bis 2011). Zudem ist der richtige Verkaufszeitpunkt ein Faktor, der oft unterschätzt wird. Im Januar 2000 waren die Eliteweizenpreise auf einem Preisniveau von ca. 13 Euro/dt, was bis zum Jahr 2006 fast unverändert blieb. Die Preise für Eliteweizen pendeln zwischen 11 Euro/dt. und 15 Euro/dt. Ab 2007 stiegen die Preise deutlich an, so dass im Wirtschaftsjahr 2007-2008 ein Rekorderlös von 29 Euro/dt E-Weizen erzielt wurden. Im darauf folgendem Jahr 2008-2009 fielen die Erlöse rapide ab und lagen bei einem Erlös von ca. 15 Euro/dt. Grund für diese Einbußen waren Trockenheit und dass die geforderten Qualitäten nicht erzeugt und Kontrakte nicht erfüllt werden konnten. Beim Futterweizen sehen die Erlöse ähnlich aus. Im Jahr 2000 lag der Verkaufspreis bei 12 Euro/dt, die Schwankungen gingen von 8 Euro/dt bis 15 Euro/dt (im Jahr 2004). Der Preis stieg im Wirtschaftsjahr 2007-2008 bis zu 24 Euro/dt. Nach einem Einbruch der Preise 2008-2009, sind die Erlöse abgesunken. 2009-2010 notierte Futterweizen 9 Euro/dt und stieg im Folgejahr auf 23 Euro/dt. an (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2011).

Die Rapspreise zeigten sich in den vergangenen Jahren nicht sehr stabil. Im Jahr 2002 lagen die Rapspreise bei 22 Euro je dt. Dieses Preisniveau hielt sich bis 2006. 2007 stiegen die Preise erstmals deutlich an und blieben steigend, so dass 2008 ein Erlös von 37,60 Euro/dt erzielt werden konnten. Nach diesem Aufschwung gab es eine Depression und die Preise fielen 2009 auf 32 Euro je dt. 2011 sind die Preise wieder gestiegen, so dass ein Spitzenerlös von 44,00 Euro/dt zu notieren war. In diesen 10 Jahren sind somit die Erlöse von Raps um 100% gestiegen und die Prognosen weisen einen weiteren Anstieg auf. Diese Preisveränderungen werden im Anhang (Anhang IV Rapspreisentwicklung 2000 bis 2011) grafisch dargestellt. Auf die Preisentwicklung von Raps haben mehrere Faktoren Einfluss. Zu diesen gehören die Anbaumenge, der Ertrag, die Witterung und die Ausdehnung der Rapsflächen in Europa sowie die angebotene Menge auf dem Weltmarkt.

4 Berechnungsbeispiel teilflächenspezifische Düngung

4.1 Rechenmethoden zur teilflächenspezifische Düngung

Der Schlag der zur ökonomischen Untersuchung herangezogen wurde, befindet sich in zentraler Lage von Mecklenburg Vorpommern. Dieser Betrieb hat eine Gesamtgröße von ca. 1500 ha. Er arbeitet seit 2 Jahren mit dem N-Sensor. Dieser Schlag hat den Namen Schlag 7 und ist ein recht inhomogenes Feld. Die Bodenpunkte reichen von 38-55. Der lehmige Sand bietet die optimalen Voraussetzungen für eine ökonomische Analyse von der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung. Die Berechnung der Deckungsbeiträge/ Annuität erfolgte in den Jahren 2009 und 2011. Im Jahr 2009 wurde ohne N-Sensor und 2011 bereits mit dem Greenseeker gearbeitet. In beiden Jahren wurde Weizen angebaut. Dem Betrieb ist es wichtig die Homogenität des Ackers zu verbessern oder nur den Schlag zu homogenisieren, um die Erträge zu steigern und die Druschbedingungen zu verbessern. Winterweizen stellt im vorliegenden Betrieb einen Anteil von ca. 35 % dar und ist neben Raps die meist angebaute Kultur. Der Weizenanteil von der Gesamtackerfläche betrug 2009 ca. 32 % (Anhang II Betriebsspiegel).

In der betriebswirtschaftlichen Literatur, können grundsätzliche Methoden gefunden werden, mit deren Hilfe Modelle zur Wirtschaftlichkeitsberechnung und Untersuchung erstellt werden können. Es werden Theorien für die Bereiche Produktion, Investition und Finanzierung unterschieden. Diese Komponenten/Größen stehen in stetiger Wechselwirkung. Selten werden Bereiche neu aufgebaut in denen neue Berechnungen angewandt werden müssen. Es ist wahrscheinlicher, dass bei den gegebenen Betriebskapazitäten und beschaffbaren Produktionsmitteln agiert wird (REISCH /ZEDDIES, 1992, Seite 22).

Ein Problem bei der Klärung ökonomischer Zusammenhänge ist die Unsicherheit der Datengrundlage. Die Datengenauigkeit ist die Voraussetzung für ein aussagenkräftiges Modell. Die Modelle und Rechnungen der Wirtschaftlichkeit der Investitionen beziehen sich zum größten Teil auf die Zukunftsplanung. Somit kann gesagt werden, dass die Daten die zu Grunde gelegt werden, Erwartungswerte sind, bei denen die Höhe und Richtigkeit der Abweichungen nicht zu 100% sicher sind. Dies ist ein Risiko für eine geplante Investition. Um dem Risiko entgegen wirken zu können, werden Sicherheitsabzüge bei den Leistungen und den Zuschlägen für die Kosten und dem Produktionsverfahren vorgenommen werden. Weiterhin kann eine Berechnung unter

Einbeziehung eines großen Risikos, sowie die Berechnung mit minimalem Risiko durchgeführt werden (REISCH/ZEDDIES, 1992, Seite 30).

Grundsätzlich wird bei der Investitionsrechnung zwischen zwei Verfahren unterschieden, zum einen das statistische Verfahren und zum anderen das dynamische Verfahren. „So einfach und vielfältig die statischen Verfahren der Investitionsrechnung anzuwenden sind, können sie doch wegen ihrer prinzipiellen Mängel nur als grobe Orientierung angesehen werden“ (REISCH/ZEDDIES, 1992, Seite 44). Grund für diese Aussage ist, dass keine Zeitfaktoren berücksichtigt werden. Im dynamischen Verfahren werden die Zeitfaktoren berücksichtigt. Dabei werden die Einzahlungen und Auszahlungen unterschieden. Diese werden zu einem gewählten Bezugszeitpunkt auf- oder abgezinst. Erlöse aus Leistungen können Einzahlungen sein, die mit Hilfe des Investitionsobjektes erstellt werden. Auszahlungen sind zum Beispiel die Kosten für Material, Energie und Arbeit. Das meist angewandte Verfahren ist die dynamische Investitionsrechnung, wobei hierbei die Kapitalwertmethode, Annuitätenmethode und die Methode des internen Zinsfußes zu Grunde liegen.

Die **Kapitalwertmethode** dient zur Beurteilung einer Investition, wobei bei der Auswertung gesagt werden kann, wenn der Kapitalwert positiv ist, so ist die Investition rentabel. Ein negatives Ergebnis zeugt von Unrentabilität. Kapitalwerte sind untereinander nur vergleichbar, wenn sie dieselbe Nutzungsdauer besitzen.

Die **Methode des internen Zinsfußes** gibt die durchschnittliche Kapitalproduktivität an. Es wird eine Reihenfolge aufgestellt, welche Investition vorzuziehen ist.

4.2 Deckungsbeitragsrechnug

Um ein ökonomisch korrektes Ergebnis zu erhalten, werden die Faktoren wie Niederschlag, Sorte und Klima nicht berücksichtigt. Der Deckungsbeitrag ergibt sich aus dem Erlös abzüglich der variablen Kosten. Die Erlöse ergeben sich aus der Leistung eines Produktionsverfahren, in diesem Sinne Durchschnittsertrag in dt/ha mal Verkaufspreis. Die variablen Kosten setzen sich zusammen aus den Direktkosten und den variablen Arbeiterledigungskosten. Der Deckungsbeitrag stellt somit den Betrag dar, der zur Deckung der Gemeinkosten dient (REISCH, KNECHT, 1995, Seite 114).

Im Jahr 2009 wurde nach alten Standards gedüngt. Der Düngebedarf der Fläche wurde errechnet und nach guter fachlicher Praxis appliziert. 2011 wurde mit einem N-Sensor gedüngt und somit ein technischer Fortschritt erlangt. In der Deckungsbeitragsrechnug (Tabelle 6) ist der Aufbau dargestellt. Es wird ein Schlag (Schlag 7) in verschiedenen Anbaujahren in Hinsicht auf den Deckungsbeitrag verglichen. Es wurde 2009 und 2011 Weizen auf einer Fläche von ca. 50 ha angebaut. Im Jahr 2010 wurde der Schlag mit Hilfe von GPS vermessen und ergab eine Fläche von 50,3 ha. Bodenbearbeitung, Aussaattermin und Aussaatstärke waren identisch. Es wurden Erträge von 84,73 dt/ha 2011 und 2009 77,12 dt/ha erwirtschaftet. Rechnerisch ergab sich ein Mehrertrag von 7,61 dt/ha. Die Erlöse je ha werden in Tabelle 3 mit 14 €/dt angegeben. Diese 14 € ergeben sich aus dem Durchschnitt von 16 € (2011) und 12 € (2009) um den Preisschwankungen entgegen zu wirken. Die Düngerpreise haben sich in dieser Zeit um 0,1 € erhöht, somit kostete 1 kg Reinnährstoff 2009 im Jahresdurchschnitt 0,8 € und 2011 schon 0,9 €, wobei sich die Tendenz wie in Abschnitt 3.2 beschreiben verändern wird. Durch den Einsatz eines N-Sensors 2011 wurde eine Gesamtmenge von 200 kg je ha gedüngt. Die Technik wurde so eingestellt, dass sie einen Spielraum von plus/minus 10 kg hatte. Dadurch konnten 10,4 kg/N im Gegensatz zum Jahr 2009 eingespart werden. 2009 wurde eine Menge von 210,4 kg/N gestreut. Somit liegen die Kosten mit N-Sensor-Düngung mit 11,68 € unter den Kosten im Jahr 2009. Die viermaligen Überfahrten wurden in beiden Jahren realisiert, so dass die Kosten für die Überfahrt und die Flächenleistung gleich blieben. Was sich dabei geändert hat, sind die Kosten für den Diesel. Hier unterscheiden sich die beiden Jahre mit 0,24 € je ha. Allein für die Überfahren müssten somit 2011 pro ha 0,24 € mehr veranschlagt werden. Die Arbeiterledigungskosten je Hektar lagen in beiden Jahren konstant bei 8,84 €/ha. Somit

belaufen sich die Kosten für die Düngung inklusive Dünger 2011 auf 217,84 € und im Jahr 2009 auf 205,92 €. Es ergibt sich eine Differenz von 11,92 €, die ein Indikator für die Kostenminderung mittels Düngung per N-Sensor darstellt. Für die andere variable Kosten, wie Saatgut u.a., wurden auf eine konstante Summe von 70 € festgelegt und für die Kosten vom Pflanzenschutz 160 €, um einer Verfälschung des Ergebnisses vorzubeugen. In der Summe belaufen sich die variablen Kosten auf 455,27 € im Jahr 2011. im Jahr 2009 entstanden 442,62 € variable Kosten. Es wird die Summe der variablen Kosten vom Erlös abgezogen um den Deckungsbeitrag zu erhalten. Somit ergibt sich für das Jahr 2011 ein Deckungsbeitrag von 730,95 € und für das Jahr 2009 ein Deckungsbeitrag von 637,06 €. Daraus resultiert eine Differenz von 93,90 €.

	Schlag 7	Schlag 7		
	WW 2011	WW 2009		
Flächengröße	50,3	50,3	Differenz	0
Durchschnittsertrag dt/ha	84,73	77,12	Differenz	7,61
Preis €/dt	14	14	Differenz	0
Preis in € je kg N Dünger	0,9	0,8	Differenz	0,1
Erlös €/ha	1186,22	1079,68	Differenz	106,54
Eingesetzte Menge N kg Ø	200	210,4	Differenz	-10,4
Min/Max	190/210			
Preis Dünger in €	180	168,32	Differenz	11,68
Anzahl der Überfahrten	4	4		
Arbeitszeitbedarf in h je ha	0,36	0,36	Differenz	0
Feldflächenleistung ha/h	16,88	16,88	Differenz	0
Dieselmotorkraftstoff €/ha	2,48	2,24	Differenz	0,24
Arbeitserledigungskosten (Maschine + Lohn)	8,84	8,84	Differenz	0,00
Kosten je ha in € gesamt ohne Dünger	45,27	44,30	Differenz	0,96
Kosten inklusive Düngerkosten in €	225,27	212,62	Differenz	12,64
Saatkosten €/ha	70	70	Differenz	0
Kosten Pflanzenschutz €/ha	160	160	Differenz	0
Leistung Ertragssteigerung dt/ha	84,73	77,12	Differenz	7,61
Leistung Düngersparnis €/ha	180	168,32	Differenz	11,68
Summe variable Kosten	455,27	442,62	Differenz	12,64
Deckungsbeitrag je ha	730,95	637,06	Differenz	93,90

Tabelle 6 Deckungsbeitragsrechnung

Quelle: Eigene Darstellung

4.3 Annuität für Systeme zur teilflächenspezifischen N-Düngung

In der vorliegenden Arbeit kommt die Annuitätsmethode zur Anwendung. Die Annuität resultiert aus regelmäßigen Rückzahlungen einer Schuld und umfasst die fälligen Zinsen und den Tilgungsbetrag. Die Belastung für den Schuldner liegt dabei in jedem Jahr auf gleichem Niveau (siehe Tabelle 7). Zur Ermittlung des Annuitätenfaktors wird die Formel 1 Annuitätenfaktor herangezogen. Der Annuitätenfaktor wird auch als Kapitalwiedergewinnungsfaktor bezeichnet. Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten die Annuität auszurechnen. Zum ersten mit der Annuitätenmethode und zum zweiten mit dem Annuitätendarlehn. Im Annuitätendarlehn wird genau aufgeschlüsselt, wie viel in den einzelnen Jahren an Zinsen und Tilgung gezahlt werden muss. In Tabelle 7 Annuitätendarlehn wird der jährliche Kapitaldienst errechnet. Die Anfangs/Restschuld von 30.000 € wird mit dem Zinsfaktor von 5 % verzinst. Die Zinsen im ersten Jahr betragen 1.500 €. Der Kapitaldienst wird mit der unten aufgeführten Formel errechnet und beläuft sich auf 6.929,24 €. Nun wird vom Kapitalwert der Zins abgezogen, um die Tilgung für das erste Jahr zu erhalten. Vom Anfangs/Restschuld wird die errechnete Tilgung abgezogen und die neue Restschuld zeigt sich auf. Somit steigt die Tilgung und die Zinsen steigen. In diesem Fall beträgt die Anfangsschuld 30.000 € mit einem Zinssatz von 5 %, einer Laufzeit von 5 Jahren und einem errechneten Annuitätenfaktor von 0,230974798.

a=Annuität (€/Jahr)

C_0 = Kapitalwert (€) Investitionssumme ist die Summe die für eine Anschaffung aufgewendet wird

i= Zinssatz (%) Zinssatz ist der in Prozent ausgedrückte Preis für das geliehene Kapital

n= Nutzungsdauer (in Jahren) Laufzeit gibt an wie lange eine Investition abgezahlt wird

$$\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Formel 1 Annuitätenfaktor

(Quelle: R. DILLERUP, T. ALBRECHT, 2005)

Jahr	Anfangs-bzw. Restschuld	Tilgung	Zinsen	Kapitaldienst
0	30.000,00 €			
1	24.570,76 €	5.429,24 €	1.500,00 €	6.929,24 €
2	18.870,05 €	5.700,71 €	1.228,54 €	6.929,24 €
3	12.884,31 €	5.985,74 €	943,50 €	6.929,24 €
4	6.599,28 €	6.285,03 €	644,22 €	6.929,24 €
5	0,00 €	6.599,28 €	329,96 €	6.929,24 €
Summe		30.000,00 €	4.646,22 €	34.646,22 €

Tabelle 7 Annuitätendarlehn

(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Annuitätenmethode ist eine Methode zur schnellen Berechnung der Annuität. Hierbei wird nicht aufgeschlüsselt, welche Kosten wodurch entstehen. Es wird ermittelt, wie hoch der Kapitaldienst in den einzelnen Jahren ist. Hierzu zeigt sich wiederum der Annuitätenfaktor als notwendig. Zur ökonomischen Bewertung der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung sind somit die Annuität und der Deckungsbeitrag des Schlages ausschlaggebend. In Tabelle 6 wurde für das Jahr 2011 ein Deckungsbeitrag von 730,75 € nachgewiesen und für das Jahr 2009 ein Deckungsbeitrag von 637,06 €. In Tabelle 6 Deckungsbeitragsrechnung sind die DB verrechnet. Es tritt eine Differenz von 93,89 € auf.

Die Annuität von 6.929,24 € der Investition wird mit der Differenz der Deckungsbeiträge verrechnet. Es ergibt sich ein Minus von 43,87 €/ha.

$$a = C_0 \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Formel 2 Annuitätenformel

(Quelle: R. DILLERUP, T. ALBRECHT, 2005)

Darlehenshöhe:	30.000,00 €
Zinssatz:	5,00%
Laufzeit in Jahren	5
Annuitätenfaktor:	0,230974798
Annuität:	6.929,24 €
Annuität je ha Ackerfläche	5,26 €
Annuität je ha (Schlag 7)	137,76 €
Ackerfläche	1318
Deckungsbeitrag 2011	730,95 €
Summe variable Kosten	455,27 €
Deckungsbeitrag 2009	637,06 €
Summe variable Kosten	442,62 €
Differenz DB 2011 zu 2009	93,89 €

Tabelle 8 Berechnung der Annuität

(Quelle: eigene Darstellung)

5 Schlussfolgerung

Es ist möglich mit der Annuitätenmethode eine ökonomische Bewertung der teilspezifischen Düngung vorzunehmen. Diese Methode bietet sich an, um ein Tabellenkalkulationsprogramm zu erstellen und Aufschlüsse zur Ökonomie zu bekommen. Da auf dem vorliegenden Schlag in beiden Jahren 2011 und 2009 gleiche Bodeneigenschaften vorlagen und die Bodenbearbeitung sich ähnelten, konnten einige Parameter wie wendend und nicht wendend, Bodenerosion und Nährstoffversorgung vernachlässigt werden. Ein relativ großes Problem ist die Einberechnung der Wettersituation. Diese Daten müssen geschätzt oder durch gewisse Sicherheitsreserven minimiert werden. Die Summe der variablen Kosten ist in den beiden Jahren fast gleich und gibt damit eine gute Ausgangsposition. Um eine noch genauere Aussage zu bekommen, ist es nötig möglichst viele Jahre zu vergleichen. Je mehr Jahre verglichen werden können, desto genauer werden die Analysen zur ökonomischen Bewertung. Es kann durch die Hilfe der benannten Methoden eine Vorteilhaftigkeit einer Investition in der Praxis nachgewiesen werden.

Das Problem besteht darin, signifikante Daten zu finden und diese zu beurteilen und anzupassen. Somit ist es wichtig Zahlen durch die Forschung und die Praxis in Erfahrung zu bringen und abzusichern. Hier kann eine Sensitivitätsanalyse angewandt werden.

Obwohl die Ergebnisse dieser Arbeit zum Ausdruck bringen, dass sich die Anschaffung eines N-Sensors auf einen Hektar bezogen nicht lohnt, ist doch ein enormes Einsparungspotenzial vorhanden, bei großflächigem Einsatz ist ein Einsparungspotential zu erkennen. Wenn die Kosten nicht auf einen Hektar betrachtet, sondern auf die gesamte Ackerfläche verteilt werden, steigen die variablen Kosten nur minimal an. Somit kann gesagt werden, dass die Anschaffung eines solchen Sensors für den Betrieb lohnenswert wäre. Die Vorteile der teilflächenspezifischen Düngung können durch gutes Management besser ausgenutzt werden. Insbesondere die Aufzeichnungen, die erhoben werden, bieten eine sehr gute Grundlage für weite Tätigkeiten im Bereich der Düngung und im Pflanzenschutz.

Um die Vorteile optimal nutzen zu können, ist es notwendig N-Sensoren mit einem Parallelfahrssystem zu koppeln, um eine Überlappung beim Streuen von Dünger zu

verhindern. Die Parallelfahrssysteme tragen zur einer optimalen Ausnutzung der Arbeitsbreiten bei und können bei Bedarf für andere Prozesse auf dem Betrieb genutzt werden, um die Effizienz der Maschinen zu steigern.

Um die Wirtschaftlichkeit von N-Sensoren komplett beurteilen zu können, müssen außer dem Einsparungspotenzial beim Stickstoffdünger, noch andere positive Leistungen angerechnet werden. Durch das Homogenisieren der Schläge, kann eine gleichmäßige Abreife realisiert werden. Folglich kann beim Dreschen der Kultur eine bessere Auslastung des Mähdreschers realisiert werden. Schließlich können die variablen Kosten beim Drusch gesenkt werden.

In Gespräch mit dem Betrieb wurden die Vor- und Nachteile des Systems analysiert. In der Unterhaltung wurden mehrere Themen angesprochen, die vorab in einem Fragebogen erarbeitet wurden. Der Betrieb ist zufrieden mit dem System in Verbindung mit einem Parallelfahrssystem. Es soll in Zukunft mit Ertragskartierung gearbeitet werden, um eine noch exaktere Applikation realisieren zu können. Der N-Sensor soll auch bei der Grunddüngung eingesetzt werden.

Die positiven Einflüsse auf die Umwelt werden im Unternehmen hoch angesehen. Es ist mit dem System leichter die Wasserschutzrichtlinien einzuhalten und zu dokumentieren. Ein Problem hatte der Betrieb, wenn das Signal nicht verfügbar war, konnten nicht mit dem N-Sensor gestreut werden und es musste auf die Dokumentation verzichtet werden.

6 Zusammenfassung

Die Landwirtschaft ist von fallenden Erlösen und steigenden Kosten geprägt. Die Ackerflächen werden zudem immer knapper. Der technische Fortschritt ist eine Möglichkeit den Gewinn zu steigern und die Kosten zu senken. Hierzu stehen eine Reihe von technischen Möglichkeiten zu Verfügung um die Produktion von Getreide und Ölf Früchten so rentabel wie möglich zu machen. Eine große Rolle spielen die teilflächenspezifische Düngung von Grundnährstoffen und Kalk, sowie die Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Durch die Ertragskartierung oder durch N-Sensoren kann die optimale Applikationsmenge ermittelt werden. Durch Einsparungen von Mineraldüngern wird der Anbau auf den Feldern wieder lukrativer. Die kontinuierliche Sammlung der aufgezeichneten Daten lassen sich die Produktionsverfahren optimieren.

Literaturverzeichnis

DEUTSCHE WELTHUNGERHILFE, (2006): Entwicklungspolitische Infografiken. Druckerei Plump, Rheinbreitbach

DILLERUP R., ALBRECHT T., (2005) Haufe Rechnungswesen Office; Rudolf Haufe Verlag GmbH & Co. KG Freiburg

FARAK M.; DEGNER J.; GUDDAR C.; ZORN W.; PAUL R. und GÖTZ R.(2011): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterweizen, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 7. Auflage, Seite 4

FRÖDA, N. und SCHWAIBERGER, (2007): Parallelfahrssystem R. KTBL Heft 67, Druckerei Lokay, Reinheim

HEIBENHUBER A, (2000): Mit Precision Farming ins neue Jahrtausend. In: Mais 28, 2000 H.3

HUFNAGEL J.; HERBST R.; JARFE A. und WERNER A., (2004): Precision Farming. Auflage, KTBL-Schriften Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster

HÜTER, J.; KLOEPFER, K.; KLÖBE, U., (2005): Elektronik, Satelliten und Co. – Precision Farming in der Praxis, Precision Farming– eine Technologie mit vielen Möglichkeiten KTBL-Heft 52,

KTBL-SONDERVERÖFFENTLICHUNG 038, (2006): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

REISCH C. E., KNECHT G., (1995): Landwirtschaftliches Lehrbuch, Eugen Ulmer GmbH & Co

REISCH E.; ZEDDIEZ J, (1992): Einführung in die Landwirtschaftliche Betriebslehre, Spezieller Teil; Grundlagen und Methoden der Entscheidung, Ökonomik der pflanzlichen und tierischen Produktion. 3, Stuttgart, Eugen Ulmer

ROBERT P. C., (2002): Kluwer Academic Publisher Plant and Soil 274

S. DABBERT; B. KILIAN, (2002): Ökonomie. In: Precision Agriculture – Herausforderung an integrative Forschung, Entwicklung und Anwendung in der Praxis. Tagungsband Precision Agriculture Tage 13.-15. März in Bonn KTBL – Sonderveröffentlichung 038

WAGNER P., (2004), Wirtschaftlichkeit von Precision Farming- Methoden und Möglichkeiten der Wirtschaftlichkeitsprüfung im landwirtschaftlichen Unternehmen. In Precision Farming, Analyse, Planung, Umsetzung in der Praxis. KTBL-Schrift 419

Internetquellen:

AGRARPROJEKTE UND LANDSCHAFTSBERATUNG, (2012): Teilflächenmanagement Ertragskartierung. URL: <http://www.agrarprojekte.de/teilflaeche-ertragskart.htm>
Stand: 07.01.2012

AGRICON PRECISION FARMING COMPANY, (2012): Datenmanagement URL: <http://www.agricon.de/de/leistungen/on-farm-research/>
Stand: 07.02.2012

DEUTSCHER BAUERNVERBAND, (2011): Situationsbericht 2011/12, URL: <http://www.situationsbericht.de/>
Stand: 03.02.2012

FAO (CORPORATE DOCUMENT REPOSITORY), (2004): Agriculture, food and water. URL: <http://www.fao.org/docrep/006/y4683e/y4683e06.htm>Stand: 09.02.2012

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU E.V.
unbekannt Der Online-Leitfaden für Praxisversuche.
URL: <http://orgprints.org/3735/1/3735.pdf>
Stand: 09.02.2012

IHK LIMBURG, (2006): Besteuerung von Biodiesel.
URL:http://www.ihklimburg.de/Site%20komplett/6%20Recht%20und%20Fair%20Play/Download/SteuernAllgemein/Besteuerung_von_Biodiesel.pdf
Stand: 13.02.2012

LANDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FISCHEREI
MECKLENBURG VORPOMMERN (2011) Wirtschaftliche Lage der
Landwirtschaftlichen Betriebe aus Mecklenburg-Vorpommern im Wirtschaftsjahr
2010/11 URL: http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/index.jsp?&artikel=970
Stand: 13.02.2012

LLM SCHWÄBISCH GMÜND (2012): Entwicklung der Rapspreise in den
letzten 10 Jahren. URL: <https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/11018211/index.html>
Stand: 16.02.2012

NATIONAL GRAINS COUNCIL (2012): Grain Market Report. URL:
<http://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf>
Stand: 07.01.2012

PREAGRO (2006), Automatisierte Dokumentation für Precision Farming URL:
http://www.preagro.de/docs/news_tp8_1.pdf
Stand: 05.02.2012

RÖSCH C.; DUSSELDORP M.; MEYER R., (2005): TAB Büro für Technikfolgen-
Abschätzung beim Deutschen Bundestag; URL: <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/berichte/ab106.html>
Stand: 03.02.2012

STATISTISCHEN BUNDESAMT WIESBADEN (2012): Daten zur
Energiepreisentwicklung URL: <http://www.destatis.de/>
Stand 12.02.2012

Anhang

Anhang I Fragebogen an den Betrieb



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Ich, Tobias Dörge Student an der Hochschule Neubrandenburg, möchte im Rahmen meiner Bachelorarbeit mit dem Thema „Ökonomische Bewertung von Precision Farming dargestellt am Beispiel der teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung“. Der folgende Fragebogen, dient dabei als Grundlage für meine Recherchen.

1. Welche Arten von Precision Farming werden in Ihrem Betrieb eingesetzt?

→ N-Sensor, Parallelfahrssystem

2. In welchen Bereichen nutzen Sie PF am meisten?

→ Im Getreideanbau

→ Rapsanbau

→ Kartoffeln

3. Wie wurden Sie auf das System aufmerksam?

→ Durch eine Vorführung

→ Durch den Händler

4. Wurden Sie gut beraten?

→ ja

→ die Fehler beim System wurden nicht genug Erläutert

5. Welche Beweggründe haben Sie für PF?

→ 1. Kosteneinsparung

→ 2. technischer Fortschritt

→ 3. Auslastung von Maschinen

6. Haben Sie Erfahrungen mit anderen Systemen?

→ Nein

7. Was sprach dagegen?

→ Der gute Bezug zum Händler

8. Arbeiten Sie mit Ertragskartierung?

→ Ja, aber nicht beide Drescher

9. Wozu nutzen Sie Ertragskartierung?

→ Noch keinen speziellen Nutzen

→ Ist im Aufbau

10. Können Ihre Angestellten auch mit dem Programm umgehen?

→ Ja, sehr gut

11. Was für ein Signal nutzen Sie? Nutzen Sie eine RTK Station?

→ Keine RTK Station

→

12. Haben Sie eine RTK Station gekauft oder mieten Sie eine?

→ Noch nicht

13. Haben Sie Probleme mit dem Verlust des Signals?

→ Keine nennenswerten Probleme

→ Signalerfassung dauert oft lang

14. Welche Kosten hatten Sie für die Anschaffung der Hardware?

→ 30.000 Euro

15. Welche Kosten haben Sie jährlich für PF?

→ ca. 500 Euro

16. Was würden Sie an Ihrem System verbessern?

→ die Datenübertragung

17. Was würden Sie noch Investieren um Ihr System zu verbessern?

→ Ja

18. Welche Einsparungen haben Sie bei den jeweiligen Arbeiten?

→ Bodenbearbeitung ca. 6 % mehr Flächenleistung

→ Pflanzenschutz

→ Düngung durchschnittlich 6%

→ Dreschen bessere Auslastung des Dreschers

19. Können Sie höhere Arbeitsgeschwindigkeiten erreichen?

→ Nein

20. Wo sehen Sie noch mehr Einsparungspotenzial?

→ Ja

→ Einsatz des N-Sensors für die Grunddüngung

21. Würden Sie sich wieder für PF entscheiden?

→ ja

22. Trägt PF Ihrer Meinung zum Umweltschutz mit bei?

→ ja

→ optimalere Verteilung → bessere Aufnahme → weniger Auswaschung

23. Wären Sie bereit zu Gunsten des Umweltschutzes mehr in PF zu investieren?

→ bedingt

→ wenn es dadurch mehr Förderung geben würde

24. Würden Zuschüsse Investitionen in PF begünstigen?

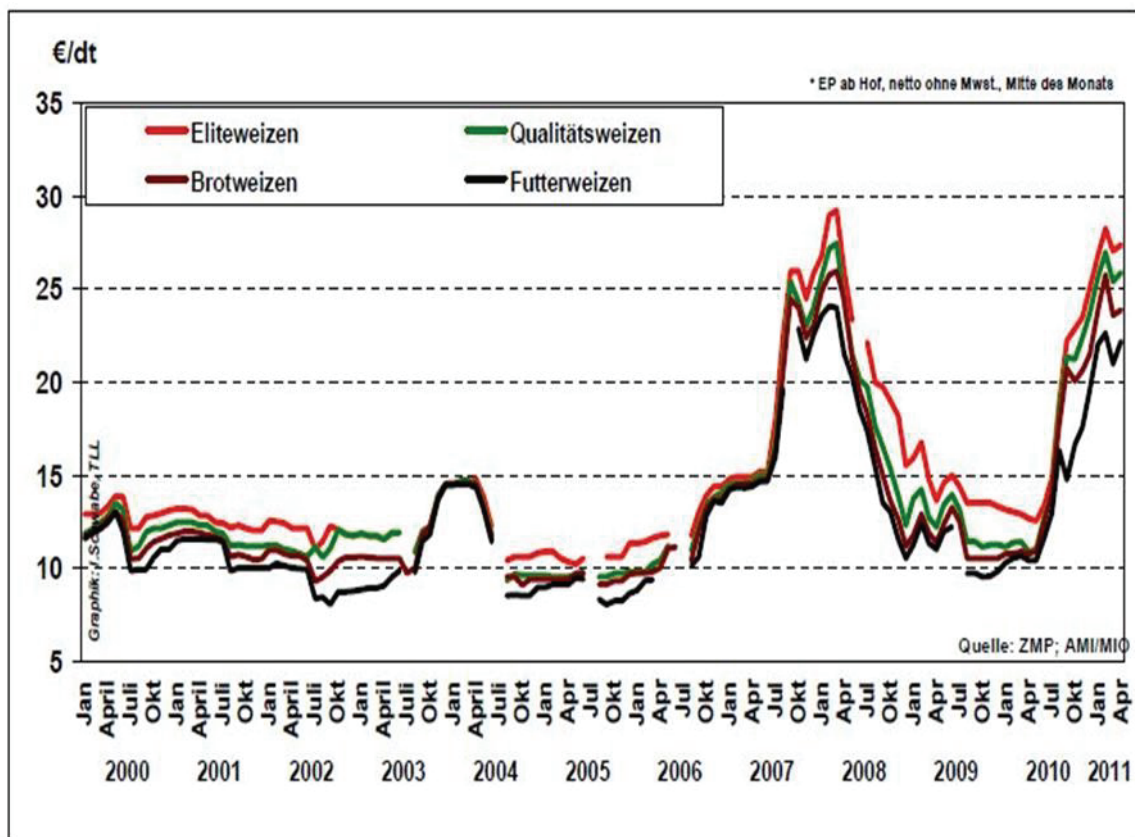
→ Ja

Anhang II Betriebsspiegel

Landwirtschaftsberieb				
Kennzahl	Wirtschaftsjahr			
Betriebsgröße	2011	2009	Anteile 2011 in %	Anteile 2009 in %
Anteil Ackerland ha	1318	1402	91,59%	92,06%
Winterweizen ha	463	528	32,18%	34,67%
Wintergerste ha	119	142	8,27%	9,32%
Raps ha	374	361	25,99%	23,70%
Rüben ha	93	81	6,46%	5,32%
Kartoffel ha	167	162	11,61%	10,64%
Roggen ha	57	67	3,96%	4,40%
Hafer ha	0	10	0,00%	0,66%
Gras ha	0	15	0,00%	0,98%
Anteil Grünland ha	121	121	8,41%	7,94%
Gesamt Wirtschaftsfläche	1439	1523	100,00%	100,00%
Standort	Bodentyp: lehmiger Sand		Bodenpunkte:	38-55
Arbeitskraftbesatz	7	7		
AK/ 100 ha	0,49	0,46		
Schlepperbestand	Marke	Leistung		
	New Holland	110- 360 PS		
	Fendt			
	John Deer			
			Arbeitsbreite	
Bodenbearbeitung	Pflug	Lemke	3,50 m	
	Grubber	Horsch	4 m	
Saattechnik	Horsch		6 m	
Pflanzenschutz	Amazone		6 m	
Erntetechnik	Claas		9 m	7,50 m
Düngetechnik	Rauch		24 m	
Anschaffungskosten N Sensor	30.000 €			

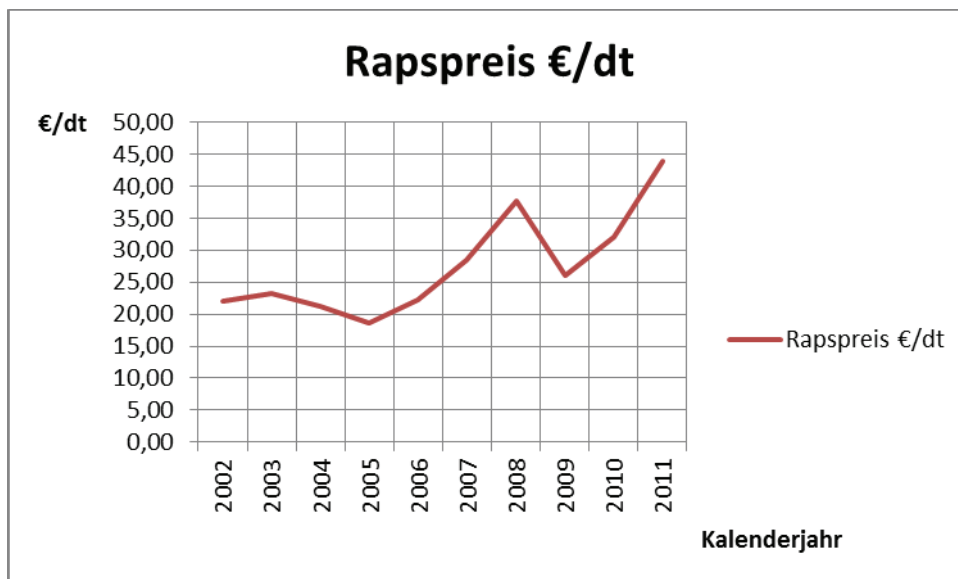
(Quelle: eigene Darstellung)

Anhang III Weizenpreisentwicklung von 2000 bis 2011



Entwicklung der Erzeugerpreise von Winterweizenqualitäten 2000 bis 2011 (Angaben in €/dt)

Anhang IV Rapspreisentwicklung 2000 bis 2011



(Quelle: eigene Darstellung nach Situationsbericht)

Anhang V Optimale Düngeintensität rein rechnerisch

	dt/ha	€/ha	kg Dünger	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
1	60	840	40	32	502	338	550	-212
2	82,12	1149,68	70	56	526	623,68	550	73,68
3	88	1232	100	80	550	682	550	132
4	91,72	1284,08	130	104	574	710,08	550	160,08
5	93,28	1305,92	160	128	598	707,92	550	157,92
6	92,68	1297,52	190	152	622	675,52	550	125,52
7	89,92	1258,88	220	176	646	612,88	550	62,88
8	85	1190	250	200	670	520	550	-30

(Quelle: eigene Darstellung)

Erlös je dt	14	€/dt	
Düngerpreis	0,8	€/kg	
Saatgut	70	€/ha	
Planzenschutz	160	€/ha	
var. Maschinenkosten	120	€/ha	
sonstige var. Kosten	120	€/ha	
fixe Kosten	Pacht	150	€/ha
	Arbeit	100	€/ha
	Maschinen	300	€/ha

(Quelle: eigene Darstellung)

Anhang VI Möglichkeiten zur Rückzahlung einer Schuld

Darlehenshöhe:	30.000,00 €	
Zinssatz:	5,00%	
Laufzeit:	5	Jahre
Annuitätenfaktor:	0,2309748	

Rückzahlungsdarlehn: Tilgung am Ende der Laufzeit				
Jahr	Anfangs- bzw. Restschuld	Tilgung	Zinsen	Kapitaldienst
0	30.000,00 €			
1	30.000,00 €	0,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
2	30.000,00 €	0,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
3	30.000,00 €	0,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
4	30.000,00 €	0,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €
5	0,00 €	30.000,00 €	1.500,00 €	31.500,00 €
Summe		30.000,00 €	7.500,00 €	37.500,00 €

Tilgungs- oder Abzahlungsdarlehn: Jährlich gleich hohe Tilgung				
Jahr	Anfangs- bzw. Restschuld	Tilgung	Zinsen	Kapitaldienst
0	30.000,00 €			
1	24.000,00 €	6.000,00 €	1.500,00 €	7.500,00 €
2	18.000,00 €	6.000,00 €	1.200,00 €	7.200,00 €
3	12.000,00 €	6.000,00 €	900,00 €	6.900,00 €
4	6.000,00 €	6.000,00 €	600,00 €	6.600,00 €
5	0,00 €	6.000,00 €	300,00 €	6.300,00 €
Summe		30.000,00 €	4.500,00 €	34.500,00 €

Annuitätendarlehn: Jährlich gleich hoher Kapitaldienst				
Jahr	Anfangs- bzw. Restschuld	Tilgung	Zinsen	Kapitaldienst
0	30.000,00 €			
1	24.570,76 €	5.429,24 €	1.500,00 €	6.929,24 €
2	18.870,05 €	5.700,71 €	1.228,54 €	6.929,24 €
3	12.884,31 €	5.985,74 €	943,50 €	6.929,24 €
4	6.599,28 €	6.285,03 €	644,22 €	6.929,24 €
5	0,00 €	6.599,28 €	329,96 €	6.929,24 €
Summe		30.000,00 €	4.646,22 €	34.646,22 €

(Quelle: eigene Darstellung)

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Tobias Dörge, an Eides statt, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe erstellt habe. Ich habe lediglich, die in der Arbeit angegebenen Hilfen genutzt. Sämtliche Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus schon veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Literaturquellen stammen, habe ich deutlich gekennzeichnet. Diese Bachelorarbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und wurde noch nicht veröffentlicht.