

Fachhochschule Kiel
University of Applied Sciences
Fachbereich Agrarwirtschaft
Osterrönfeld

Projektarbeit im
Masterstudiengang Agrarmanagement

Modul 08.2 „Anpassungsstrategien der Pflanzenproduktion“

Umstellung einer Ackerbaufruchtfolge
am Beispiel eines Modellbetriebes

vorgelegt von:

Lennart Blunk, B. Sc. und Manuel Schukat, B. Sc.

betreut durch:

Prof. Dr. Y. Reckleben, Prof. Dr. K. Schlüter,

Prof. Dr. A. Stoy, Prof. Dr. R. Wulfes

Osterrönfeld, Juli 2009

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
2. Zielsetzung des Projektes	2
3. Modellbetrieb	4
3.1. Produktionstechnische Situation.....	4
3.1.1. Maschinenausstattung.....	4
3.1.2. Bodenbearbeitung und Aussaat	5
3.1.3. Düngung	6
3.2. Arbeitswirtschaftliche Situation	7
3.3. Phytosanitäre Situation.....	7
3.4. Betriebswirtschaftliche Situation	7
4. Alternativen zur Erweiterung der Fruchtfolge	11
4.1. Sommerungen	12
4.1.1. Mais	12
4.1.2. Sommergerste	12
4.1.3. Ethanolrüben	13
4.1.4. Erbsen	13
4.1.5. Ackerbohne.....	14
4.1.6. Hafer	14
4.2. Weitere alternative Fruchtfolgeglieder	15
4.2.1. Grassamenvermehrung	15
4.2.2. Kartoffeln	15
4.2.3. Obst und Gemüse.....	16
4.2.4. Kurzumtriebsplantagen	16
5. Die Ackerbohne	16
5.1. Züchtung.....	17
5.2. Produktionstechnische Aspekte.....	18
5.2.1. Standortansprüche	19
5.2.2. Bodenbearbeitung und Aussaat	19
5.2.3. Düngung	20
5.2.4. Ernte	21
5.3. Phytosanitäre Aspekte.....	22
5.3.1. Unkraut- und Ungrasbekämpfung.....	22
5.3.2. Krankheiten.....	23
5.3.3. Schädlinge	24

5.4.	Ökonomische Aspekte.....	25
5.4.1.	Verwertung der Ackerbohne	25
5.4.2.	Einsatz von Produktionsmitteln.....	26
5.4.3.	Arbeitsspitzen und Arbeitserledigungskosten.....	26
5.5.	Vorfruchtwert	28
5.6.	Problematik der N-Nachlieferung in der Folgefrucht.....	29
5.6.1.	N-Dynamik während und nach dem Ackerbohnenanbau	30
5.6.2.	Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratverluste	31
5.6.3.	Beurteilung der Ackerbohne aus Sicht der Düngeverordnung.....	33
6.	Substitution der Ackerbohne durch Hafer.....	34
6.1.	Qualität und Absatz	34
6.2.	Produktionstechnische Aspekte.....	35
6.3.	Vergleich zur Ackerbohne.....	36
7.	Auswirkungen der Fruchtfolgeumstellung auf WR-WW-AB-WW-WG.....	37
7.1.	Auswahl einer geeigneten Fruchtfolge	37
7.2.	Bodenbearbeitung und Bestellung.....	38
7.3.	Pflanzenschutz und Düngung.....	39
7.4.	Arbeitseinsatz/ Arbeitsspitzen.....	42
7.5.	Ernte	43
7.6.	Trocknung und Lagerung	43
7.7.	Vermarktung	44
7.8.	Umgang mit der N-Nachlieferung in der Folgefrucht	46
7.9.	Ökonomische Beurteilung.....	48
8.	Sensitivitätsanalyse.....	49
8.1.	Veränderung des Stickstoffpreises (ceteris paribus)	49
8.2.	Veränderung des Ertrages der Ackerbohne (c. p.).....	50
8.3.	Substitution der Ackerbohne (WR-WW-H-WW-WG)	51
8.4.	Pfluglose Bodenbearbeitung (WR-WW-AB-WW-H-WG)	52
9.	Diskussion.....	53
9.1.	Erreichung der Nebenziele	53
9.1.1.	Produktionstechnischen Ziele	53
9.1.2.	Arbeitswirtschaftlichen Ziele	54
9.1.3.	Phytoprotektiven Ziele	54
9.1.4.	Ökonomischen Ziele	54
9.2.	Weitere Diskussionspunkte	54
10.	Empfehlungen.....	57
11.	Zusammenfassung.....	58

Literaturverzeichnis	60
Anhang	63
1. Berechnung der Saatgutkosten	63
2. Berechnung der Düngungskosten	63
3. Berechnung der Pflanzenschutzkosten	66
4. Berechnung der Maschinenkosten	70
5. Deckungsbeitragsberechnung aller Fruchtfolgen.....	71
6. Sensitivitätsanalysen	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hauptmaschinen des Modellbetriebes	5
Tabelle 2: Entzüge des Erntegutes ausgewählter Früchte.....	6
Tabelle 3: Deckungsbeitrag WR-WW-WW.....	9
Tabelle 4: Kosten eingesetzter Pflanzenschutzmittel im Weizen nach Raps.....	10
Tabelle 5: Deckungsbeitrag WR-WW-WG	11
Tabelle 6: Sortenempfehlungen für die Ackerbohnenaussaat 2009 in S.-H.	18
Tabelle 7 Bekämpfung von Ungräsern und breitblättrigen Samenunkräutern	23
Tabelle 8: Substitutionswert von Ackerbohnen (€/dt).....	26
Tabelle 9: Arbeiterledigungskosten am Beispiel eines Modellbetriebes (300ha)	28
Tabelle 10: modellhafter Leistungs- und Kostenvergleich von Stoppel-, Ackerbohnen- Weizen und Ackerbohnen	29
Tabelle 11: Qualitätsanforderungen für Schälhafer.....	35
Tabelle 12: Kornerträge in den LSV Ackerbohnen 2008 im Anbaugebiet Marschen SH- NDS und Hügelland Schleswig-Holstein, Landwirtschaftskammer Schleswig- Holstein	45
Tabelle 13: Deckungsbeitragsrechnung der Fruchtfolge R-W-A-W-G	48
Tabelle 14: Sensitivität bei Veränderung des Stickstoffpreises.....	50
Tabelle 15: Mindestertrag Ackerbohne	51
Tabelle 16: Vergleich der DBs der Fruchtfolge III und der Fruchtfolge IV	52
Tabelle 17: DB II einer pfluglosen Bestellung	53

Abkürzungsverzeichnis

A, AB	Ackerbohne(n)
AEK	Arbeits erledigungskosten
DB	Deckungsbeitrag
G, WG	Wintergerste
H	Sommerhafer
LWK-SH	Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
LSV	Landessortenversuche
N	Stickstoff
R, WR	Winterraps
W, WW	Winterweizen

1. Einleitung

Der Ackerbau in Deutschland leidet seit den letzten Jahren immer stärker unter einer Verarmung an Ackerkulturen. Die Entscheidung über die anzubauenden Früchte und Fruchtfolgen wird im Büro anhand von ökonomischen Analysen getroffen, in denen es um die erzielbaren Marktleistungen und die Produktionskosten geht. Dies hat dazu geführt, dass mittlerweile Marktfrüchte wie Weizen an erster Stelle, gefolgt von Raps und Gerste, mit Abstand zu den Spitzenreitern auf den norddeutschen Ackerflächen gehören. Fruchtfolgen wie Raps-Weizen-Gerste, im günstigsten Fall, aber insbesondere Raps-Weizen oder Weizen in Monokultur sind auf dem Vormarsch. Durch die Reform der Zuckermarktordnung und dem damit verbundenen Rückzug der Zuckerrübe aus den Regionen nördlich der Elbe wurde der Ackerbau um eine weitere Kultur beraubt. Der Anbau von Mais hat sich durch den Biogas-Boom zwar gegensätzlich entwickelt, jedoch verdrängt er in vielen Fruchtfolgen wirtschaftlich schwächere Kulturen statt die Fruchtfolge zu erweitern. Auf Grenzstandorten werden sogar ganze Fruchtfolgen zugunsten des Mono-Maisanbaus aufgegeben.

Es hat den Anschein, als würden die positiven Effekte einer vielgliedrigeren Fruchtfolge wie die Unterbrechung der phytopathogenen Infektionskette oder die Bodengare in der Praxis heutzutage keiner ernsthaften Beurteilung gewürdigt. Die wirtschaftlichen Vorteile werden als zu gering eingeschätzt oder als nicht kalkulierbar angesehen. Neue Ackerkulturen werden zudem immer sehr kritisch betrachtet. Die Notwendigkeit von Spezialmaschinen oder die Befürchtung über starke Einschnitte in die vorhandenen Arbeitsabläufe schrecken viele Betriebsleiter ab und verhindern dadurch die Etablierung neuer Früchte in den Ackerbau.

An dieser Stelle drängt sich die Frage auf, ob es nicht doch möglich ist, eine bestehende Fruchtfolge eines Ackerbaubetriebes umzustellen und dabei die Belange des Betriebes in den verschiedenen Bereichen wie Ökonomie, Arbeitswirtschaft oder Produktionstechnik mit einfließen zu lassen.

Die vorliegende Arbeit unternimmt diesen Versuch. In Zusammenarbeit mit einem Ackerbaubetrieb in Schleswig-Holstein soll eine Umstellung der dort etablierten Fruchtfolge erfolgen. Zu diesem Zweck wird im Folgenden die Zielsetzung des Projektes dargestellt. Nach der Vorstellung des Betriebes und der Auswahl und Beschreibung der geeigneten Ackerkulturen für eine neue Fruchtfolge werden die Auswirkungen der Fruchtfolgeumstellung auf den Betrieb erläutert. Diese sollen als Grundlage für Empfehlungen bei der betrieblichen Umsetzung dienen.

2. Zielsetzung des Projektes

Die Zielsetzung dieses Projektes ist die Umstellung der Fruchtfolge des Ackerbaubetriebes der Modellbetrieb. Bei der Realisierung dieses Hauptziels sollen jedoch folgende Bedingungen Berücksichtigung finden.

1. Die Fruchtfolgeumstellung soll sich möglichst nah an den Interessen des Betriebes orientieren.
2. Die Fruchtfolgeumstellung soll eine Erweiterung der Fruchtfolgeglieder bewirken.
3. Die neue Fruchtfolge sollte weitestgehend mit dem betrieblichen Vorwissen, den vorhandenen Maschinen und Personal bewirtschaftet werden können.
4. Die neue Fruchtfolge soll eine nachhaltige Bewirtschaftung der Flächen gewährleisten.

Unter „nachhaltig“ ist in diesem Sinne zu verstehen, dass die Bodenfruchtbarkeit und das Bodenleben gefördert werden und damit die Ertragsfähigkeit dauerhaft erhalten bleibt. Die Bewirtschaftung soll eine Ansiedelung von Schaderregern nicht fördern. Der Einsatz von mineralischen Düngern sowie die Ausnutzung von Nährstoffen sind so effizient wie möglich zu gestalten. Bei der Bekämpfung von Schadorganismen sind vorbeugende und mechanische Maßnahmen dem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln vorzuziehen. „Nachhaltig“ bedeutet jedoch auch, dass die wirtschaftliche Situation des Betriebes langfristig gesichert bleiben soll und dass eine unnötige, dauerhafte und negative Beeinflussung der ökologischen Umwelt durch die Bewirtschaftungsweise vermieden wird.

Um die derzeitige ackerbauliche Situation des Betriebes sowie die Folgen der Fruchtfolgeumstellung umfassend beurteilen zu können, wird die Thematik in vier Bereiche unterteilt. Dies sind produktionstechnische, arbeitswirtschaftliche, phytosanitäre und ökonomische Aspekte. Für jeden Aspekt ergeben sich Nebenziele für die Fruchtfolgeumstellung, die sich aus den oben genannten Bedingungen ergeben und damit wichtig für die Erfüllung des Hauptziels sind. Detailliert ist darunter Folgendes zu verstehen:

- **Produktionstechnische Aspekte:** Hier sollen die Maschinenausstattung, der Ablauf der Bodenbearbeitung, Aussaat, Bestandsführung und Ernte und die Düngung des Betriebes dargestellt werden. Die produktionstechnische Zielsetzung bei der Umstellung der Fruchtfolge ist es, die vorhandenen Maschinen weiterhin gut auszulasten. Zudem soll dank der neuen Fruchtfolge eine vermehrt pfluglose Bodenbearbeitung möglich werden, um langfristig das Bodenleben zu fördern und ökonomische Vorteile zu generieren. Zielsetzung der Düngung ist es, den Aufwand an Nährstoffinput durch die Etablierung einer neuen Fruchtfolge im Durchschnitt nicht weiter zu steigern, sondern wenn möglich zu verringern, z. B. durch Anbau von Stick-

stoff fixierenden Kulturen. Im Hinblick auf steigende Nährstoffpreise können so Kosten gesenkt werden.

- **Arbeitswirtschaftliche Aspekte:** Die Darstellung der derzeitigen Personalausstattung, des Arbeitszeitbedarfs je Produktionseinheit (Hektar) und der Arbeitsspitzen bildet den Ausgangspunkt, der durch eine neue Fruchtfolge positiv beeinflusst werden soll. Ziel ist es die Fruchtfolge so umzustellen, dass Arbeitsspitzen während der Ernte und der Herbstbestellung gebrochen werden und die Arbeit, verteilt in Jahreszeiten mit geringer Arbeitsauslastung, verlegt wird. Die Eingliederung von Kulturen mit geringem Arbeitszeitbedarf ist für die arbeitswirtschaftliche Zielsetzung besonders positiv zu bewerten. Die Realisierung dieser Ziele soll zu einer Entspannung in den Hauptarbeitszeiten im Sommer und Herbst führen.
- **Phytophytäre Aspekte:** Hier geht es zunächst um die phytophytäre Situation des Betriebes. Der Fokus liegt hier auf den standortgebundenen Schadorganismen, d.h. insbesondere Unkräuter und Ungräser sowie bodenbürtige Schadpilze. Ziel in diesem Bereich muss es sein, diese Schadorganismen durch eine Umstellung der Fruchtfolge nicht weiter zu fördern. Es ist hauptsächlich die Eingliederung unterschiedlicher Kulturen anzustreben, um beim Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln einen Wirkstoffwechsel realisieren zu können und damit ein effizientes Antiresistenzmanagement zu ermöglichen. Langfristig sollen durch die Fruchtfolgeumstellung die phytophytäre Situation des Betriebes verbessert, und damit Pflanzenschutzmaßnahmen eingespart werden.
- **Ökonomische Aspekte:** Zur Beurteilung der wirtschaftlichen Situation müssen auf der betrieblichen Datengrundlage die Deckungsbeiträge der vorhandenen Früchte und der derzeitigen Fruchtfolge ermittelt werden. Die ökonomische Zielsetzung ist es, durch die Umstellung der Fruchtfolge den durchschnittlichen Deckungsbeitrag der Fruchtfolge mindestens zu erhalten oder zu verbessern. Dabei werden die Vor- und Nachteile in den Bereichen Produktionstechnik, Arbeitswirtschaft und Phytophytäre (soweit es möglich ist) monetär bewertet. Zunächst wird der Deckungsbeitrag 1 herangezogen, der sich aus der Marktleistung der Kultur abzüglich der proportionalen Spezialkosten ergibt. Im zweiten Schritt wird der Einfluss der Fruchtfolgeumstellung auf die Arbeiterledigungskosten dargestellt.

3. Modellbetrieb

Der Modellbetrieb umfasst die Erledigung der Buchführung und der Produktion dreier Ackerbaubetriebe in Schleswig-Holstein. Der Geschäftsführer des Modellbetriebes besitzt zeitgleich die Befugnisse über die Produktion der einzelnen Betriebe. Für die Betrachtung dieser Arbeit ist folgend die Gesamtfläche von 1178 Hektaren relevant, die vom Modellbetrieb in Produktion genommen werden. Die drei Betriebe besitzen zum größten Teil arrondierte Flächen mit einer durchschnittlichen Hof-Feld-Entfernung von 6 km und einer durchschnittlichen Feldgröße von 21 ha. Sie befinden sich im nördlichen Schleswig-Holstein in Ostseenähe. Die langjährige Jahresniederschlagsmenge liegt bei 750 mm.

Auf vorwiegend sandigem Lehm werden bei einer Bodengüte von ca. 55 Bodenpunkten ausschließlich Winter-Raps, -Weizen und -Gerste angebaut. Durch Witterung, Wartezeiten und produktionstechnische Engpässe, kann es jedoch momentan nötig sein, in möglichst geringem Maße, Stoppelweizen anzubauen. Aufgrund des kontinuierlichen Auftretens in der langjährigen Produktion ist er jedoch in die Gesamtbetrachtung aufzunehmen. In dieser Arbeit wird daher ein langjähriger Schnitt von 75 ha Stoppelweizenanbau angenommen. Mit 33 % in der Fruchtfolge ist der Rapsanbau konstant, sodass sich eine Weizenfläche von 467 ha und eine Gerstenfläche von 318 ha ergeben. Mit diesen Produktionskenngößen erwirtschaftet der Modellbetrieb im fünfjährigen Schnitt bisher pro Hektar 94 dt Winterweizen, 91 dt Wintergerste und 44 dt Winterraps.

Im Folgenden findet eine genauere Betrachtung der einzelnen betrieblichen Aspekte statt, um Vergleiche bei einer Umstellung der Ackerbaufruchtfolge anstellen zu können.

3.1. Produktionstechnische Situation

Um die einzelnen Produktionsschritte darstellen zu können, erfolgt eine detaillierte Gliederung.

3.1.1. Maschinenausstattung

Der Modellbetrieb stellt sämtliche Maschinen für die Arbeitserledigung der gesamten Fläche. Der Maschinenpark ist auf reinen Marktfruchtbau extensiver Früchte ausgelegt. Die Hauptmaschinen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 1: Hauptmaschinen des Modellbetriebes

Maschine	Leistung	Maschine	Arbeitsbreite/Last
JD 8430	340 PS	7- Schar-Volldrehpflug	
JD 8320	310 PS	Kurzscheibenegge	5 m
JD 7930	260 PS	Kreiselegge	6 m
JD 7920	240 PS	Sämaschine Rollchar	6 m
Frontlader	125 PS	Tiefenexaktgrubber	5 m
CR 9090 Axialrotor		Anhängespritze 6.600l	36 m
JD S 690(i) Axialrotor		Exaktdüngerstreuer	36 m
		Muldenkipper Tridem	30 t
		Muldenkipper Tridem	30 t
		Muldenkipper Tandem	20 t

(verändert nach BETRIEBSLEITER, 2008)

Für die Erfassung und Lagerung stehen eigene Silos mit einer Kapazität von insgesamt 8000 t und eine geeichte Waage bis 60 t zur Verfügung. Eventuell feucht geerntete Früchte können vorerst in zwei Feuchtsilos à 500 t vorgelagert und mit einer Leistung von 16 t/h im Durchlauf getrocknet werden. Die Annahmleistung der Trocknung beträgt 80 t/h, sodass die Gesamtdruschleistung der alten Mährescher von 60 t/h kompensiert werden konnte. Sämtliche Arbeitsgänge, von der ersten Stoppelbearbeitung bis zum Transport des Erntegutes zur eigenen Trocknung, erfolgen mit eigenen Maschinen.

3.1.2. Bodenbearbeitung und Aussaat

Auf der gesamten Fläche findet sowohl die Pflugfurche als auch die Mulchsaat Anwendung. Entscheidungsgrundlage für die jeweilige Bodenbearbeitung bilden die Folgefrucht sowie die Witterung. Grundsätzlich wird nach der Ernte eine zeitnahe Stoppelbearbeitung mit der Kurzscheibenegge durchgeführt, worauf bei Winterraps zu 50 % und bei Wintergerste zu 100 % gepflügt wird. Auch zum Stoppelweizen erfolgt die Pflugfurche, wobei auf der restlichen Fläche auf den Pflug verzichtet werden kann. Um dennoch eine gute Durchmischung der Erntereste mit dem Boden zu gewährleisten, wird hier der Tiefenexaktgrubber eingesetzt. Geplant ist nach Raps auf den Exaktgrubber zu verzichten. Als Ersatz soll hier eine zweite Bodenbearbeitung mit der Kurzscheibenegge dienen. In der Ausgangssituation wird somit auf einer Fläche von 553 ha der Pflug, auf 430 ha der Tiefenexaktgrubber und auf 196 ha die Scheibenegge als zweiter Bearbeitungsgang eingesetzt.

Die Saat erfolgt mit einer sechs Meter breiten Sämaschine mit Rollscharen von Rauch. Sie ist sowohl bei Pflugfurche als auch bei Mulchsaat einsetzbar. Um ein feinkrümeliges Saatbeet zu erreichen, wird eine Kreiselegge vorgeschaltet, womit in Kombination mit der Sämaschine ein Arbeitsgang eingespart wird.

Die Wintergerste ist als früh räumende Frucht produktionstechnisch gewollt, sodass zur Saatbettbereitung des Winterrapses ausreichend Feldarbeitstage zur Verfügung stehen. Die eigentliche Saat des Rapses beginnt um den 15. August, gefolgt vom Winterweizen ab dem 5. September. Zum 15. September wird die Wintergerste gesät, sodass eventuell übrig gebliebener Weizen erst danach, ungefähr ab dem 25. September, in die Erde gebracht werden kann.

3.1.3. Düngung

Für die Düngung wird ein Pneumatik-Düngerstreuer eingesetzt. Mit ihm wird eine exakte Verteilung des Düngers auf 36m Arbeitsbreite angestrebt. Die eingesetzten Düngemittel bestehen hauptsächlich aus NPK-Dünger (8 %N, 24 % P, 24 % K), der einmal in der Fruchtfolge im Raps zum Herbst fällt, sowie Harnstoff (46 % N), Schwefelsaures Ammoniak (24 % N, 24 % S) und Patentkali (30 % K, 17 % S, 10 % Mg), welche ausschließlich im Frühjahr zum Einsatz kommen. Im Herbst wird zeitgleich Kalkammonsalpeter (27 % N, 3% Mg) eingesetzt, wenn schnell verfügbarer Stickstoff benötigt wird. Die Menge an Überfahrten ergibt sich aus dem jeweiligen Bedarf der Kultur. So haben sich im Herbst jeweils eine Überfahrt für Raps, Stoppelweizen und Gerste, im Frühjahr 3 Überfahrten im Weizen sowie jeweils 2 Überfahrten im Raps und in der Gerste bewährt.

Beim Erheben der Daten für die langjährige Düngung hat sich herausgestellt, dass Düngergaben, zumindest zeitweise, nicht auf Entzug erfolgen. Für Vergleiche von verschiedenen Fruchtfolgen untereinander wird daher eine Düngung auf Entzug vorausgesetzt. Diese ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 2: Entzüge des Erntegutes ausgewählter Früchte

Korn	kg/dt Erntegut					Mehrdüngung ¹⁾
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	
WR ²⁾	3,4	1,8	1	1,9	0,8	30 kg N
WW ²⁾	1,8	0,8	0,6	0,2	0,2	30 kg N
WG ²⁾	1,7	0,8	0,63	0,19	0,25	20 kg N
AB ³⁾	-1,6 ⁴⁾	1,2	1,4			
H ²⁾	1,5	0,8	0,63	0,19	0,25	20 kg N

¹⁾ N.N. (2009a)

²⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000)

³⁾ BORCHARDT (2008)

⁴⁾ stellt kein Entzug dar, Erläuterung im nächsten Absatz

Nach BORCHARDT (2008) lässt die Ackerbohne bei einem Ertrag von 50 dt/ha einen für die Folgefrucht des nächsten Jahres verfügbaren Stickstoffvorrat von 80 kg/ha zurück. Um dieses im Kapitel 3.4 „Betriebswirtschaftliche Situation“ monetär bewerten zu können, wird daher davon ausgegangen, dass nach der Ackerbohne nutzbarer Stickstoff in Höhe von 1,6

kg/dt Erntegut auf dem Feld verbleibt. Für die übrigen Kulturen muss nach N.N. (2009a), neben der Entzugsdüngung für Stickstoff, eine Mehrdüngung erfolgen, um unvermeidbare N-Verluste auszugleichen. Produktionstechnisch ist in naher Zukunft eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung auf Grundlage der EM-38-Messung geplant.

Der chemische Pflanzenschutz wird mit einer angehängten Spritze ausgebracht. Ganzjährig betrachtet erfolgen auf einer Arbeitsbreite von 36m mit der Ausbringung von Spurenelementen und der Applikation des Pflanzenschutzes beim Weizen und der Gerste jeweils fünf Überfahrten und beim Raps sechs Überfahrten. Mit dem zweimaligen Mulchen der Feldränder pro Jahr, wird der Pflanzenschutz weiterhin unterstützt.

3.2. Arbeitswirtschaftliche Situation

Für die gesamte Produktion stehen dem Modellbetrieb im Durchschnitt 0,5 AK/(100 ha*a) inklusive Betriebsleiter, Büroassistenten, Erntehelfern und sonstigen Aushilfen zur Verfügung. Für die Feldarbeiten werden insgesamt 0,32 AK/(100 ha*a) benötigt, die hauptsächlich mit drei Vollzeitmitarbeitern abgedeckt werden. Theoretisch stehen die Vollzeitmitarbeiter das ganze Jahr über für die Erledigung der Arbeiten zur Verfügung. Da jedoch in der Hauptvegetationszeit die meisten Arbeitsstunden anfallen, werden in dieser Zeit Überstunden dem Arbeitszeitkonto gut geschrieben, die im Winter abgebaut werden können. Die Arbeitsspitze zur Ernte im Sommer bis einschließlich Aussaat im Herbst wird durch vier weitere Erntehelfer abgepuffert, sodass in dieser Zeit insgesamt 0,6 AK/(100 ha*a) eine Beschäftigung finden.

3.3. Phytosanitäre Situation

Die phytosanitäre Situation des Betriebes ist als nicht akut einzustufen. Weder sind Probleme mit übermäßigem Ungräser- oder Unkräuterbesatz, noch Ertragsausfälle durch Pilzkrankheiten oder Insektenfraß zu verzeichnen. Oftmals sind im Getreide die Herbizidmaßnahmen mit einer Applikation im Herbst und im Frühjahr abgeschlossen. Im Schnitt ergänzen zwei vorbeugende Fungizidmaßnahmen und eine Insektizidmaßnahme (je nach Bedarf) im Frühjahr die notwendigen Arbeitsschritte des chemischen Pflanzenschutzes. Windhalm, als mögliches Problem-Ungras, tritt nicht auf und ein Befall durch Trespe wird durch zweimaliges Mulchen der Weg- und Feldränder pro Jahr verhindert. Einzig Ackerfuchsschwanz tritt punktuell auf und wird notfalls mit einer Maßnahme im Frühjahr bekämpft.

3.4. Betriebswirtschaftliche Situation

Die betriebswirtschaftliche Situation kann anhand der vorliegenden Daten nur allgemein eingeschätzt werden, da Aufwendungen und Erträge über den Gesamtbetrieb gemittelt werden. Anlässlich der Optimierung einer vorgegebenen Situation empfiehlt sich zuerst eine Grenz-

kostenbetrachtung der einzelnen Fruchtfolgeglieder, anhand derer die Deckungsbeiträge der zu untersuchenden Fruchtfolgen errechnet und miteinander verglichen werden können. Im zweiten Schritt wird die Grenzkostenbetrachtung durch eine Betrachtung von Teilarbeits-erledigungskosten abgelöst, da erhebliche Veränderungen in diesem Kostenblock zu erwarten sind.

Um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, wurde daher auf zwei verschiedene Datengrundlagen zurückgegriffen. Im Deckungsbeitrag I finden Daten des Betriebes Anwendung. Nur die variablen Maschinenkosten werden auf der Grundlage von KTBL (2008) ermittelt. Zur Errechnung des Deckungsbeitrages II wird der DB I ohne die variablen Maschinenkosten herangezogen. Als Ersatz werden die Arbeitserledigungskosten, die wiederum einen Bestandteil der Betriebsdaten darstellen, abgezogen. Der DB II soll in allen Schlussfolgerungen die Grundlage bilden.

Normalerweise fließen in die Arbeitserledigungskosten Vollkosten ein. Dies ist hier nicht der Fall. Es wird davon ausgegangen, dass vorerst im Modellbetrieb keine personellen oder maschinellen Veränderungen bei einer Fruchtfolgeumstellung stattfinden werden. Um dennoch Kostenveränderungen bei einer Fruchtfolgeumstellung herausstellen zu können, wurden einzig die Vollkosten der einzelnen Arbeitsgänge in die Berechnung eingebunden. Sie finden sich unter „Arbeitserledigungskosten“ in der Deckungsbeitragsrechnung wieder. Die restlichen Kosten bleiben dem Betrieb erhalten und müssten auf jedes Fruchtfolgeglied gleichermaßen aufgeteilt werden, sodass keine weiteren Kosteneinflüsse zu erwarten sind.

Die folgenden Tabellen zeigen die jeweilige Deckungsbeitragsrechnung der Fruchtfolge WR-WW-WW (75 ha) und der vorherrschenden Fruchtfolge WR-WW-WG.

Tabelle 3: Deckungsbeitrag WR-WW-WW

Frucht	WW	WW	WR	Fruchtfolge I
Vorfrucht	WR	WW	WW	R-W-W
Ertrag ¹⁾	98	87	40 ⁶⁾	
Preis (optimierend, netto) ²⁾	14	14	30	
Gesamtleistung	1372	1218	1200	1263
Direktkosten				
Saatgut ¹⁾²⁾	53	83	64	
Düngemittel ²⁾³⁾	258	283	309	
PSM ¹⁾²⁾⁴⁾	122	149	178	
Var. Maschinenkosten ¹⁾⁵⁾	103	136	120	
Erntekosten ⁴⁾	75	75	75	
Versicherung ¹⁾	30	30	30	
Trocknung ¹⁾	22	22	22	
Zinsansatz UV (4 %) ¹⁾	15	18	21	
Proport. Spezialkosten	677	796	820	764
Deckungsbeitrag I	695	422	380	499
Arbeiterledigungskosten¹⁾⁴⁾	131	182	148	153
Deckungsbeitrag II	667	376	353	465

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009),

²⁾ HENTSCHEL und REICHARDT (2009),

³⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000), N.N. (2009a), BORCHARDT (2008),

⁴⁾ BERATER (2009),

⁵⁾ KTBL (2008),

⁶⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000)

Mit 667 €/ha stellt der Rapsweizen den höchsten Deckungsbeitrag II der Fruchtfolge dar. Die erhöhten Kosten des Stoppelweizens, im Vergleich zum Weizen nach Raps, ergeben sich aus dem erhöhten Saatgutbedarf und der erforderlichen Beizung gegen Schwarzbeinigkeit, der erhöhten Düngergaben und der dafür erforderlichen Überfahrten. Zeitgleich ist langfristig ein geringerer Ertrag von 87 dt/ha beim Stoppelweizen gegenüber 98 dt/ha beim Rapsweizen zu erwarten (BETRIEBSLEITER, 2009). Nach LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000) stellt die Gerste, im Vergleich zum Weizen, eine bessere Vorfrucht für den Raps dar. Es wird daher ein Minderertrag von 2 dt/ha beim Raps nach Weizen angenommen.

Die Preise für die einzelnen Nährelemente wurden von den Preisen der Düngemittel „Diammon-Phosphat“, Harnstoff und „N-P-K“ der Großhandelsliste des Händlers (HENTSCHEL & REICHARDT) aus dem Frühjahr 2009 errechnet, die im Anhang aufgeführt ist. Aus den Preisen für Harnstoff und Diammon-Phosphat ergeben sich somit die Preise von

Stickstoff (0,67 €/kg) und Phosphor (0,56 €/kg). Aus dem Preis des NPK-Düngemittels lässt sich nun der Preisanteil des Kaliums (1 €/kg) errechnen.

Die Saatgutkosten entstehen aus der Aussaatstärke, der Tausendkornmasse (TKM), der Keimfähigkeit und dem Preis pro Einheit. Ihre Berechnung ist dem Anhang zu entnehmen. Dort befinden sich ebenfalls die Berechnungen der variablen Maschinenkosten (Anzahl der Überfahrten laut BETRIEBSLEITER (2009) und Datensätzen von KTBL (2008)) und die Arbeitserledigungskosten mit den Datensätzen von BERATER (2009b).

Exemplarisch für den Pflanzenschutz sind in der folgenden Tabelle die Pflanzenschutzkosten für den Weizen nach Raps aufgelistet. Die vollständigen Variationen von Fruchtfolgegliedern finden sich ebenfalls detailliert im Anhang wieder.

Tabelle 4: Kosten eingesetzter Pflanzenschutzmittel im Weizen nach Raps

Weizen nach Raps	Herbst	Aufwand ²⁾	Mittel ²⁾	€/l ¹⁾	€/kg ¹⁾	€/ha
			0,2	Herold	60,8	
		0,07	Cadou	47,8		3
	Frühjahr					
		0,4	Moddus	37,2		15
		2,1	CCC	1,5		3
		1	Capalo	19,92		20
		1,1	Input	30,8		34
		0,5	Atlantis WG	27,2		14
		0,07	Primus	163,2		11
		5	Bittersalz	0,28		1
		2	Mangan	3,96		8
	Gesamt					122

¹⁾ verändert nach BERATER (2009a)

²⁾ BETRIEBSLEITER (2009)

Nach BERATER (2009a) ist bei Großhandelspreisen ein Abzug von 20 % des Nettopreises vorzunehmen, der in den Preisen der Berechnung Anwendung gefunden hat.

In diesem Fall ist der Pflanzenschutz des Weizens im Herbst mit einer Applikation abgeschlossen. Die Anzahl der Überfahrten richtet sich nach den Schadschwellen. Sie sind nach BETRIEBSLEITER (2009) daher flexibel. Die Kosten der Überfahrten sind in den variablen Maschinenkosten und den Arbeitserledigungskosten enthalten.

Im Folgenden werden die Unterschiede zu der vorherrschenden Fruchtfolge WR-WW-WG herausgestellt.

Tabelle 5: Deckungsbeitrag WR-WW-WG

Frucht	WW	WR	WG	Fruchtfolge II
Vorfrucht	WR	WG	WW	R-W-G
Ertrag	98	42	91	
Preis (optierend, netto)	14	30	10	
Gesamtleistung	1372	1260	910	1181
Direktkosten				
Saatgut	53	55	53	
Düngemittel	258	316	258	
PSM	122	178	107	
Var. Maschinenkosten	103	120	127	
Erntekosten	75	75	75	
Versicherung	30	30	30	
Trocknung	22	22	22	
Zinsansatz UV (4 %)	15	21	15	
Proport. Spezialkosten	677	817	687	727
Deckungsbeitrag I	695	443	223	454
Arbeiterledigungskosten	131	148	171	150
Deckungsbeitrag II	667	416	179	421

Trotz des Mehrertrages im Raps ist der Deckungsbeitrag II der Fruchtfolge II um 44 €/ha niedriger als in der Fruchtfolge I. Grund hierfür sind die Preisrückgänge für Gerste, die in den zurückliegenden Wochen verhältnismäßig stärker ausfielen, als die des Weizens (HENTSCHEL und REICHARDT, 2009).

4. Alternativen zur Erweiterung der Fruchtfolge

Die Umstellung der Fruchtfolge, mit dem Ziel einer nachhaltigen und zugleich rentablen Landbewirtschaftung, macht die Suche nach einer alternativen Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche notwendig. Dabei soll der ackerbauliche Charakter der Flächen erhalten bleiben. Außerlandwirtschaftliche Nutzungen scheiden daher von vornherein aus. Um die folgenden Ackerbaukulturen bezüglich ihrer Eignung für den Modellbetrieb beurteilen zu können, müssen inner- und außerbetriebliche Faktoren berücksichtigt werden. Um eine möglichst betriebsnahe Auswahl zu treffen, wurde mit dem Betriebsleiter über die Eignung der Kulturen diskutiert und anhand der Ergebnisse eine Auswahl getroffen.

4.1. Sommerungen

Sommerungen sind Ackerbaukulturen, deren Aussaatzeit ins Frühjahr fällt und je nach Kultur im Sommer oder Herbst geerntet wird. Die Eingliederung in eine konventionelle Ackerbaufruchtfolge führt dazu, dass es zu Anbaupausen während des Herbstes und Winters vor der Aussaat der Sommerung kommt. Dieser Zeitraum birgt die Möglichkeit, Zwischenfrüchte zur Verbesserung der Humusbilanz oder zur Bekämpfung von bodenbürtigen Krankheitserregern anzubauen. Die Anbaupause kann jedoch auch zur verstärkten Bekämpfung von Problemungräsern oder -unkräutern mit Totalherbiziden genutzt werden. Gleichzeitig werden durch die Verlagerung des Aussaattermins ins Frühjahr Arbeitsspitzen im Herbst gebrochen. Da es sich bei Sommerkulturen teilweise um andere Pflanzenarten handelt als bei den Winterfrüchten, führt ihre Eingliederung zu einem Bruch von Infektionsketten. Bei der Bekämpfung der in der Sommerung auftretenden Begleitvegetation kann im Sinne des Antiresistenzmanagements ein Wirkstoffwechsel besser erfolgen.

4.1.1. Mais

Mais ist eine Sommerkultur, deren Anbaufläche in den letzten Jahren durch den Biogas-Boom nicht nur in Schleswig-Holstein stark an Bedeutung gewonnen hat. Während Mais vorher lediglich in der Rinderfütterung eingesetzt wurde, ist er heute aufgrund seines hohen Biomassebildungsvermögens, in Verbindung mit einer guten spezifischen Methanausbeute, das Hauptsubstrat für den Betrieb einer Biogasanlage.

Produktionstechnisch und wirtschaftlich ist die Eingliederung von Mais vor allem für Ackerbaubetriebe auf ertragsschwachen Standorten in der Nähe von Biogasanlagen attraktiv. Diese Bedingungen treffen für den betrachteten Betrieb leider nicht zu. Mit einer Bodengüte von durchschnittlich 55 Bodenpunkten und einem Jahresniederschlag von 750 mm /m² in küstennahem Klima, gehört das Schwedeneck zu den prädestinierten Getreidestandorten. In der praktizierten Fruchtfolge werden durchschnittliche Winterweizenerträge von 94 dt /ha und Rapsenerträge von 44 dt/ha erzielt. Damit ist ihre relative Vorzüglichkeit gegenüber dem Mais sehr hoch. Hinzu kommt die langsame Erwärmung des Bodens im Frühjahr, die für die Entwicklung der Maispflanzen suboptimal ist. Ein weiterer entscheidender Nachteil, den dieser Standort aufweist, ist seine Entfernung zu potenziellen Abnehmern des Erntegutes. Es gibt in der näheren Umgebung keine Biogasanlagen, die Mais in für den Betrieb interessanten Mengen abnehmen könnten. Die genannten Aspekte führen dazu, dass Mais als alternatives Fruchtfolglied für den Betrieb ausscheidet.

4.1.2. Sommergerste

Der Anbau von Sommergerste ist vor allem dann interessant, wenn die Vermarktung als Braugerste möglich ist. Dieser Verwendungszweck bedingt jedoch spezielle Ansprüche an

die Qualität des Erntegutes. Für eine gute Braueignung müssen die Proteingehalte unter 11,5 % und der Vollgerstenanteil (Sortierung über 2,5 mm) sollte über 85% liegen. Werden die geforderten Qualitäten nicht erreicht, wird die Gerste als Futtergerste eingestuft und erzielt damit einen wesentlich geringeren Markterlös, der den Anbau gegenüber der Wintergerste unwirtschaftlich werden lässt.

Im Gespräch mit Herrn Betriebsleiter stellte sich heraus, dass der Standort für die gezielte Braugerstenproduktion nicht geeignet ist. Er wies darauf hin, dass die guten Standortbedingungen in Verbindung mit einer guten Stickstoffnachlieferung aus dem Boden zu Problemen bei der Einhaltung der Proteingehalte führen. Eine Eingliederung in die Fruchtfolge ist daher ausgeschlossen.

4.1.3. Ethanolrüben

Nach der Reform der Zuckermarktordnung und durch die verstärkte Suche nach Bioenergiequellen besteht die Möglichkeit Zuckerrüben, für die Produktion von Ethanol anzubauen. Der Anbau von Zuckerrüben, unabhängig vom Verwendungszweck, wird von vielen Ackerbaubetrieben aus phytosanitären und arbeitswirtschaftlichen Aspekten geschätzt. Durch die Öffnung des Zuckermarktes ist der Anbau der Zuckerrübe für die Zuckerproduktion für schleswig-holsteinische Betriebe unrentabel geworden. Ursache dafür sind die stark gesunkenen Auszahlungspreise in Verbindung mit den hohen Transportkosten zur Zuckerfabrik. Ethanolrüben sind eine alternative Nutzung, um die Rübe auf dem Betrieb zu halten. Doch auch hier ist die Marktentfernung das Problem. Hohe Transportkosten können aufgrund der geringen Auszahlungspreise, die an den Ethanolpreis gekoppelt sind, nicht aufgewogen werden. Nur für fabriksnahe Landwirte kann sich daher der Anbau von Ethanolrüben lohnen.

Der Modellbetrieb hat langjährige Anbauerfahrung mit der Zuckerrübe. Nach Reform der Marktordnung wurden sie aus wirtschaftlichen Gründen aus dem Anbau genommen. Aus den oben genannten Gründen kann auch der Ethanolrübenanbau keine Möglichkeit sein, um die Rübe wieder in den Betrieb einzugliedern. Sie bleibt daher in den folgenden Betrachtungen außen vor.

4.1.4. Erbsen

Erbsen gehören zu den Leguminosen und sind damit befähigt, Stickstoff durch die Symbiose mit Bodenbakterien zu binden. Nach der Ernte bleibt ein Teil des gebundenen Stickstoffs auf der Fläche zurück und steht der nachfolgenden Frucht zur Verfügung. Dadurch kann mineralischer Stickstoffdünger eingespart werden. Es besteht jedoch auch die erhöhte Gefahr der Nitratverlagerung in der Folgekultur. Unter phytosanitären Gesichtspunkten gilt die Erbse als Gesundungsfrucht. Arbeitswirtschaftlich hat sie die gleichen Vorteile wie die bereits er-

wähnten Sommerungen. Die Nachteile dieser Kultur liegen in der geringen Standfestigkeit, die häufig zu Ernteerschwernissen und hohen Verlusten führen. Aber auch insgesamt weisen die derzeitigen Erbsensorten, im Vergleich zur Ackerbohne, geringere Ertragspotenziale auf.

Im Gespräch mit Herrn Betriebsleiter zeigte sich, dass Versuche unternommen wurden, die Erbse in die Fruchtfolge mit einzugliedern. Es kam zu den bereits erwähnten Problemen in der Ernte. Lagernde Bestände führten zu Druschproblemen und Ernteverlusten. Gleichzeitig kam es durch das sehr bodennahe Dreschen zur Aufnahme von Erde und Steinen, die die Erntemaschine verstärkt belasteten. Das hinzukommende geringe Ertragsniveau und die niedrigen Marktpreise lassen den Erbsenanbau für den Betriebsleiter nicht attraktiv erscheinen. Er wird daher nicht weiter betrachtet.

4.1.5. Ackerbohne

Die Ackerbohne gehört ebenso wie die Erbse zu den Körnerleguminosen und bietet damit die gleichen ackerbaulichen Vorteile im Bereich der Düngung und der phytosanitären Aspekte. Es besteht jedoch auch hier die Gefahr der Nitratverlagerung in der Folgefrucht. Im Gegensatz zur Erbse weist die Ackerbohne eine bessere Standfestigkeit auf, die zu geringeren Schwierigkeiten bei der Ernte führt. Das Ertragspotenzial ist ebenfalls höher.

Diese Aspekte geben den Anlass dazu, die Eingliederung der Ackerbohne in die Fruchtfolge des Modellbetriebes im Folgenden näher zu betrachten. Dabei soll sowohl die Ackerbohne im Allgemeinen vorgestellt werden, als auch ihre pflanzenbauliche, arbeitswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf den betrachteten Betrieb herausgearbeitet werden.

4.1.6. Hafer

Hafer wird hauptsächlich für die Produktion von Haferflocken (Schälhafer) und als Futter verwendet. Während für Futterhafer keine besonderen Qualitätskriterien gelten, sind für die Vermarktung als Industriehafer das Hektolitergewicht und eine helle Kornfarbe entscheidend. In Schleswig-Holstein wird viel Industriehafer durch „Kölln Flocken“ (Peter Kölln KGaA) in Elmshorn verarbeitet. Sie beziehen den Großteil ihrer Ware jedoch aus den skandinavischen Ländern. Der Grund dafür ist die gute und sichere Qualität der ausländischen Ware. Lediglich Bio-Hafer wird in geringen Mengen aus deutschem Anbau bezogen (MEHRENS, 2009).

In Schleswig-Holstein hat Hafer aufgrund der geringeren Auszahlungspreise, im Vergleich zu Wintergetreide, eine geringe Bedeutung. Er wird meist auf Niedrigertragsstandorten angebaut oder dort wo der Anbau von Wintergetreide im vergangenen Jahr nicht möglich war. Hafer stellt damit eine Frucht dar, mit der der Fläche kostengünstig noch eine Nutzung zugeführt werden soll. Dieser Umstand führt in den meisten Fällen dazu, dass die Qualitäts-

normen für Industriehafer nicht erfüllt werden können und daher eine Vermarktung als Futterhafer erfolgen muss.

Aus ackerbaulicher Sicht ist Hafer eine Frucht, die sich unproblematisch in die Fruchtfolge eingliedern und sich mit der vorhandenen Technik anbauen und ernten lässt. Zudem besteht in der Folgefrucht nicht die Gefahr der Nitratverlagerung. Diese kann nach dem Anbau von Leguminosen z. B. Erbsen oder Ackerbohnen durch die verstärkte Anreicherung von Nitratstickstoff im Boden gegeben sein.

Für den Modellbetrieb kann der Anbau von Hafer eine praktikable Möglichkeit sein, um die etablierte Fruchtfolge zu erweitern, da der Standort und die vorhandene Technik dafür geeignet zu sein scheinen. Daher sollen im Weiteren die Auswirkungen des Haferanbaus (Schälhafer) für den Betrieb betrachtet werden. Dabei sollen vor allem die Unterschiede zur Eingliederung der Ackerbohne herausgearbeitet werden.

4.2. Weitere alternative Fruchtfolgeglieder

Außer den erwähnten klassischen Sommerungen wurden mit dem Betriebsleiter noch weitere Alternativen der Fruchtfolgeerweiterung diskutiert.

4.2.1. Grassamenvermehrung

Die Vermehrung von Grassamen im Vertragsanbau mit Saatzuchtunternehmen scheint zunächst eine Alternative zu sein. Im Fall des Modellbetriebes wird in dieser Ausarbeitung davon Abstand genommen. Die Eingliederung als vollwertiges Fruchtfolgeglied würde einen Anbauumfang von ca. 200 ha bedeuten. Grassamenvermehrung in dieser Größenordnung auf einem Standort, auf dem Ungräser wie Ackerfuchsschwanz und Trespe (wenn auch nur gering) vorhanden sind, bedeutet für den Betrieb ein großes Risiko in der Aberkennung der Grassamen als Saatgut und damit eine große betriebswirtschaftliche Gefahr.

4.2.2. Kartoffeln

Der Kartoffelanbau konzentriert sich vor allem auf leichtere Standorte mit geringem Steinbesatz. Im Gespräch mit dem Betriebsleiter zeigte sich, dass er in der Vergangenheit Erfahrungen mit Kartoffeln durch Flächentausch gemacht hat. Das hohe Steinvorkommen machte es notwendig vor der Kartoffelpflanzung den Boden maschinell zu entsteinen. Dadurch und durch die Kartoffelrodung wurde die Bodenstruktur des Oberbodens vollständig zerstört. Dies wirkte sich negativ auf die Folgekultur aus. Der Kartoffelanbau kommt daher für den Betriebsleiter nicht infrage.

4.2.3. Obst und Gemüse

Auch der Anbau von Obst und Gemüse wurde diskutiert. Jedoch zeigte sich auch hier, dass der Standort des Betriebes sowie die betriebliche Ausrichtung in den Bereich Marktfrucht keine optimalen Voraussetzungen für den Obst- und Gemüseanbau darstellen. Für eine Eingliederung wären umfangreiche Investitionen in Personal und möglicherweise Spezialmaschinen oder Lagerraum notwendig. Zudem bestünde der Bedarf nach neuem Wissen für den Anbau und die Vermarktung der Früchte. Unter Anbetracht des ursprünglichen Ziels „Umstellung der Fruchtfolge“ bedeuten diese Aspekte für den Betrieb ein unverhältnismäßig hohes Risiko.

4.2.4. Kurzumtriebsplantagen

Der Anbau von schnell wachsenden Hölzern auf Acker- oder Grünlandflächen zur energetischen Nutzung ist ein noch junges Gebiet mit wenigen Erfahrungswerten. Hohe Kosten für Pflanzung und Rekultivierung, lange Nutzungszeiträume von bis zu 24 Jahren, sowie die geringe Erfahrung mit Preisentwicklungen für das Erntegut führen zu einer sehr geringen Vorzüglichkeit auf einem Hohertragsstandort für Getreide und Raps wie dem des Modellbetriebes. Diese Alternative wird daher nicht weiter verfolgt.

5. Die Ackerbohne

Die Anbaufläche der Ackerbohne ist in Deutschland seit Jahren rückläufig. Während im Jahre 2000 noch rund 18.000 ha angebaut wurden, waren es 2008 nur noch 11.000 ha. Als Hauptgrund wird die geringe Wettbewerbsfähigkeit der Körnerleguminose gegenüber Getreide angegeben, an der auch der gute Vorfruchtwert und die Eiweißprämie nichts ändern könnten. Gleichzeitig zieren sich viele Futtermittelhersteller, die Ackerbohne als Eiweißkomponente in ihre Futtermischungen mit aufzunehmen, so dass auch die Verwendung als Futtermittel stark rückläufig ist und sich von 545.000 t in den 1990iger Jahre auf nun ca. 86.000 t reduziert hat. Die guten ernährungsphysiologischen und ökonomischen Eigenschaften von importiertem Soja scheinen nach wie vor die Ursache dafür zu sein (GOLDHOFER u. SCHMID, 2008).

Diese Entwicklung darf jedoch nicht als allgemeines Entscheidungskriterium gegen den Ackerbohnenanbau verstanden werden. Unter betriebsindividuellen Gesichtspunkten hat die Eingliederung der Ackerbohne in eine Fruchtfolge mit einem hohen Getreideanteil viele Vorteile, die sich nicht nur auf den Vorfruchtwert begrenzen. Hinzu kommt, dass die politische Forderung nach einer nachhaltigeren Landwirtschaft und die vermehrt auftretenden Resistenzen (Herbizide, Fungizide, Insektizide) getreidelastiger Fruchtfolgen oder gar Monokulturen in Zukunft stark unter Druck bringen werden. Die Eingliederung der Ackerbohnen als

robuste, ertragreiche und N-liefernde Blattfrucht wird nach diesen Gesichtspunkten immer interessanter.

Im Folgenden werden verschiedene Aspekte der Ackerbohne beleuchtet. Dabei geht es vorrangig um eine Charakterisierung der Kultur im Hinblick auf Züchtung, produktionstechnische, phytosanitäre und ökonomische Anforderungen. Diese sollen dabei helfen, Vorteile der Ackerbohne in einer Fruchtfolge zu erörtern.

5.1. Züchtung

Die Acker- oder Feldbohne ist die Unterart *minor* der Gattung *Vicia faba*. Sie stammt aus Gebirgsregionen Vorderasiens. Als einjährige Kultur kann sie eine Wuchshöhe von bis zu zwei Metern erreichen. Charakteristisch ist der vierkantige Stängel, an dem die gefiederten Laubblätter wechselständig angeordnet sind. Der Wurzelapparat besteht aus einer Pfahlwurzel mit zahlreichen Nebenwurzeln. An ihnen bilden sich die, für Leguminosen typischen, Wurzelknöllchen aus, die als Folge der Symbiose zwischen Rhizobakterien und Pflanzenwurzel entstehen. Die Rhizobakterien binden den atmosphärischen Stickstoff und sichern damit die N-Versorgung der Ackerbohne (LÜTKE ENTRUP u. OEHMICHEN, 2000).

Die geernteten Bohnen werden hauptsächlich in der Fütterung von Rindern und Schweinen und Geflügel eingesetzt. Sie sind wichtiger Eiweiß- und Stärkelieferant. Je nach Sorte, Blühfarbe und Standortbedingungen schwanken die Rohproteingehalte zwischen 20% und 30% der Trockenmasse (im Mittel 26%). Der Stärkegehalt rangiert um 37% der Trockenmasse und liegt damit nah am Stärkegehalt von Weizen. Begrenzender Faktor beim Einsatz in der Futtermischung sind Tannine und Vicin (Convicin), die zu den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zählen. Tannine verschlechtern die Proteinverdaulichkeit bei Schweinen und Geflügel. In der Wiederkäuerernährung ist diese Eigenschaft jedoch vorteilhaft. Vicin wirkt sich negativ auf die Legeleistung bei Hennen aus (ABEL, SOMMER u. WEIß, 2004).

Der Anbau der Ackerbohne brachte früher viele Probleme mit sich. Durch den langen Wuchs neigten die Sorten verstärkt zu Lager. An den neuen Sprosstielen bildeten sich immer wieder neu Blüten und frische Hülsen. Das daraus bedingte schlechte Abreifeverhalten in Kombination mit Lager führte in der Ernte zu Erschwernissen und geringen Erträgen. Durch die starke züchterische Bearbeitung sind Wuchstypen entstanden, die, durch Ausbildung einer endständigen Blüte (ti-Typ) oder durch verkürzten Internodienwuchs (Stabiltyp), in ihrem Längenwachstum begrenzt sind (LÜTKE ENTRUP u. OEHMICHEN, 2000). Die Folgen sind standfestere Sorten, welche auch durch eine gleichmäßigere Abreife besser für den Mähdrusch geeignet sind. Gleichzeitig ist der Ertrag der neuen Sorten angestiegen. Ursache dafür ist eine höhere Tausendkornmasse (TKM), die im Gegensatz zur Hülsenzahl je Pflanze und Samenzahl je Hülse züchterisch leicht beeinflusst werden kann. So wurde im Bundes-

durchschnitt 2007 ein Kornertrag von 34,5 dt/ha erzielt (SASS, 2008). Die Landessortenversuche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zeigen aber, dass auch Erträge von über 50 dt/ha zu erreichen sind (SAUERMANN, 2008).

Im Bereich der Inhaltsstoffe erfolgte ebenfalls eine züchterische Bearbeitung, um den Anteil in Futtermischrationen zu erhöhen. Vicinfreie Sorten sind noch nicht auf dem Markt, aber in der Entwicklung. 2005 und 2006 wurden die tanninfreien Sorten TAXI, CRISBO und TATTOO zugelassen, 2007 kam TANGENTA hinzu. Sie ermöglichen den verstärkten Einsatz in der Schweine-, Geflügel- und Fischfütterung (SASS, 2008). Ihre Ertragsleistung erreicht jedoch noch nicht an das Niveau tanninhaltiger Sorten heran. Wie Tabelle 6 zeigt, ist lediglich die Sorte Tangenta für den versuchsweisen Anbau zu empfehlen. Sie konnte aber bereits im ersten Versuchsjahr (2008) mit einem vergleichbaren Ertragsniveau wie tanninhaltige Ackerbohnen überraschen (SAUERMANN, 2009c).

Tabelle 6: Sortenempfehlungen für die Ackerbohnenaussaat 2009 in S.-H.

Sorte	Empfehlung					
	voll			versuchsweise ⁸⁾		keine ⁷⁾
	Fuego	Scirocco	Espresso	Tangenta	Isabell	Tattoo
Prüfjahre	06-08	06-08	06-08	08	08	07-08
Ertrag rel. ¹⁾	105	98	96	-	-	93
Proteingeh. % ²⁾	24,2	25,0	24,0	-	-	24,6
Blühbeginn	fr-m	fr-m	fr-m	fr-m	m	m
Reife	m	m	m	m	m	m
Pflanzenlänge ⁴⁾	0	+	0	+	0	0
Standfestigkeit	+++	++	+++	++++	+++	0
Toleranz gegen						
Ascochyta	0	-	0	ne	ne	-
Botrytis	++	-	0	ne	ne	++
Rost	0	-	-	ne	ne	0
Proteingehalt ⁵⁾	-	0	-	0	0	-
Tanningehalt ⁹⁾	hoch	hoch	hoch	frei	hoch	frei
TKG ³⁾	m-h	n-m	n	m	m	m-h
Saatstärke ⁵⁾	35	35	35	35	35	35
Züchter/Vertrieb	NPZ	NPZ	NPZ	NPZ	SW Seed	NPZ
Zulassung/Jahrg.	2003	1992	2002	2007	2006	2006
Vermehrungsflächen in Schleswig-Holstein (ha)						
2008	71	8	57	9	0	0
2007	61	0	27	-	-	0
2006	50	0	19	-	-	-
Wichtige Sorteneigenschaften: Reife, Standfestigkeit, TKG wegen Saatgutbedarf, Tanningehalt, Proteingehalt						
1) VRS-Sorten = Scirocco, Espresso, Fuego; 100 rel. über 3 Jahre 2006-2008 = 48,6 dt/ha, 100 rel. über 2 Jahre 2007-2008 = 49,9 dt/ha						
2) Rohprotein bei 86% TM, Mittel aus 3 bzw. 2 Prüfjahren						
3) Saatgutbedarf, wichtig bei der Verwendung von Z-Saatgut, richtet sich nach dem TKG der Sorten						
4) Pflanzenlänge: ++ = kurz; - = lang						
5) keimfähige Samen/m ²						
6) Proteingehalt nach Beschreibender Sortenliste						
7) nach 2 Versuchsjahren						
8) nach 1 Versuchsjahr						
9) Tanningehalt beachten bei innerbetrieblicher Verwertung: tanninhaltige (= buntblühende) Sorten haben Vorteile in der Rinderfütterung tanninfreie (= weißblühende) Sorten haben Vorteile in der Schweinefütterung						

(ver-

ändert nach SAUERMANN, 2009)

5.2. Produktionstechnische Aspekte

Die Ackerbohne hat gewisse Ansprüche im Hinblick auf Standortfaktoren und Aussaatbedingungen. Im Bereich der Düngung und der Ernte sind ebenfalls verschiedene Aspekte zu berücksichtigen.

5.2.1. Standortansprüche

Die Ackerbohne gehört zu den Ackerbaukulturen mit den höchsten Ansprüchen an den Standort. Dies bezieht sich besonders auf die Wasserversorgung. Bereits bei der Quellung und Keimung benötigt die Kultur doppelt so viel Wasser wie Getreide. Durch ihr eher schlecht ausgebildetes Wurzelwerk leidet sie schnell unter Trockenheitsstress. Daher sind vor allem kalk- und humusreiche Lehm- und Tonböden in niederschlagsreichen Lagen besonders geeignet. Für einen erfolgreichen Anbau sollten Ackerzahlen von 50 mindestens erreicht werden (LÜTKE ENTRUP u. OEHMICHEN, 2000). Der pH-Wert sollte zwischen 6 und 7 liegen, um eine optimale Ausbildung der Wurzelknöllchen zu gewährleisten. Die Frostverträglichkeit bis -5°C ist gut und frühe Aussattermine im Februar möglich. An die Vorfrucht hat die Ackerbohne keine besonderen Ansprüche. Anbaupausen von 4 bis 5 Jahren sollten jedoch eingehalten werden, um die Anreicherung von kulturspezifischen Schaderregern zu vermeiden (SAUERMANN, 2009a).

5.2.2. Bodenbearbeitung und Aussaat

Zwischen der Ernte der Vorfrucht (i.d.R. Getreide) und Bestellung der Ackerbohne im Frühjahr bleibt ausreichend Zeit für die Bodenbearbeitung. Grundsätzlich ist der Einsatz des Pfluges möglich. Jedoch zerstört eine Herbstfurche die Kapillarität des Bodens und infolge hoher Winterniederschläge kommt es zu Verschlammungen, die die Befahrbarkeit und das Abtrocknen im Frühjahr verschlechtern. Zur erneuten Lockerung wird eine flache Grubberbearbeitung vor der Aussaat notwendig, wodurch sich die Kosten erhöhen (STEMANN, 2008).

Die pfluglose Bodenbearbeitung bringt wesentlich mehr Vorteile. Durch den Pflugverzicht entstehen keine Pflugsohlen, die Kapillarität bleibt erhalten. Der Boden kann leicht durchwurzelt werden. Durch die gute Wasserführung bleiben ein gutes Luft-Wasser-Verhältnis und die Tragfähigkeit erhalten. Die flache Bodenbearbeitung im Herbst fördert die Strohrotte, den Humusgehalt und die Bodenaktivität. Aber auch Schaderregern, die auf Ernterückständen überdauern, wird die Lebensgrundlage mittels zügiger Rotte entzogen (STEMANN, 2008).

Eine pfluglose Bodenbearbeitung vor der Aussaat der Ackerbohne kann wie folgt gestaltet werden:

Im Herbst:

- Nach Ernte der Vorfrucht Stoppelsturz mit Scheibenegge
- Nach Auflauf des Ausfallgetreides erneute flache Bearbeitung oder Einsatz eines Glyphosat-Präparates (z. B. Roundup)
- Bodenlockerung (10cm bis 15cm) durch Grubber

Im Frühjahr:

- Vor der Aussaat erneute Lockerung durch Grubber auf 10 bis 15 cm Tiefe

Durch den Einsatz eines Totalherbizids können bereits im Herbst auflaufende Problemunkräuter und -ungräser bekämpft werden. Die Bodenlockerung in 10 bis 15 cm Tiefe bricht die Kapillarität und beschleunigt die Abtrocknung im Frühjahr (STEMANN, 2008). Die Lockerung vor der Saat sollte unter trockenen Bedingungen (gute Befahrbarkeit) erfolgen, da die Ackerbohne empfindlich auf Verdichtungen reagiert (LÜTKE ENTRUP u. OEHMICHEN, 2000).

Die Aussaat der Ackerbohne sollte so früh wie möglich erfolgen, um eine lange Vegetationszeit zu gewährleisten. Da die Bohne nicht empfindlich auf Fröste reagiert, sind Saattermine bereits im Februar möglich, sollten aber spätestens bis Mitte April ausgeführt sein. Zu beachten ist dabei ein trockenes Saatbett. Die übliche Aussaatstärke liegt in Schleswig-Holstein bei 35 keimfähigen Samen je m² (siehe Tabelle 6) bei einfachem bis doppeltem Getreidereihenabstand. Es ist eine Ablagetiefe von 6- 8cm (mind. 4- 5 cm) anzustreben, um eine gute Wasserversorgung des Samens, eine hohe Standfestigkeit und einen ausreichenden Schutz vor Bodenherbiziden zu gewährleisten. Für die Aussaat kann konventionelle Drilltechnik zum Einsatz kommen. Jedoch sind unter Mulchsaatbedingungen Scheibenschare und ein hoher Schardruck zu empfehlen, damit die geforderte Saattiefe erreicht werden kann (STEMANN, 2008).

5.2.3. Düngung

Die Ackerbohne entzieht dem Boden ca. 4,0 kg K₂O, 1,5 kg P₂O₅ und 0,5 kg MgO je dt FM-Ertrag (Korn mit 86% TS). Mithilfe der Knöllchenbakterien werden ca. 5,6 kg N je dt FM-Ertrag gebunden. Bei einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1 bleiben ca. 1,5 kg N, 2,6 kg K₂O, 0,3 kg P₂O₅ und 0,3 kg MgO als Ernterückstände auf der Fläche zurück. Insgesamt benötigt die Kultur bei einem Ertrag von ca. 50 dt/ha folglich: 200 kg K₂O /ha, 75 kg P₂O₅ /ha und 25 kg MgO /ha (BORCHARDT, 2008). Laut dem Anbautelegramm der LWK S.-H. wird eine Düngung von 120 kg K₂O, 45 kg P₂O₅, und 30 kg MgO je Hektar empfohlen (SAUERMAN, 2009a).

Eine mineralische oder organische N-Düngung ist aufgrund der eigenständigen N-Versorgung durch die Bakterien nicht notwendig und kann die N-Fixierung sogar beeinträchtigen.

Trotz des geringen Phosphorbedarfs der Leguminose ist es für Stoffwechselprozesse und die Symbiose mit den Bodenbakterien von elementarer Bedeutung. Besonders auf P-Mangelstandorten sollte eine Düngung mit teil- oder vollaufgeschlossenen P-Düngern (Trippel- oder Superphosphat) erfolgen. Allgemein kann die P-Düngung auch im Rahmen der Fruchtfolge erfolgen.

Kalium hilft der Pflanze, ihren Wasserhaushalt effizienter zu gestalten. Eine gute Kaliumversorgung ist daher wichtig und sollte durch eine Düngung unterstützt werden. Vorteilhaft sind sowohl Mg- oder S-haltige Kali-Dünger. Besonders auf sorptionsschwachen Böden mit hohen Niederschlägen sollte die Fruchtfolgedüngung von Kalium zur Ackerbohne erfolgen.

Als Proteinlieferant ist die Ackerbohne auf Schwefel angewiesen. Um die S-Versorgung zu sichern, sollten im Frühjahr ca. 20 kg S/ha in sulfatischer Form (schnell verfügbar) gegeben werden. Dies kann im Rahmen S-haltiger Kaliumdünger oder durch den Einsatz von Bittersalz (MgS) als Blattdünger erfolgen. Bittersalz eignet sich damit auch zur Sicherung der Mg-Versorgung. Die Grundversorgung sollte jedoch über Mg-haltige Kalke geschehen. Spurennährstoffe wie Bor, Kupfer, Zink, Molybdän und Mangan können durch Blattdünger im Rahmen von Pflanzenschutzmaßnahmen appliziert werden. Besonders in Stresssituationen und bei schlechter Bodenversorgung können Erträge damit abgesichert werden. Da der pH-Wert ebenfalls wichtig für einen sicheren Ertrag ist, sollte bei pH-Werten unter 6 die Fruchtfolgekalkung zur Ackerbohne erfolgen.

(BORCHARDT, 2008)

5.2.4. Ernte

Aufgrund des Zuchtfortschrittes reifen die derzeitigen Sorten gleichmäßig ab. Falls, aufgrund von verstärktem Unkrautbesatz oder ungleichmäßiger Abreife, mit Druschproblemen zu rechnen ist, ist die Sikkation mittels Totalherbizideinsatz (Ruondup UltraMax, Basta oder Reglone) unter Beachtung der Wartezeit zulässig (LANDSCHREIBER, 2008). Der Mähdrusch ist bei Kornfeuchten von ca. 17% optimal. In diesem Bereich kann der Anteil an Bruchkorn gering gehalten werden und gleichzeitig ist nur ein geringer Trocknungsaufwand erforderlich, um das Erntegut auf einen lagerstabilen Feuchtigkeitsgehalt von 14% bis 15% zu trocknen.

Die Beerntung der Ackerbohne kann flexibel gestaltet werden. Nach Niederschlägen trocknet sie schnell ab und ist früher druschfähig als Getreide, gleichzeitig fördern höhere Kornfeuchten einen schonenden Drusch. Daher bringt sie besonders bei wechselhafter Witterung Entspannung in der Erntephase. Unter guten Erntebedingungen kann der Erntetermin jedoch auch bis in den September verschoben werden, ohne Ertragseinbußen zu befürchten. Für die Einstellung des Mähdreschers gilt: Trommeldrehzahl so gering wie möglich (700 bis 900 U/min), weiter Dreschkorbabstand, Gebläse auf volle Leistung, Siebe vollständig geöffnet. Dadurch wird ein schonender Drusch der Samen erreicht. Es sind Fahrgeschwindigkeiten von 10 km/h möglich, die zu einer guten Flächenleistung führen und gleichzeitig ein Druschpolster erzeugen, dass die mechanische Belastung der Samen reduziert (RECHT, 2008).

Die Ernterückstände der Leguminose verrotten aufgrund ihres günstigen C/N-Verhältnisses schnell. In Verbindung mit der guten Bodengare kann die Folgefrucht daher im Mulchsaatverfahren bestellt werden (STEMANN, 2008).

5.3. Phytosanitäre Aspekte

Auch die Ackerbohne wird wie andere Kulturpflanzen von verschiedenen Schädlingen und Krankheiten befallen, die den Ertrag beeinflussen. Der Einsatz von Fungiziden und Insektiziden sowie die Bekämpfung von unerwünschter Begleitvegetation ist daher im konventionellen Anbau eine Möglichkeit, um einer negativen Beeinflussung der Kultur entgegen zu wirken.

5.3.1. Unkraut- und Ungrasbekämpfung

Vor dem Fungizid- und Insektizideinsatz steht die Bekämpfung der Ungräser und Unkräuter im Ackerbohnenbestand, um Ertragsverluste durch Konkurrenz um Wasser, Nährstoffe, Raum und Licht, durch Schaderregerübertragung und durch Ernteerschwernis zu verhindern.

Eine effiziente Unkraut- und Ungrasbekämpfung zu Beginn der Kulturpflanzenentwicklung ist wichtig, da sich der Bestand erst spät schließt und dadurch andere Pflanzen gut entwickeln können. Es besteht die Möglichkeit, die während des Winters aufgelaufenen Gräser und Kräuter durch den Einsatz von Totalherbiziden noch vor der Bodenbearbeitung im Frühjahr zu bekämpfen. Besonders auf Standorten mit Ackerfuchsschwanzproblemen bietet sich diese Methode an. Es empfiehlt sich der Einsatz von max. 4,0 l/ha Roundup® UltraMax, 2,65 l/ha Roundup Turbo®, 5 l/ha Durano®, Dominator Ultra® oder Touchdown®.

Glyphosat-haltige Totalherbizide lassen sich jedoch auch im Voraufverfahren (VA) einsetzen. Bis zu fünf Tage nach der Aussaat können durch 2,0 bis 3,0 l/ha Roundup® UltraMax früh keimende Unkräuter /-gräser bekämpft werden. Es ist dabei auf eine gute Benetzung durch ein feines Tropfenspektrum zu achten.

Da Glyphosat nur über den Blattapparat wirkt, werden später auflaufende Ungräser und Unkräuter nicht erfasst. In diesem Fall bietet sich der Einsatz von Bodenherbiziden im VA an. Um eine gute Wirkung zu gewährleisten, ist auf ein feinkrümliges Saatbett, ausreichende Bodenfeuchte und Ablagetiefe zu achten. Hohe Humusgehalte können die Wirkung ebenfalls negativ beeinträchtigen. Für eine gute Breitenwirkung bietet sich die Kombination aus Stomp® Aqua und Boxer (siehe Tabelle 7). Der Einsatz von Centium® 36 CS hat eine gute Wirkung gegen Knötericharten. Da es keine Wirkung auf Ungräser hat, bietet sich die Tankmischung mit Bandur® an (z. B. 2,5 l/ha Bandur + 0,2 l/ha Centium 36 CS). Centium® 36 CS enthält den Wirkstoff Clomazone in mikroverkapselter Form, beim Einsatz sind Injektordüsen zu verwenden. Treten Problemungräser wie Windhalm oder Ackerfuchsschwanz auf, zeigen

Bandur® und Boxer® gute Wirkung. Hirsen werden durch Bandur® oder Stomp® Aqua ausreichend unterdrückt.

Für Nachauflaufbehandlung (NA) von Problemungräsern wie Ackerfuchsschwanz, Flughafer, Windhalm, Hirsearten oder (Quecke) können Fusilade® MAX, Agil-S® oder Panarex® eingesetzt werden. Besonders bei der Bekämpfung von Ackerfuchsschwanz ist auf Wirkstoffresistenzen zu achten. Im Rahmen eines effizienten Anti-Resistenzmanagements sollte die Wirkstoffgruppe regelmäßig gewechselt werden, bzw. die Bekämpfung des Ackerfuchsschwanzes bereits im ausreichenden Maß durch VA-Präparate wie Roundup® UltraMax oder Bandur® erfolgen.

(LANDSCHREIBER, 2008)

Tabelle 7 Bekämpfung von Ungräsern und breitblättrigen Samenunkräutern

Mittel- Beispiel	kg, l/ha	Ackerfuchsschwanz	Flughafer	Hirsen	Windhalm	Ackerhellerkraut	Ehrenpreis	Franzosenkraut	Kamille	Klettenlabkraut	Knötericharten	Stiefmütterchen	Vogelmiere	Besondere Hinweise
Anwendung nach der Saat bis Voraufbau (VA-Ackerbohne und Futtererbse)														
Bandur	4,0	++	-	+(+)	++	++	++	++	+	+(+)	+	+	++	Feines Saatbett
Boxer	5,0	+	-	-	+(+)	++	++	++	-	++	+	-	++	s.o.
Centium 36 CS	0,25	-	-	-	+	++	+(+)	++	-	++	+(+)	-	++	vor dem Auflaufen bis 5 Tage nach der Saat; ausgenommen Saatguterzeugung
Stomp Aqua	4,4	+	-	(+)	+	++	++	++	+	(+)	(+)	++	++	Mindestsaattiefe 5 cm
Anwendung im Nachaufbau (NA-Ackerbohne und Futtererbse)														
Fusilade MAX	1,0	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	Ungräser im 2- bis 4-Blattstadium. Optimale Wirkung bei wüchsiger Witterung. Gegen Quecke in Futtererbse 2l/ha
Agil-S	0,75	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	
Panarex	1,25	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	Gegen Quecke: 2,25 l/ha
Anwendung im Nachaufbau (NA-Futtererbse)														
Basagran ²⁾	2,0	-	-	-	-	++	+	+	++	++	+	-	++	Nach dem Auflaufen bei 5cm Pflanzenhöhe. Wartezeit: 40 Tage
Stomp Aqua + Basagran ²⁾	2,5 +1,5	+	-	-	+	++	+(+)	+(+)	+(+)	+(+)	+	+	+(+)	s.o.

(N.N., 2009)

5.3.2. Krankheiten

Im Bereich der Krankheitserreger sind derzeit nur die pilzartigen Schaderreger von Bedeutung. Zu den bodenbürtigen Pilzen, die die Ackerbohne an der Wurzel befallen, gehören *Fusarium* spp., *Pythium* spp. und *Rhizoctonia solani*. Sie gewinnen besonders unter schlechten Wachstumsbedingungen wie Verdichtung, Kälte oder Nässe an Bedeutung. Durch Einhaltung der Anbaupausen oder der aktuellen Beizmittel werden sie jedoch gut bekämpft.

Botrytis fabae befällt die Bohne besonders zum Zeitpunkt der Blüte und der Hülsenentwicklung. Der Befall führt zu kleinen, runden, scharf abgegrenzten, schokoladenbraunen Flecken an Stängeln, Blättern und Hülsen. Daher der Name „**Schokoladenfleckenkrankheit**“. Durch nicht zu dichte Bestände und eine gute Unkrautbekämpfung kann das Befalls-

risiko gesenkt werden. Die Sorte „Fuego“ besitzt eine gute Toleranz gegen *Botrytis fabae* (siehe Tabelle 6).

Der **Ackerbohnenrost** (*Uromyces fabae*) ist vor allem in Mittel- und Süddeutschland von Bedeutung. In Schleswig-Holstein ist nur bei sehr warmer Sommerwitterung mit einem wirtschaftlich relevanten Befall zu rechnen. Unter diesen Umständen entwickeln sich auf der Blattober- und -unterseite sowie an den Blattstielen hellbraune Sporenlager. Eine Bekämpfung kann nur durch ein Fungizid erfolgen.

Treten trotz pflanzenbaulicher Vorkehrungen Pilzkrankheiten auf, sind folgende Fungizide zur Bekämpfung zulässig:

Gegen *Botrytis fabae*:

- 1,0 l/ha Folicur®, Amistar® oder Ortiva®
oder
- 0,5 l/ha Folicur® + 0,5 l/ha Amistar®

Gegen Ackerbohnenrost:

- 1 l/ha Folicur®

Bei der **Brennfleckenkrankheit**, die durch den Erreger *Ascochyta fabae* ausgelöst wird, handelt es sich um eine samenbürtige Krankheit. Sie hat zurzeit in Deutschland keine wirtschaftliche Bedeutung, da zertifiziertes Saatgut als befallsfrei gilt und die Krankheit durch Saatgutwechsel, Beizung und der Einhaltung der Anbaupausen unterdrückt wird.

(LANDSCHREIBER, 2008)

5.3.3. Schädlinge

Der wichtigste tierische Schädling der Ackerbohne ist die **Schwarze Bohnenblattlaus**. Bei starkem Befall führt ihre Saugtätigkeit zu Wachstumsdepression, Absterben von Pflanzenteilen und Ertragseinbußen. Durch die starke Honigtauabsonderung kommt es zur Ansiedelung von Schwärzepilzen. Eine Bekämpfung ist mit den Insektiziden Pirimor® (300 g/ha), Karate® Zeon (75 g/ha) oder Trafo® WG (150 g/ha) gut möglich.

Im März/ April verlässt der **Blattrandkäfer** sein Winterlager. Der Befall ist am bogenförmigen Fraß der Blattränder zu erkennen, der jedoch nicht ertragsrelevant ist. Von Mai bis August entwickeln sich im Boden die 6-7 cm langen, weißen Larven. Sie ernähren sich von den Wurzelknöllchen der Ackerbohne. Ein starker Befall kann daher an Stickstoffmangelsymptomen der Pflanze (Vergilbung) erkannt werden. Eine Bekämpfung der Larven ist nicht möglich. Nur der Käfer kann bei starkem Auftreten und ungünstigen Wachstumsbedingungen durch Insektizide (Karate® Zeon oder Trafo® WG) bekämpft werden.

Der **Ackerbohnenkäfer** spielt nur in Beständen für die Saatgutproduktion eine Rolle. Im Larvenstadium erzeugt er Lochfraß an den Samen, vermindert dadurch die Keimfähigkeit und führt zur Aberkennung des Bestandes als Saatgut. Auch hier können nur die adulten Tiere mit Insektizidmaßnahmen (Karate® Zeon oder Trafo® WG), ein bis zwei Wochen nach der Blüte und erneut 7 bis 10 Tage später, bekämpft werden.

Beim Einsatz der Pyrethroide Karate® Zeon oder Trafo® WG in Tankmischungen mit Azolen (Folicur®) erfolgt die Einstufung in Bienengefährlichkeit B2, d.h., die Ausbringung in blühende Bestände ist erst nach dem täglichen Bienenflug bis 23 Uhr erlaubt.

(LANDSCHREIBER, 2008)

5.4. Ökonomische Aspekte

Der rückläufige Ackerbohnenanbau ist zum Großteil auf die schlechte monetäre Ertragseinschätzung zurückzuführen. Der Fehler, der häufig bei ökonomischen Kalkulationen gemacht wird, ist die ausschließliche Bewertung der Marktleistungen. Der gesamte Wert der Ackerbohne setzt sich jedoch auch aus den Mehrerträgen der Folgefrucht sowie aus Kosteneinsparungen im Pflanzenschutz, in der Düngung und in der Arbeiterledigung zusammen. Es ist daher entscheidend die Auswirkungen des Ackerbohnenanbaus in der gesamten Fruchtfolge zu identifizieren. Kosteneinsparungen und Mehrerträge in der Folgefrucht, die sich in höheren Deckungsbeiträgen widerspiegeln, müssen dann der Ackerbohne zugeordnet werden.

5.4.1. Verwertung der Ackerbohne

An erster Stelle der wirtschaftlichen Betrachtung steht die Marktleistung der Leguminose. Sie setzt sich aus dem Ertrag und dem erzielbaren Preis am Markt zusammen. Der Ertrag ist standort- und witterungsabhängig und kann zwischen 30 und 60 dt/ha schwanken. Auch der Marktpreis ist Schwankungen unterworfen und bewegte sich, beispielsweise für die Region Westfalen-Lippe von 2003 bis 2006, zwischen 8,5 €/dt und 15 €/dt (Mittel: 11 €/dt).

Eine wesentlich lukrativere Verwertungsmöglichkeit ist die innerbetriebliche Verfütterung. In der Schweine- und Rinderfütterung können Ackerbohnen Soja und Weizen zu einem Teil substituieren. Unter der Annahme bestimmter Sojaschrot- und Weizenpreise ergeben sich Substitutionswerte im Durchschnitt von 14,30 €/dt, die in Tabelle 8 aufgeführt sind.

(KÄUFLER, 2008)

Tabelle 8: Substitutionswert von Ackerbohnen (€/dt)

Getreidepreis EUR/dt	Schweinefütterung			Rinderfütterung		
	Sojaschrotpreis, EUR/dt			Sojaschrotpreis, EUR/dt		
	Aminosäuren: 3 bis 6 EUR/kg					
	15	20	25	15	20	25
10	11,75	14,17	16,58	12,00	14,00	16,00
12,5	12,88	15,29	17,71	13,50	15,50	17,50
15	14,00	16,42	18,83	15,00	17,00	19,00

(KÄUFLER, 2008)

Durch die EU-Prämie für Eiweißpflanzen in Höhe von 55,57 €/ha, wird die Preiswürdigkeit der Ackerbohne zusätzlich verbessert.

5.4.2. Einsatz von Produktionsmitteln

Unter Anbetracht der produktionstechnischen und phytosanitären Aspekte wird deutlich, dass die Ackerbohne eine Kultur ist, die unter einem geringen Kostenaufwand von Produktionsmitteln angebaut werden kann.

Da der Grundnährstoffbedarf (P, K, Ca und Mg) der Ackerbohne keine zusätzlichen Düngungsmaßnahmen erfordert, kann diese Nährstoffversorgung im Rahmen der Fruchtfolgedüngung abgedeckt werden. Auch der Einsatz von Blattdüngern oder einer zusätzlichen Spurennährstoffversorgung ist i.d.R. nicht notwendig. Der Wegfall der N-Düngungen spart weitere Kosten ein.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kann kostengünstig gestaltet werden. Durch die Anbaupause zwischen Vorfrucht und der Ackerbohneinsaat können Ungräser und Unkräuter mit günstigen Totalherbiziden bekämpft werden, sodass nach der Aussaat nur bei starkem Ungrasdruck eine weitere Graminizidmaßnahme notwendig sein kann (KÄUFLER, 2008). Bei der Bekämpfung von Pilzkrankheiten ist i.d.R. eine Fungizidmaßnahme ausreichend und schlägt lediglich mit geringen Kosten zu Buche und kann zu dem Ertragsvorteile von bis zu 5 dt/ha generieren (KROPF, 2008). Der Einsatz von Insektiziden ist je nach Befallssituation abzuwägen.

Der Einsatz von Treib- und Schmierstoffen bewegt sich ebenfalls auf einem niedrigen Kostenniveau. Die pfluglose Bestellung, die wenigen Überfahrten für Pflanzenschutz und der Wegfall zusätzlicher Düngemaßnahmen sowie die hohe Schlagkraft bei der Ernte halten die Dieselkosten gering.

5.4.3. Arbeitsspitzen und Arbeitserledigungskosten

In getreidereichen Fruchtfolgen wie Raps-Weizen-Gerste oder Raps-Weizen-Weizen-Gerste haben Ackerbaubetriebe während der Ernte und Bestellung von Juli bis September mit ho-

hen Arbeitsspitzen zu kämpfen. Durch die Eingliederung der Ackerbohne können diese deutlich entzerrt und Arbeitserledigungskosten gesenkt werden.

Da die Aussaat der Ackerbohne in den Februar bis März fällt, ein Zeitraum in der Arbeitskapazitäten frei sind, können die Arbeitsspitzen während der Herbstsaat deutlich abgesenkt werden. Außerdem fallen die notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen der Ackerbohne zu anderen Zeitpunkten an als der Pflanzenschutz von Getreide und Raps, sodass hier ein termingerechterer und effizienterer Einsatz der Präparate erfolgen kann.

Ferner sorgt die Ackerbohne in der Ernte für Entspannung. Da der Drusch der Bohne sehr flexibel gestaltet werden kann, ist es möglich unter guten Erntebedingungen zunächst das Getreide zu dreschen und erst im Anschluss die Bohne, ohne Qualitätsverlust, zu ernten. In nassen Erntejahren ist es möglich die Ackerbohne durch ihr gutes Abtrocknungsverhalten früher als den Weizen zu dreschen. Diese Eigenschaft glättet ebenfalls Arbeitsspitzen während der Ernte.

Die Entzerrung der Arbeitsspitzen hat besonders Vorteile für wachsende Betriebe. Durch ein sprunghaftes Wachstum ist die Maschinen- und Arbeitskräfteausstattung zunächst nicht an die größere Fläche angepasst. Bei Anbau von Getreide und Raps kommt es während der Ernte und Bestellung zu Engpässen, die durch die Aufnahme der Ackerbohne in die Fruchtfolge verhindert werden können.

Die Senkung von Arbeitserledigungskosten macht sich bei der Betrachtung der gesamten Fruchtfolge bemerkbar. Die Ackerbohneingliederung führt durch den geringen Arbeitszeitbedarf durch pfluglose Bestellung, wenig Maßnahmen der Bestandspflege und der hohen Schlagkraft bei der Ernte zur Kostensenkung bei der Arbeitserledigung. Doch nicht nur die niedrigen AEK des Bohnenanbaus führen zu Kostenvorteilen. Substituiert die Ackerbohne Weizen als Vorfrucht, sinken die AEK des folgenden Weizens durch pfluglose Bestellung und extensivere Bestandsführung (weniger Überfahrten), siehe Tabelle 9. Diese Kostenvorteile müssen bei Errechnung des Vorfruchtwertes berücksichtigt werden.

Die Auswirkungen auf die Arbeitserledigung werden besonders deutlich, wenn sie in Verbindung mit dem Bewirtschaftungssystem und des Standortes betrachtet werden. Tabelle 9 zeigt beispielhaft wie sich die Eingliederung der Ackerbohne in einen Ackerbaubetrieb bei unterschiedlicher Standortgüte und Bewirtschaftungsweise auswirkt. Besonders der Wechsel zur konservierenden Bewirtschaftung in Verbindung mit der Eingliederung der Ackerbohne kann die AEK der Fruchtfolge je nach Standort bis zu 23% senken.

(KÄUFLER, 2008)

Tabelle 9: Arbeitserledigungskosten am Beispiel eines Modellbetriebes (300ha)

Bewirtschaftungssystem	Begünstigter Standort		Schwacher – mittlerer Standort	
	AEK (EUR/ha)	AEK (%)	AEK (EUR/ha)	AEK %
Ra-WW-WW-WW Pflug	453	100	473	100
Ra-WW-WW-WW Konservierend	388	86	410	87
Ra-WW-Leguminosen-WW Konservierend	349	77	391	83

(KÄUFLER, 2008)

5.5. Vorfruchtwert

In einer getreidereichen Fruchtfolge führt der Einbau der Ackerbohne zur Verbesserung der Ertrags- und Kostensituation der Folgefrucht (häufig Winterweizen). Der sich daraus ergebende Vorfruchtwert wird meist nicht der Ackerbohne angerechnet. Dies ist jedoch für eine korrekte Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erforderlich.

Die Ackerbohne hinterlässt nach der Ernte eine gute Bodenstruktur, zudem verrotten die Ernterückstände schnell, sodass eine pfluglose Bodenbearbeitung vor der Weizenbestellung ausreicht. Die Kosten für die Bodenbearbeitung werden dadurch gesenkt (KÄUFLER, 2008). Zusätzlich kann durch die Stickstoffbindung bis zu 80 kg N/ha (KROPF, 2008) mineralischer N-Dünger eingespart werden (im Vergleich zu Weizen nach Raps). Ein weiterer Vorteil ergibt sich bei der Bekämpfung von Problemungräsern im Weizen wie Ackerfuchsschwanz. Da bereits vor der Ackerbohnenaussaat ein Großteil der Ungräser durch Totalherbizide bekämpft werden konnte, reduziert sich nach der pfluglosen Bestellung des Weizens der Einsatz von teuren Spezialgraminiziden. Ähnliches gilt für den Fungizideinsatz im Weizen. Der Einschub einer Blattfrucht bricht die Infektionskette der bodenbürtigen Getreidekrankheiten, sodass Kosten für die Bekämpfung von Pilzkrankheiten reduziert werden (KÄUFLER, 2008).

Neben den Kosteneinsparungen, lassen sich durch die Ackerbohne als Vorfrucht höhere Erträge in der Weizennachfrucht von bis zu 10 dt/ha erzielen (im Vergleich zu Stoppelweizen). Und selbst bei der zweiten Nachfrucht (Wintergerste) sind Mehrerträge von ca. 5 dt/ha aufgrund des Ackerbohnenanbaus nachzuweisen. Die Ursachen für die Mehrerträge entsprechen den Faktoren, die auch für die Kostensenkung verantwortlich sind, d.h. eine gute Bodenstruktur, der N-Vorrat im Boden und geringerer Ungras- und Krankheitsdruck führen zu besseren Entwicklungsbedingungen der nachfolgenden Getreidefrucht (KÄUFLER, 2008).

In Tabelle 10 wird anhand eines Leistungs- und Kostenvergleichs beispielhaft gezeigt, wie sich der Ackerbohnenanbau auf die Nachfrucht Weizen unter Ertrags- und Kostengesichts-

punkten auswirken kann. Im Vergleich dazu werden Ertrag und Kosten für Stoppelweizen dargestellt. In diesem Fall sind die Leistungen des AB-Weizens um 107 €/ha höher als die des Stoppelweizens. Gleichzeitig sind die Direktkosten um 53 €/ha und die AEK um 50 €/ha niedriger. Die Summe aus Mehrleistung und Kostenvorteilen des AB-Weizens (210 €/ha) ergeben den Vorfruchtwert der Ackerbohne und müssen ihr als zusätzliche Leistung angerechnet werden.

Tabelle 10: modellhafter Leistungs- und Kostenvergleich von Stoppel-, Ackerbohnen-Weizen und Ackerbohnen

Faktor	Stoppelweizen*	AB-Weizen	Ackerbohne
Ertrag in dt/ha	85	95	52
Erlös in €/dt	10,7	10,7	11
Markterlös	910	1016	572
Direktzahlungen z. B.	290	290	290
Mulchsaatprämie z. B.	60	60	60
Eiweißprämie	-	-	55
Leistung	1260	1367	977
Saatgut	63	63	117
Mineraldünger	191	175	71
Herbizid	69	52	62
Insektizid	11	11	19
Wachstumsregler	5	10	0
Fungizid	98	73	30
Direktkosten	437	384	299
Arbeitserledigungskosten	600	550	450
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	223	433	228
Vorfruchtwert			210

(verändert nach KÄUFLER, 2008)

* erhöhter Aufwand durch den Einsatz einer Gräserbehandlung im Herbst und einer zusätzlichen Fungizidmaßnahme im Frühjahr; eine um 30 kg N/ha erhöhte N-Düngung

5.6. Problematik der N-Nachlieferung in der Folgefrucht

Wie bereits deutlich wurde, ist die Ackerbohne durch die Symbiose mit Bodenbakterien in der Lage sich eigenständig mit Stickstoff zu versorgen. Mit den Ernterückständen bleibt ein Teil des Stickstoffs auf der Fläche zurück. Neben dem organisch gebundenen Stickstoff befindet sich jedoch auch NO_3^- -N im Boden. Dieser sammelt sich während der Vegetationsperiode der Ackerbohne im Boden an, da sie nur einen geringen Anteil aufnimmt. Dieser Nitratstickstoff unterliegt, sofern er nicht von der Folgefrucht aufgenommen wird, der Gefahr der Verlagerung. Im Hinblick auf die steigenden N-Düngerpreise und mit dem Ziel einer effizienten und ökologisch verträglichen Landwirtschaft sollten Möglichkeiten gefunden werden, diesen Stickstoff weitestgehend, aber unter Berücksichtigung praktischer Aspekte, im Boden zu halten und zu nutzen.

In den folgenden Kapiteln soll erläutert werden, wie die N-Dynamik nach dem Anbau von Ackerbohnen zu beurteilen ist und welche Faktoren oder Maßnahmen die N-Verluste positiv oder negativ beeinflussen können.

5.6.1. N-Dynamik während und nach dem Ackerbohnenanbau

Die symbiotische N-Fixierung der Ackerbohne ist stark von Standort, Witterung, Wuchstyp, Sorte und Anbauverfahren abhängig und unterliegt damit einer weiten Streuung. Die Literatur gibt für deutsche Witterungs- und Standortverhältnisse, bei einer durchschnittlichen Ertrags- bzw. Aufwuchsstruktur, Mittelwerte von 200 bis 350 kg N/ha als Fixierungsleistung an (JUSTUS, 1996). Die Menge an symbiontisch fixiertem Stickstoff kann durch eine erhöhte Aufnahme an verfügbaren Bodenstickstoff reduziert werden. In diesem Fall können bis zu 20% des in der Pflanze akkumulierten Stickstoffs aus dem Stickstoffvorrat des Bodens stammen, der während der Vegetationsperiode der Ackerbohne mineralisiert und aus dem unmittelbaren Bereich der Wurzel aufgenommen wird. Durch das eher schlecht ausgeprägte Wurzelsystem bleibt der Großteil jedoch als Nitrat ungenutzt im Boden zurück (FIEGENBAUM, 1993).

Bei der Ernte der Bohne werden bis zu 80 % des in der Pflanze gespeicherten Stickstoffs vom Feld entfernt, sodass i.d.R. weniger als 100 kg N/ha in Form von Wurzeln, Stängeln, Blättern und Hülsen auf der Fläche verbleiben (JUSTUS, 1996). Diese Ernterückstände besitzen unterschiedliche C/N-Verhältnisse. Wurzeln und Stängel, die einen großen Anteil der Rückstände ausmachen, enthalten ca. 0,9 bis 1,4 % Stickstoff. Dieses weite C/N-Verhältnis (über 30:1) führt zu einer Nettoimmobilisierung des Stickstoffs bis zum Winter. Nitratauswaschungsverluste sind aus dieser Fraktion daher nicht zu erwarten. Ausfallkorn, Blätter und Hülsen weisen hingegen mit 1,7 bis 5,1 % N ein enges C/N-Verhältnis (unter 20:1) auf, sodass es hier zu einer Nettomineralisierung kommt. Das entstehende Nitrat unterliegt damit prinzipiell der Gefahr der Auswaschung. Der geringe Anteil dieser Fraktion lässt sie in puncto Nitratverlagerung aber eher unbedeutend erscheinen (FIEGENBAUM, 1993).

Das größte N-Verlustpotenzial geht somit von den Restnitratgehalten des Bodens nach der Ackerbohnernte aus. JUSTUS (1996) konnte in Feldversuchen bestätigen, dass im Vergleich zu anderen Nicht-Leguminosen die Bodennitratgehalte nach Ackerbohnen deutlich höher sind. Nach der Ackerbohnernte (55 cm Reihenabstand) enthielt der Boden in 0 bis 90 cm Tiefe zwischen 44 und 93 kg/ha NO_3^- -N, während nach dem Anbau von Hafer oder Sommergerste lediglich 16 bis 26,5 kg N/ha als Nitrat vorlagen. Diese hohen Nitratgehalte können durch eine folgende Wintergetreidefrucht meist nur unzureichend genutzt werden, sodass sie verstärkt der Gefahr der Auswaschung durch Herbst- und Winterniederschläge unterliegen.

Die tatsächlichen Stickstoffverluste durch Verlagerung in tiefer Bodenschicht/ Grundwasser sind jedoch nur schwer vorherzusagen, da sie im Wesentlichen von zwei Faktoren abhängen. Zum einen verändert die Bodenart die Verlagerungsgeschwindigkeit. Böden mit hohen Ton- und Schluffanteilen besitzen aufgrund ihrer hohen Feldkapazität ein besseres

Wasserhaltevermögen als sandige Böden, sodass die Verlagerungsgeschwindigkeit für Nitrat gering ist. Zum anderen spielt die auftretende Sickerwassermenge der Bodenart und damit die Niederschlagsmenge eine entscheidende Rolle. Durch 60 mm Niederschlag kann Nitrat in Lösslehm ca. 30 cm, in sandigem Lehm ca. 40 cm und in Sandböden ca. 60 cm verlagert werden.

Die auftretende Verlagerung des Stickstoffs muss aber nicht zwangsläufig zu einer Belastung des Grundwassers führen. Auf Standorten mit einem Grundwasserflurabstand von unter 2 m kann in Trockenperioden während des Sommers durch kapillaren Wasserrücktransport der Nitratverlust vermindert werden. Dies wird besonders dann verstärkt, wenn dem Boden aufgrund von Pflanzenbewuchs und einer tiefen Durchwurzelung viel Wasser entzogen wird. Zudem wird Nitrat in den wassergesättigten Bodenschichten zu N_2 reduziert und nicht weiter verlagert. Erst durch langfristige Nitratreinträge verringert sich die Denitrifikationsfähigkeit des Bodens, sodass Nitrat ins Grundwasser gelangen kann (LÜTKE ENTRUP u. OEMICHEN, 2006).

5.6.2. Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratverluste

Es wurde versucht das Problem der Restnitratmengen nach Ackerbohnen durch verschiedene ackerbauliche Maßnahmen zu reduzieren, um dadurch das Verlustpotenzial zu minimieren. Sie werden im Folgenden erläutert.

Durch das schlecht ausgebildete Wurzelsystem der Ackerbohne erfolgte die Aufnahme des Stickstoffs nur in unmittelbarer Nähe. Bei weiten **Saatreihenabständen** von 55 cm entsteht eine inhomogene Wurzeldichte, die zu einer Anhäufung von Nitratstickstoff zwischen den Reihen führt. Eine Halbierung der Reihenweite auf 27,5 cm hat eine gleichmäßigere horizontale Verteilung der Pflanzenwurzeln zur Folge. Dadurch kann die zurückbleibende Boden-nitratmenge zu Vegetationsende (Ende November) um ca. 15% bis 20% reduziert werden. Zudem scheint bei engem Reihenabstand nach der Ernte die Nitratmenge im Boden nicht so stark anzusteigen wie bei großer Reihenweite. Weiterhin führen geringere Reihenabstände zu tendenziell höheren Ackerbohnerträgen. Diese lassen sich bei gleichbleibender Aussaatstärke auf eine homogenere Standraumverteilung und einer geringeren Verunkrautung, aufgrund einer intensiveren Beschattung, zurückführen (JUSTUS, 1996).

Der Anbau von Ackerbohnen im **Gemenge** mit Hafer oder Sommergerste kann die verbleibenden Nitratmengen nach der Ernte ebenfalls reduzieren. JUSTUS (1996) stellte fest, dass durch den Gemengeanbau die Restnitratgehalte des Bodens zu Vegetationsende (November) um durchschnittlich 48% geringer waren als im Reinsaatverfahren. Dabei war das Ackerbohnen/Hafer-Gemenge um ca. 23% effizienter in der Nitratreduktion als das Gersten-Gemenge. Ursache dafür scheint nicht nur die Stickstoffaufnahme des Getreides aus tieferen Bodenschichten zu sein. Das weite C/N-Verhältnis des Getreidestrohs führte

nach der Ernte zu einer vorübergehenden Immobilisierung des mineralischen Bodenstickstoffs und verzögert damit die Nitratfreisetzung im Herbst.

Der Gemengeanbau mit Hafer und Sommergerste verursacht jedoch eine interspezifische Konkurrenz um Wachstumsfaktoren, die den Kornertrag der Ackerbohne beeinflussen. Im Vergleich zu einer Ackerbohnenreinsaat können die AB-Kornerträge im Gemenge mit Hafer um durchschnittlich 61,4% und im Gemenge mit Sommergerste um 43,5% geringer ausfallen. Zudem wird die symbiotische N-Fixierungsleistung der Ackerbohne im Gemengeanbau beeinträchtigt. In der Gegenüberstellung zur Reinsaat erreicht die Ackerbohne im Gemenge mit Hafer lediglich 30% der Fixierungsleistung. AB in S-Gersten-Gemengen fixieren dagegen nur 49% weniger Stickstoff (JUSTUS, 1996).

Weitaus effizienter in der Verringerung der Restnitratmengen ist der Ackerbohnenanbau mit **Untersaaten**. Als besonders geeignet stellten sich Brassicaceen wie Ölrettich und Senf heraus. Sie sind in der Lage durch das Pflanzenwachstum nach der AB-Ernte, die Restnitratgehalte bis zum Vegetationsende gegenüber der AB-Reinsaat um durchschnittlich 75% (=56,8 kg N/ha) (max. 90% = 83 kg N/ha) zu verringern. Untersaaten mit Welschem Weidelgras weisen durchschnittlich 52% weniger Nitrat auf. Entscheidend für den Erfolg dieses Verfahrens ist der richtige Saatzeitpunkt der Untersaaten. Weidelgrasuntersaaten sollten in auflaufende Ackerbohnenbestände eingesät werden, um durch die lange Vegetationszeit einen guten Trockenmasseaufwuchs zu erzeugen und Bodennitrat zu binden. Diese frühen Saattermine scheiden für Brassicaceen aus, da das Risiko der Überwucherung besteht. Ölrettich kann in bereits etablierte Ackerbohnenbestände (ca. 30cm Wuchshöhe) in Verbindung mit der letzten mechanischen Unkrautbekämpfung eingesät werden. Durch die gute Toleranz gegenüber Trockenheit und Beschattung kann sich die Untersaat gut entwickeln und eine effiziente N-Senke bilden. Die Untersaat mit Senf sollte noch später (Blüte der Ackerbohne) erfolgen, um Schäden durch Trockenheit und Beschattung an den Untersaatbeständen zu verhindern (JUSTUS, 1996).

Im Gegensatz zum Gemengeanbau hat die Etablierung von Untersaaten keinen signifikanten Einfluss auf den Kornertrag und der symbiotischen N-Fixierung der Ackerbohne. Auch zu vermutende Ernteerschwernisse durch die Untersaat lassen sich nach JUSTUS (1996) nicht feststellen.

Neben Untersaaten besteht auch die Möglichkeit, durch Stoppelsaaten nach der Ackerbohnenenernte die Restnitratgehalte des Bodens bis zum Vegetationsende zu reduzieren. Aufgrund der kürzeren Vegetationszeit eignet sich Welsches Weidelgras nicht. Es kann in dieser Zeit die Restnitratgehalte nur um maximal 22,6% (20,7 kg N/ha) gegenüber der Kontrolle ohne Stoppelsaat verringern. Wesentlich besser geeignet sind, aufgrund ihrer Spätsaatverträglichkeit, Senf und Ölrettich. Sie sind in der Lage die Nitratgehalte bis zum Vegetations-

ende um durchschnittlich 44,9% (26,4 bis 80,3 kg N/ha) zu mindern. Damit liegen die Stoppelsaaten in ihrer N-Bindungs-Effizienz hinter den Untersaaten. Eine Beeinflussung der Ackerbohne durch die Stoppelsaat lässt sich, durch die Aussaat der Stoppelsaat nach der Ackerbohnernte, naturgemäß ausschließen (JUSTUS, 1996).

5.6.3. Beurteilung der Ackerbohne aus Sicht der Düngeverordnung

Aus ökologischer Sicht ist es notwendig die N-Frachten ins Grundwasser zu minimieren, um damit die Qualität des Trinkwassers nicht zu gefährden. Wird diese Problematik jedoch aus rechtlicher Sicht betrachtet, stellt sich ein anderes Bild dar.

Für den Betriebsleiter stellt die „Düngeverordnung“ die rechtliche Grundlage für die Beurteilung der betrieblichen Nährstoffströme dar. Sie regelt unter anderem den Nährstoffvergleich. Der Betriebsleiter hat nach § 5 jährlich einen betrieblichen Nährstoffvergleich für Stickstoff und Phosphor als Flächenbilanz zu erstellen, der anschließend für mehrere Jahre zusammengefasst wird. Dabei dürfen im Durchschnitt von drei Düngejahren folgende Nährstoffüberschüsse für Stickstoff nicht überschritten werden:

- 90 kg N/ha und Jahr in den 2006, 2007, 2008 begonnenen Düngejahren
- 80 kg N/ha und Jahr in den 2007, 2008, 2009 begonnenen Düngejahren
- 70 kg N/ha und Jahr in den 2008, 2009, 2010 begonnenen Düngejahren
- 60 kg N/ha und Jahr in den 2009, 2010, 2011 und später begonnenen Düngejahren.

Zur Berechnung der Nährstoffüberschüsse werden die N-Abfuhr von der Fläche in Form des abgefahrenen Erntegutes und die N-Zufuhr auf die Fläche bilanziert. Zu dieser N-Lieferung zählt, neben organischen und mineralischen Düngern, auch die N-Bindung durch Leguminosen. Die Ackerbohne ist gesondert mit ihrer anrechenbaren N-Abfuhr und N-Zufuhr ausgewiesen. Für die Abfuhr des Korns sind nach Düngeverordnung 4,10 kg N/dt Frischmasse (86% TS in der FM) anzurechnen. Die voraussichtliche N-Lieferung aus den Ernterückständen wird hier mit 30 kg N/ha angegeben (DüVo, 2007).

Wird anhand dieser Datengrundlage ein Nährstoffvergleich ausschließlich für den Ackerbohnenanbau durchgeführt, d.h. ohne Berücksichtigung der Ab- und Zufuhr von Stickstoff durch andere Früchte, werden bei einem Kornertrag von 50 dt/ha etwa 205 kg N/ha abgeführt und durch die Stickstoffbindung 30 kg N/ha zugeführt. Die N-Bilanz der Ackerbohne zeigt also ein deutlich negativer Saldo von -175 kg N/ha. Eine Überschreitung der Grenzwerte des Nährstoffvergleichs ist also durch die Aufnahme der Ackerbohne in die Fruchtfolge gemäß Düngeverordnung nicht zu erwarten.

6. Substitution der Ackerbohne durch Hafer

Hafer (*Avena sativa*) hat in Deutschland eine lange Anbautradition. Die Anbaufläche nimmt jedoch stetig ab. Nachdem im Jahr 2000 noch eine Fläche von ca. 400.000 ha mit Hafer bestellt wurde, kam es in diesem Jahr zu einer Aussaat von 163.000 ha. Auch im eher kühlfeuchtem Norden, der im Vergleich zum Süden Deutschlands besser für den Haferanbau geeignet ist, kam es zu einem Rückgang von nahezu 27 %. Gute Saatbedingung im letzten Herbst, sowie geringe Auswinterung, aber auch schlechte Vermarktungskonditionen sind Gründe für den Rückgang. (STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND, 2009; OBENAUF, 2009; LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN, 2000)

Dabei empfiehlt sich der Hafer nach LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000) aufgrund seiner Vorfruchtwirkung gegenüber dem Weizen zur Auflockerung von Fruchtfolgen. Grund ist seine Toleranz gegenüber Wurzel- und Halmbasiskrankheiten. Durch Wurzelausscheidungen (Cumarin, Skopoletin) wird dabei vor allem die Entwicklung von Schwarzbeinigkeit gehemmt. Hafer als Sommergetreide trägt jedoch stärker als Wintergetreide zur Vermehrung von Nematoden (Heterodera-Arten) bei. Eine Anbaupause von 5-6 Jahren gilt somit als angebracht.

Um den Hafer direkt mit der Ackerbohne vergleichen zu können, wird er in die gleiche Abfolge gestellt. In der daraus resultierenden Fruchtfolge WR-WW-H-WW-WG tritt er somit als Substitut der Ackerbohne auf und kann sowohl als zeitweiser Ersatz, als auch dauerhaft in die Fruchtfolge eingegliedert werden, ohne den restlichen Ablauf der Fruchtfolge zu verändern. Für die Weizenglieder werden gleichbleibende Erträge angenommen, da es zwar zu Unterschieden in der Vorfruchtwirkung kommen kann, sie bei steigender Bodengüte und aufgrund der ähnlichen Wirkung des Rapses jedoch weniger ausgeprägt in Erscheinung treten.

Der Ertrag des Hafers wird ihm langjährigen Mittel mit 60 dt/ha angenommen. Zwar sind nach OBENAUF (2009) auf vergleichbarem Boden auch 75 dt/ha möglich, Ertragseinbrüche auf bis zu 53,3 dt/ha zeigen jedoch, dass langfristig nicht von einem hohen Ertrag auszugehen ist.

6.1. Qualität und Absatz

Für die Verwertung von Hafer stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen findet er als Schälhafer in der Lebensmittelproduktion Anwendung. Hier ist aufgrund der Lage und Produktionskapazität vor allem die Peter Kölln KGaA in Elmshorn als Abnehmer zu nennen. Zum anderen kann Hafer besonders in der Pferdehaltung als Futtermittel eingesetzt werden.

Nach MEHRENS (2009) kann in Deutschland angebauter Hafer den Qualitätsanforderungen der Nahrungsmittelproduktion nicht gerecht werden. Einzuhaltende Grenzen von Qualität sind beispielsweise in der Tabelle beschrieben.

Tabelle 11: Qualitätsanforderungen für Schälhafer

Hektolitermasse:	mind. 54 kg
Spelzengehalt:	unter 26 %
TKM:	mind. 30 g
TKeM:	mind. 24 g
Sortierung über 2,0 mm:	mind. 99 %
Fettgehalt:	mind. 6 %
Proteingehalt:	mind. 15 %
Kornfeuchte:	max. 15 %
Fremdbesatz:	max. 3 % max. 0,5 % Roggen

¹⁾TKeM = Tausendkornmasse ohne Spelzen
(LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN, 2000)

Um die Kölln-Flocken-Werke als Abnehmer zu sichern, ist jedoch zusätzlich zu einer Hektolitermasse von mindestens 58 g eine helle Kornfarbe zu erzielen. Als mögliche Sorte bietet sich nach MEHRENS (2009) den hohen Qualitätsanforderungen entsprechend „Ivory“ an.

Der hohe Spelzenanteil des Hafers begünstigt nach einer nassen Ernte in Verbindung mit einer unzulänglichen Trocknung sowie Lagerung die Vermehrung von Aflatoxin bildenden Schadpilzen. Diese setzen die Qualität in erheblichem Maße herab und können somit die Vermarktung gefährden.

6.2. Produktionstechnische Aspekte

Hafer verträgt sowohl eine wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug als auch eine pfluglose Variante. Ziel ist es dabei, möglichst im Herbst einen Arbeitsgang zur tieferen Lockerung durchzuführen, um im Frühjahr mit einem Bodenbearbeitungsgang auszukommen. Dieser darf nicht tiefer erfolgen als die anschließende Aussaat, damit das Saatgut Anschluss an das Kapillarwasser hält. Je tiefer die Ablage ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit den hohen Wasserbedarf der Keimung aufgrund des hohen Spelzenanteils (Zwischenräume) sicherzustellen. Da wiederum die Haferpflanzen bei einer zu tiefen Ablage an Vitalität, also Bestockungsneigung und Rispenanlage, leiden können, ist eine Tiefe von 2-3 cm als optimal einzustufen. Die Saatzeit ergibt sich aus den Witterungsbedingungen. Hafer reagiert zwar auf Nässe weniger empfindlich, dennoch zeigen Erfahrungen aus der Praxis, dass ein trockenes Saatbett gute Erträge sichern kann. Dabei sind vor allem niedrige Temperaturen von Bedeutung für die Keimung und die spätere Organdifferenzierung. Die Aussaat kann somit möglichst früh im März angestrebt werden, da auch das angekeimte Haferkorn wenig emp-

findlich gegen Frostgrade ist. Die Aussaatstärke nimmt mit jedem späteren Tag der Aussaat zu und liegt zwischen 250 und 400 Körnern/m².

Die Stickstoffdüngung erfolgt zur Saat und zum Schossen in zwei Gaben und richtet sich nach dem Ertrag sowie dem Vorrat an N_{\min} und N_{mob} , der in der Vegetationsperiode des Hafers bis zu 90 kgN/ha groß sein kann. Aufgrund von Ineffizienzen bei der Verwertung des Stickstoffs im Boden, sollten bei einer Ertragserwartung von 60-75 dt/ha ca. 120 kgN/ha fallen.

Die Unkrautbekämpfung kann sich vorwiegend auf die Ausschaltung von Frühkeimern beschränken, da Hafer eine sehr gute Konkurrenz gegen Unkräuter hat. Im Sinne einer Phytosanierung ist jedoch eine Totalherbizidmaßnahme im Herbst vorweg zu schalten. Das hat den Vorteil, dass Ackerfuchsschwanz und andere Unkräuter sowie -gräser sicher erfasst werden können, und somit Resistenzen vorgebeugt werden kann. Auflaufende Unkräuter werden demnach im NAF behandelt. RENTSCHEL und REICHARDT (2009) empfehlen hier eine Behandlung mit Basagran DP (2 l/ha). Um Ertragsminderungen durch Lager vorzubeugen, wird zum Spitzen des Fahnenblattes der Hafer mit 2 l/ha CCC eingekürzt. In der Regel soll nach OBENAUF (2009) keine Fungizidmaßnahme nötig sein. Nach LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000) ist jedoch vor allem in feuchteren Lagen auf Mehltau Haferkronenrost zu achten. In der Kostenaufstellung des Pflanzenschutzes wird daher von einer Fungizidmaßnahme ausgegangen.

Die Festlegung eines optimalen Erntetermins wird durch eine unterschiedliche Abreife der Körner erschwert. Um jedoch die Anforderung von Qualitätshafer gerecht zu werden, muss der Mähdrusch möglichst frühzeitig, bei noch höheren Kornfeuchten, erfolgen. Die Trocknung ist somit oftmals unumgänglich. Der daher nötige Trocknungsgang erfordert jedoch niedrigere Temperaturen als eine herkömmliche Trocknung, um Verfärbungen zu vermeiden.

6.3. Vergleich zur Ackerbohne

Der Vorteil des Hafers liegt, wie bei der Ackerbohne, in der relativ leichten Eingliederung in die Fruchtfolge. So ist die herkömmliche Produktionstechnik nutzbar und entlastet diese als Sommerung vor allem Herbst bei der Bestellung der restlichen Fruchtfolgeglieder. Indem im Herbst eine Totalherbizidbehandlung und eine Bodenbearbeitung erfolgen, wird der Pflanzenschutz unterstützt. So kann Wirkstoffresistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln vorgebeugt werden. Während die Ackerbohne durch Stickstoff einen guten Vorfruchtwert leistet, unterstützt der Hafer die Bekämpfung von bodenbürtigen Krankheiten. Der Haferanbau birgt somit keine Risiken der verstärkten Auswaschung von Nitrat.

Von Nachteil ist jedoch die spätere Aussaat des Hafers zu nennen, die arbeitswirtschaftlich in Konkurrenz zu der Düngung, und bei einem sehr späten Aussaattermin auch zum Pflanzenschutz, steht.

Während die Ackerbohne den Erntezeitraum vergrößert, wirkt der Hafer einer Entspannung entgegen. Grund sind die Ansprüche des Qualitätshafers, die einen frühen Erntetermin fordern, sodass der Hafer etwa zeitgleich mit dem Weizen geerntet werden muss. Ist in diesem Zeitraum aufgrund schlechter Witterung eine Trocknung des geernteten Getreides notwendig, trägt der Hafer zusätzlich zu Trocknungsengpässen bei.

OBENAUF (2009) gibt zusätzlich zu bedenken, dass eine Behandlung mit dem Wachstumsregler CCC mit den Abnehmern für die Ernährungsindustrie zu besprechen sei, um Lieferverboten vorzubeugen. Zusammen mit den Risiken der Qualitätssicherung besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der Hafer nur als Futterhafer abgesetzt werden kann, was zusätzlich ein Preisrisiko birgt.

Eine weitere Betrachtung des Hafers findet daher einerseits unter dem Aspekt der Substitution der Ackerbohne und andererseits als erweiterndes Glied einer möglichen pfluglosen Variante der Fruchtfolgeumstellung in der Sensitivitätsanalyse statt.

7. Auswirkungen der Fruchtfolgeumstellung auf WR-WW-AB-WW-WG

Nach der Vorstellung des Betriebes und der allgemeinen Beschreibung des ausgewählten neuen Fruchtfolgeglieders (Ackerbohne), wird im folgenden Teil die Eingliederung der Ackerbohne unter Berücksichtigung der kulturspezifischen und betriebsindividuellen Aspekte dargestellt und ihre Auswirkungen auf die Produktion des Modellbetriebes erläutert.

7.1. Auswahl einer geeigneten Fruchtfolge

Das Ziel bei der Auswahl einer geeigneten Fruchtfolge muss es sein, die positiven Wirkungen der Ackerbohne weitestgehend durch die nachfolgende Kultur auszuschöpfen, um so einen monetären Nutzen in Form des Vorfruchtwertes zu erzielen.

Winterweizen zählt zu den ertragsreichsten Marktfrüchten und spielt in den meisten Fruchtfolgen eine große Rolle. Auch auf den Gütern der Modellbetrieb nimmt Winterweizen mehr als ein Drittel der Fruchtfolge in Anspruch und sein Anbau soll auch weiterhin im Vordergrund stehen. Die vorherigen Betrachtungen haben gezeigt, dass sich die Ackerbohne durch verschiedene Eigenschaften wie Bodengare und Brechung der Infektionskette von bodenbürtigen Getreidekrankheiten ertragsstabilisierend auf den darauf folgenden Winterweizen auswirken kann.

Andererseits muss aus betrieblicher Sicht berücksichtigt werden, dass durch die weitestgehend optimierte Produktionstechnik Modellbetrieb die bisherige Fruchtfolge Raps-Weizen-Gerste sehr konkurrenzkräftig ist und damit eine Ablösung eines Fruchtfolgegliedes durch die Ackerbohne nicht diskutabel ist. Zudem wäre das Ziel eine möglichst vielfältige Fruchtfolge zu gestalten damit nicht erreicht.

Der Fachbereich Agrarwirtschaft der FH Kiel macht auf den eigenen Versuchsfeldern seit mehreren Jahren gute Erfahrungen mit der fünfgliedrigen Fruchtfolge Winterraps (WR)- Winterweizen(WW)- Ackerbohne (AB)- Winterweizen (WW)- Wintergerste (WG). Sie besteht einerseits aus den Marktfrüchten, die bereits vom Modellbetrieb angebaut werden, andererseits wird als abtragende Frucht nach der Ackerbohne Winterweizen angebaut, der auch in der gesamten Fruchtfolge mit 40% stark vertreten ist. Damit bietet diese Fruchtfolge die besten Grundvoraussetzungen für die Bohneneingliederung in den bestehenden Ackerbau des Modellbetriebes. Wird davon ausgegangen, dass die gesamte Ackerfläche von 1.178 ha auf diese Fruchtfolge umgestellt wird, sind Ackerbohne, Wintergerste und Winterraps mit ca. 235 ha vertreten, Winterweizen nimmt eine Fläche von ca. 470 ha in Anspruch.

7.2. Bodenbearbeitung und Bestellung

Die Bodenbearbeitung vor der Ackerbohnenaussaat sollte nach Absprache mit dem Betrieb wie folgt ablaufen: Nach der Ernte der Vorfrucht (Weizen) erfolgt ein Stoppelsturz mit der Scheibenegge. Nach Auflauf des Ausfallgetreides und der im Herbst keimenden Ungräser und Unkräuter wird ein Totalherbizid (Glyphosat) appliziert. Anschließend wird der Boden auf 15 cm Tiefe gelockert (Grubber). Vor der Aussaat im Frühjahr **kann**, wenn starker Unkrautdruck herrscht, eine erneute Totalherbizidspritzung erfolgen. Das Saatbett wird mit der Kreiselegge aufgelockert. Gleichzeitig erfolgt die Aussaat der Bohne.

Mit der vorhandenen Drilltechnik (Rauch Venta), die mit Rollscharen ausgerüstet ist, erfolgt die Bestellung im normalen Getreidereihenabstand. Eine Ablagetiefe von 6 bis 8 cm sollte angestrebt werden. Ob dies zu realisieren ist, können jedoch nur praktische Versuche und Erfahrungen auf dem Betrieb zeigen. Die geforderte Mindestdtiefe von 4 bis 5 cm sollte aber problemlos zu erreichen sein.

Bezug nehmend auf die Qualitätsanforderungen (Kapitel 7.7.) des geplanten Handelspartners (im Weiteren: "Landhandel"), wird die Ackerbohnen sorte TANGENTA gewählt. Auch wenn ihr Anbau aufgrund der geringen Versuchsjahre nur versuchsweise empfohlen wird (siehe Tabelle 6), erfüllt sie mit ihren hohen Rohproteingehalten und aufgrund der Tanninfreiheit als einzige der in den LSV getesteten Sorten die geforderten Qualitäten. Abweichend von den Sortenempfehlungen wird die Ackerbohne in diesem Fall mit einer höheren Aussaatstärke von 40 keimfähigen Samen je m² ausgesät. Die Beobachtungen auf

dem Versuchsfeld der Fachhochschule zeigen, dass die empfohlene Saatstärke von 35 keimf. Samen je m² noch Spielraum nach oben lässt. Für den Praxisbetrieb bedeutet dies einerseits einen Mehraufwand, andererseits trägt die höhere Saatstärke aber zur Absicherung oder unter günstigen Bedingungen zur Steigerung des veranschlagten Ertragsniveaus von 50 dt/ha bei.

In Absprache mit einem Saatzuchtunternehmen (Saaten-Union) wird sowohl für die Erstaussaat als auch für die folgenden Anbaujahre zertifiziertes Saatgut zugekauft. Die Möglichkeit das eigene Erntegut als Saatgut zu verwenden, um Saatgutkosten einzusparen, wird aus folgenden Gründen nicht wahrgenommen: Nach WEGERT (2009) wird bei Z-Saatgut die Keimfähigkeit untersucht und garantiert. Der Befall mit Bohnenkäfern, der die Keimfähigkeit des Saatgutes mindert, ist ausgeschlossen, da befallene Vermehrungsbestände nicht zertifiziert werden. Durch den Erwerb der Nachbaugenehmigung (ca. 8 €/dt) entstehen weitere Kosten des Nachbaus. In Verbindung mit einer nicht gesicherten Keimfähigkeit ist der Nachbau mit eigenem Saatgut keine praktikable Alternative für den Betrieb.

Wie in der Betriebsbeschreibung deutlich wird, spielt die wendende Bodenbearbeitung beim Modellbetrieb eine wichtige Rolle. Lediglich nach Raps wird pfluglos bestellt. Durch die Etablierung der neuen Fruchtfolge kann die pfluglose Bestellung weiter ausgedehnt werden. Sowohl Weizen nach Raps, als auch Weizen nach Ackerbohnen sowie die Ackerbohnen selbst können pfluglos bestellt werden. Dies hat einen positiven Einfluss auf die Bestellungskosten und die Strohrotte. Zudem wird der Samenvorrat von Unkräutern und Ungräsern im Boden nicht weiter gefördert und kann sogar abgebaut werden, da durch die unterbleibende wendende Bodenbearbeitung keine verstärkte Einmischung von Samen erfolgt. Langfristig kann so einer potenziellen Ungras-/ Unkrautproblematik entgegen gewirkt werden. Die Bodenbearbeitung zu Gerste und Raps sollen wie bisher beibehalten werden.

7.3. Pflanzenschutz und Düngung

Neben der Bodenbearbeitung hat die Umstellung der Fruchtfolge auf WR-WW-AB-WW-WG auch Einfluss auf Maßnahmen des Pflanzenschutzes und der Düngung.

Die Pflanzenschutzmaßnahmen in der Ackerbohne können sehr einfach gehalten werden. Neben der erwähnten Unkraut- und Ungrasbekämpfung durch Glyphosat im Herbst soll eine erneute Herbizidbehandlung im Nachauflauf mit 1l /ha Basagran und 0,75 l/ha Agil erfolgen. Zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten wird zur Blüte 1 l/ha Folicur appliziert. Neben der Fungizidwirkung können durch diese Maßnahme physiologische Nebeneffekte (Greening) ausgelöst werden, die nachweislich zu Mehrerträgen von bis zu 10 dt/ha führen können (SAUERMAN, 2009b). Bei der Bekämpfung von Schädlingen wird in der Regel nur der Be-

fall der schwarzen Bohnenlaus bekämpfungswürdig sein. Der Einsatz der bereits erwähnten Insektizide ist dann die geeignete Maßnahme.

Auch wenn auf den Flächen des Modellbetriebes zurzeit keine flächendeckenden Probleme mit Ungräsern wie Ackerfuchsschwanz vorhanden sind, so sind doch punktuelle Bekämpfungsmaßnahmen erforderlich. Durch die Umstellung der Fruchtfolge kann der Betrieb eine weitere Ausbreitung verhindern. Die mechanische und chemische Bekämpfung der Ungräser und Unkräuter im Herbst und Frühjahr vor der Ackerbohnenaussaat sowie im Nachauflauf in Verbindung mit einer Ausweitung der pfluglosen Bestellung führen zu einer effizienteren Kontrolle der Begleitvegetation und wirken einer Erhöhung des Samenpotenzials im Boden entgegen. Gleichzeitig wird durch den Einsatz unterschiedlicher Wirkstoffgruppen das Risiko der Resistenzbildung bei Ungräsern wie Ackerfuchsschwanz reduziert. Die nachhaltige Wirkung spezieller Graminizidwirkstoffe bleibt so erhalten. Langfristig führt die Umstellung der Fruchtfolge durch die genannten Effekte zu einer stetigen Reduzierung des Unkraut- und Ungrasdrucks und damit auch zu einem verminderten Einsatz von Herbiziden und Graminiziden und somit auch zu Kosteneinsparungen, die aber zum jetzigen Zeitpunkt monetär nicht zu bewerten sind.

Auch im Bereich der bodenbürtigen Weizenschaderreger wird sich die Umstellung der Fruchtfolge für den Betrieb positiv bemerkbar machen. Zurzeit wird, wenn auch nur im geringen Umfang, Stoppelweizen angebaut, der aufgrund seiner ungünstigen Fruchtfolgestellung durch Spezialbeizen gegen bodenbürtige Schaderreger wie Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) geschützt werden muss. Die wendende Bodenbearbeitung behindert zudem eine gute Rotte des Weizenstrohs. Da die Ernterückstände zu tief eingearbeitet werden, können Krankheitserreger überdauern und nach dem nächsten Pflugeinsatz wieder an die Oberfläche gelangen und junge Wirtspflanzen befallen. Durch die Etablierung der neuen Fruchtfolge wird der Stoppelweizen vollständig aus der Fruchtfolge entfernt. Die Eingliederung der Blattfrüchte Raps und Ackerbohne vor dem Winterweizen verhindern eine direkte Übertragung der bodenbürtigen Krankheitserreger. Zudem verbessert die vorwiegend pfluglose Bodenbearbeitung die Verrottung der Ernterückstände, sodass Krankheitserreger wie Schwarzbeinigkeit, DTR (*Drechslera tritici-repentis*), *Fusarium culmorum*, parasitärer Halmbruch (*Pseudocercospora*-Arten) oder *Rhizoctonia cerealis* (scharfer Augenfleck), die auf Ernterückständen überdauern, ihrer Lebensgrundlage beraubt werden. Für den Weizenanbau im Modellbetrieb bedeutet dies bessere Bedingungen für die Jugendentwicklung und damit eine bessere Ausgangslage für vitale Bestände und sichere Erträge. Inwieweit sich die Kosten des Fungizideinsatzes reduzieren, ist nicht klar. Fest steht, dass durch die Aufgabe des Stoppelweizenanbaus teure Spezialbeizen wie Jockey unnötig werden. Andere Fungizidmaßnahmen bekämpfen zum Großteil windbürtige Pilz-

krankheiten wie echter Mehltau oder *Septoria tritici*, die durch eine Veränderung der Fruchtfolge nicht beeinflusst werden.

Die Düngung der Grundnährstoffe Phosphor und Kalium soll durch die Umstellung der Fruchtfolge nur geringfügig beeinflusst werden. Derzeit werden diese Nährstoffe durch eine Herbsdüngung mit einem NPK-Dünger im Raps alle drei Jahre aufs Feld gebracht. Zusätzlich wird gelegentlich Patentkali gestreut. Das soll auch in Zukunft geschehen. Jedoch wird durch die Erweiterung der Fruchtfolge auf fünf Fruchtfolgeglieder eine weitere Grunddüngung notwendig. Es besteht die Möglichkeit, diese Maßnahme zu den Ackerbohnen durchzuführen. Besonders eine gute Kaliumversorgung wirkt sich positiv auf die Vitalität der Pflanzen aus, sodass sich der Einsatz von 40er Kali empfiehlt. Dieser besitzt zudem Schwefel und Magnesium, die ebenfalls förderlich für die Ackerbohne sind. Da der Boden eine gute Sorptionskapazität besitzt, kann die Düngung auch im Herbst ohne große Verluste erfolgen, wenn dies aus arbeitswirtschaftlicher Sicht nicht möglich ist, bietet sich die Kalidüngung im Frühjahr an.

Die Phosphordüngung zu Ackerbohnen gestaltet sich aus verschiedenen Gesichtspunkten schwierig. Phosphor-Einzeldünger sind teurer als stickstoffhaltige P-Dünger und bieten sich damit nicht an. NP-Dünger sollten in der Ackerbohne nicht eingesetzt werden, da damit eine zusätzliche N-Versorgung erfolgt, die aber aufgrund der symbiotischen N-Versorgung der Pflanze nicht benötigt oder aufgenommen wird. Auch der Aufschub des NP-Düngereinsatzes in den folgenden Herbst und damit in den Weizen ist nicht sinnvoll, da die Ackerbohne wie bereits erwähnt hohe mineralische N-Mengen im Boden hinterlässt. Durch eine zusätzliche N-Gabe im Herbst wird das Risiko der N-Verlagerung weiter erhöht und der eingebrachte Stickstoff wird nicht genutzt. Die sinnvollste Alternative ist der Einsatz des NP-Düngers zur Frühjahrsgabe im Weizen. In diesem Fall könnte der NP-Dünger einen Teil des üblichen Stickstoffdüngers verdrängen. Die Ausnutzung des Stickstoffs ist durch die folgende Vegetationszeit gesichert und die Rücklieferung des Phosphors ist gewährleistet.

Die erwähnten Dünger und Düngezeitpunkt sollen nur als Vorschläge verstanden werden. Welche Dünger zum Einsatz kommen, hängt im Wesentlichen von der Preisentwicklung für Nährstoff ab und ist damit immer situativ durch den Betriebsleiter zu entscheiden. Daher wird in der ökonomischen Betrachtung nicht auf bestimmte Dünger oder Zeitpunkte eingegangen, sondern lediglich die Düngerkosten auf Basis der Nährstoffentzüge und Reinnährstoffpreise errechnet.

Die N-Düngung soll sich in den meisten Kulturen nicht ändern. Lediglich im Weizen, der auf die Ackerbohnen folgt, soll eine um 80 kg N/ha reduzierte N-Düngung erfolgen. Grundlage dieser Annahme sind Erfahrungen auf dem Versuchsfeld der FH Kiel (KROPF, 2008). Diese

Annahme führt zu deutlichen Kostenvorteilen im Düngereinsatz für den AB-Weizen, die im ökonomischen Teil genauer dargestellt werden.

An den Intervallen und den Mengen der Kalkdüngung soll sich durch die Umstellung der Fruchtfolge nichts ändern, sodass dieser Bereich auch im Folgenden nicht weiter betrachtet wird.

Für die gesamtbetriebliche Düngestrategie hat die Umstellung der Fruchtfolge damit nur geringfügige Auswirkungen. Die größte Bedeutung hat die N-Einsparung im AB-Weizen. Lediglich die Strategie der zweiten Kalium- und Phosphordüngung in der Fruchtfolge muss je nach Preislager der Dünger individuell entschieden werden.

7.4. Arbeitseinsatz/ Arbeitsspitzen

Nach den bisherigen Ausführungen ergeben sich für die Bestellung und Bestandsführung der Ackerbohne folgende geplante Arbeitsgänge:

- 1x Scheibenegge
- 1x Grubber
- 1x Kreiselegge+Drillmaschine (Drillkombination)
- 3x Pflanzenschutzspritze

Unter Berücksichtigung des Zeitbedarfs für die verschiedenen Tätigkeiten liegt die Ackerbohne mit insgesamt 1,43 Schlepperstunden je ha (siehe Anhang) deutlich unter dem Arbeitszeitbedarf der anderen Kultur.

Die Umstellung der Fruchtfolge auf WR-WW-AB-WW-WG hat vor allem Auswirkungen auf die Arbeitsspitzen und Arbeitsverteilung über das Jahr. In der Erntesaison kann wie bereits erwähnt der Drusch der Ackerbohne sehr flexibel gestaltet werden. Für den Modellbetrieb bedeutet das, dass nach Regenphasen mit der Bohnenernte früher begonnen werden kann als mit der Weizenernte. Ist es möglich den Weizen trocken zu dreschen, kann der Drusch der Ackerbohne ohne Ertrags- oder Qualitätsverluste hinausgezögert werden. Dadurch bringt die Ackerbohne Entspannung in den Ernteablauf. Direkte Zeitersparnisse ergeben sich in der Herbstbestellung. Diese entstehen ausschließlich durch den Wegfall der Bestellung auf der geplanten Ackerbohlenfläche. Da die Stoppelbearbeitung, die Totalherbizidmaßnahme und die Bodenlockerung mit dem Grubber im Herbst erfolgen sollen, können dort im Vergleich zu den anderen Kulturen keine Zeitersparnisse erwartet werden. Der Grubbereinsatz kann jedoch sehr flexibel gestaltet werden, sodass für die Saatbettbereitung der Getreidefrüchte ein größeres Zeitfenster zur Verfügung steht.

Wird bei der Bestellung von einer betrieblichen Stundenleistung von 0,44 h/ha für die Aussaat ausgegangen, können bei 230 ha geplanter Ackerbohlenfläche ca. 100 Arbeitskraft-

stunden im Herbst eingespart und ins Frühjahr verschoben werden. Dies führt zu einer besseren Arbeitsverteilung über das Jahr, indem die Arbeitsspitze während der Herbstbestellung gebrochen wird und die Arbeit in eine Jahreszeit mit einer geringeren Arbeitsbelastung (Frühjahr) anfällt.

Weiterführend wird auch der Zeitaufwand für Frühjahrsarbeiten (N-Düngung und Pflanzenschutzmaßnahmen) durch den Anbau von 230 ha Ackerbohnen verändert. Im Weizen erfolgen drei Überfahrten für die Stickstoffdüngung, in Raps und Gerste wird zweimal gedüngt. Die Ackerbohne erhält hingegen keine N-Düngung. Wird davon ausgegangen, dass Fruchtfolge Raps-Weizen-Gerste ersetzt wird, können im Mittel 2,3 Überfahrten auf der Ackerbohnenfläche eingespart werden. Je Arbeitsgang benötigt die Düngung 0,11 h/ha. Insgesamt können daher ca. 58 Arbeitskraftstunden ($0,11\text{h/ha} \times 230\text{ ha} \times 2,3\text{ Überfahrten}$) eingespart werden. Im Pflanzenschutz ergibt sich ein ähnliches Bild. In der Ackerbohne sind im Frühjahr zwei Durchfahrten (1x Herbizid, 1x NA-Fungizid) notwendig. Für Weizen sind vier Überfahrten (ohne Stoppelweizen), für Gerste drei und für Raps ebenfalls drei Überfahrten im Frühjahr anzusetzen, um den gesamten Pflanzenschutz abzuwickeln. Ersetzt die Ackerbohne wiederum einen Teil Weizen, Gerste und Raps, werden auf der Anbaufläche der Bohne ca. 1,3 Überfahrten eingespart. Bei einem Zeitbedarf für den Pflanzenschutz von 0,09 h/ha ergibt sich bei 230 ha Bohnenfläche eine Gesamtzeiterparnis von rund 27 Stunden. Im Frühjahr können also durch den Ackerbohnenanbau etwa 85 Arbeitskraftstunden für Düngung und Pflanzenschutz eingespart werden.

7.5. Ernte

Die Ernte der Ackerbohne soll, wie auch in Kapitel 5.2.4 erläutert, bei 17% Feuchtigkeit geerntet werden, um den Bruchkornanteil gering zu halten. Nach RECKLEBEN (2009) können die vorhandenen Mähdrescher des Betriebes (JD S690(i) und NH CR9090) für die Ackerbohnenenernte eingesetzt werden. Für den Mähdrescher gilt wie bereits erwähnt: geringe Trommeldrehzahl (700 bis 900 U/min), weiter Dreschkorbabstand, Gebläse auf volle Leistung, Siebe vollständig geöffnet. Diese Einstellungen können jedoch nur als Richtwerte verstanden werden. Die Praxiserfahrung des Betriebes wird zeigen, mit welchen Einstellungen die besten Druschergebnisse erzielt werden. Es ist auch denkbar, dass die Mähdrescher sich in ihrer Druscheignung für die Ackerbohne unterscheiden. Diese Erkenntnisse kann nur die Praxis liefern.

7.6. Trocknung und Lagerung

Da die Ackerbohne mit 17% Kornfeuchte geerntet wird, muss sie auf 14% Feuchtigkeit herunter getrocknet werden, um eine gute Lagerstabilität zu erreichen. Da der Betrieb über eine

leistungsstarke Trocknungsanlage verfügt und die Lohntrocknung tendenziell teurer ist, bietet sich die innerbetriebliche Trocknung der Bohnen an.

Um ein gutes Trocknungsergebnis zu erzielen, muss das Erntegut ca. 24 Stunden vorgeschwitzt werden. Dadurch tritt das Wasser des Samens an die Oberfläche und die Bohnen können leichter und schneller getrocknet werden. Mit diesem Verfahren und bei einer Trocknungslufttemperatur von 100 bis 130°C bzw. bei einer Ablufttemperatur von 35 bis 40°C sollte ein Restfeuchtegehalt von 14% mit einem Trocknungsdurchlauf erreicht werden.

Anschließend kann die trockene Ware in den vorhandenen Lagersilos bis zur endgültigen Vermarktung gelagert werden. Sowohl beim Trocknungsvorgang als auch bei der Einlagerung sollten die Fallhöhen gering gehalten werden. Besonders die trockene Bohne büßt ihre Schalenflexibilität ein und neigt bei großen Fallhöhen zum Schalenplatzen (MARTEN, 2009). Die vorhandene Lagerkapazität von 8000 Tonnen lässt ausreichend Möglichkeiten für die Einlagerung der gesamten Ackerbohnernte, die sich rechnerisch bei einem Durchschnittsertrag von 50 dt/ha und einer Anbaufläche von 230 ha auf ca. 1150 Tonnen belaufen wird. Freie Lagerkapazitäten ergeben sich insbesondere durch die Verdrängung von Raps, Weizen und Gerste durch die Ackerbohne, wodurch Lagerraumengpässe nicht zu erwarten sind.

Die Befürchtungen des Betriebsleiters, dass durch die Trocknung und Einlagerung der Ackerbohnen, die Fördertechnik der Anlage verstärkt beansprucht und abgenutzt werden könnte, konnte in Gesprächen mit Fachleuten (Landhandel, Saaten-Union, NPZ) nicht bestätigt werden.

7.7. Vermarktung

Die Vermarktung der Ware soll möglichst erntenah erfolgen, um hohe Lagerkosten zu vermeiden. Als Abnehmer bietet sich der Landhandel an. Er betreibt Futtermittelwerke in verschiedenen Regionen Norddeutschlands, unter anderem in Rendsburg und Flensburg. In seinen Kraftfuttermischungen verwendet er auch Ackerbohnen, damit ist er ein zuverlässiger Abnehmer für das Erntegut. Der Transport zu den Futterwerken bzw. Zwischenlagern erfolgt durch den Landhandel. Durch die große (geplante) Liefermenge des Modellbetriebes können Preisvorteile erzielt werden, die sich in einer Halbierung der Transportkostenpauschale niederschlagen und damit zu einem höheren Auszahlungspreis ab Hof führen.

Der Erzeugerpreis der Ackerbohne richtet sich nach den Preisen für Futterweizen und Sojaextraktionsschrot. Nach Landhandel (2009) kann zur groben Orientierung der Ackerbohnenpreis nach folgender Formel berechnet werden: $(2 \times \text{Futterweizenpreis} + \text{Sojaextraktionsschrotpreis}) / 3$. Hinter dieser Formel steht das Substitutionsverhältnis der Ackerbohne zu Weizen und Sojaschrot.

Die Möglichkeit der internen Verwertung, die vermutlich zu einem besseren Erzeugerpreis führen würde, ergibt sich für den Modellbetrieb nicht, da es sich hier um einen reinen Ackerbaubetrieb handelt und der Aufbau eines Nutztierbestandes nicht geplant ist. Die Ackerbohnenvermarktung an die Kraftfuttermittelindustrie ist jedoch mit gewissen Abnahmebedingungen bezüglich der Qualität verbunden. Die gehandelte Ware muss in einem gesunden und handelsüblichen Zustand sein, d.h. es darf kein Befall mit Schadpilzen oder -insekten vorliegen. Weiterhin ist der maximale Wassergehalt der Ware auf 15 % begrenzt. Dieser Grenzwert sollte ebenso wie ein Besatzwert von max. 2% durch die betriebsinterne Trocknungsanlage eingehalten werden können. Weitere tief greifende Qualitätskriterien sind ein Mindestrohproteingehalt von 20% und die Maßgabe der Tanninarmut (JESS, 2009). Diese Vorgaben haben einen direkten Einfluss auf die Sortenwahl, da die Sorten (wie in Tabelle 6 ersichtlich) in tanninhaltige und tanninfreie Sorten unterschieden wird und zusätzlich die Rohproteingehalte sortenabhängig sind.

Um an dieser Stelle das Vermarktungsrisiko zu reduzieren, wird für die Aussaat auf den Flächen des Modellbetriebes die tanninfreie Sorte TANGENTA gewählt. In den Landessorterversuch 2008 der Landwirtschaftskammer S.-H. (Tabelle 12) überraschte sie auch unter trockenen Bedingungen mit sehr guten Kornerträgen und erreichte das Niveau der üblicherweise ertragsreicheren bunt blühenden (tanninhaltigen) Sorten (SAUERMANN, 2009c). Weiterhin handelt es sich hier um eine sehr standfeste Sorte, die zudem Rohproteingehalte von durchschnittlich 24,8 % im Versuchsjahr 2008 erzielte (SAUERMANN, 2008a). In ihrem Abreifeverhalten und ihrer Krankheitsanfälligkeit ist mit den bunt blühenden vergleichbar.

Tabelle 12: Kornerträge in den LSV Ackerbohnen 2008 im Anbaugebiet Marschen SH-NDS und Hügelland Schleswig-Holstein, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Mittel über Intensität I (ohne Folicur) und Intensität II (mit Folicur)					Mittel	Mittel	Mittel
es bedeuten: t = tanninfreie Sorte; () = nicht an allen Standorten geprüft; vorläufige Ergebnisse					2008	2007	2006
Jahr	Loit ³⁾	Ostenf. ²⁾	Ostenf. ²⁾	Futter ³⁾	2008	2007	2006
Orte		Pflug	Mulch	kamp	4	6	3
Boden/AZ		sL/55	sL/55	sL/60			
100 rel. = dt/ha	67,2	52,5	48,3	33,9	50,5	48,3	43,2
tanninhaltige Sorten							
Scirocco	92	104	103	99	100	93	109
Espresso	110	96	88	92	96	100	100
Fuego	110	98	109	92	102	112	110
Isabell	97	100	102	100	100	-	-
tanninfreie Sorten							
Tattoo	t 94	94	94	92	94	93	-
Tangenta	t 98	107	104	125	109	-	-
gemeisame Prüfung von							
2) FH Kiel, Fachbereich Landbau in Rendsburg: nach Pflugfurche bzw. pfluglos bestellt							
3) LK Schleswig-Holstein							

(SAUERMAN, 2008)

Im Kapitel der Sensitivitätsanalyse wird der Versuch unternommen den Mindestertrag der Ackerbohne zu ermitteln, bei dem keine wirtschaftliche Benachteiligung im Vergleich zur derzeitigen Ackerbaufruchtfolge entsteht.

7.8. Umgang mit der N-Nachlieferung in der Folgefrucht

Wie in Kapitel 5.6 bereits ausführlich erläutert wurde, verbleiben nach der Ackerbohnernte hohe Restnitratmengen von 25 bis 52 N/ha im Boden, die sofern sie nicht durch die folgende Kultur aufgenommen werden der Auswaschungsgefahr unterliegen. Es wurde auch gezeigt, dass durch pflanzenbauliche Maßnahmen wie Reduzierung des Reihenabstandes, Gemengeanbau, Untersaat oder Stoppelsaat die Nitratmengen im Boden deutlich reduziert werden können. Es stellt sich nun die Frage wie diese Problematik auf die Produktion des Modellbetriebes zu übertragen und dort zu beurteilen ist.

Fakt ist, dass auf dem Standort ebenfalls mit erhöhten Restnitratgehalten nach der AB-Ernte zu rechnen ist. Wie hoch genau diese sein werden, ist nicht abschätzbar. Daher soll zunächst ein relativ hoher Wert von 50 kg N/ha angenommen werden. Zwischen der Ernte der Ackerbohne und dem Vegetationsende kommt es jedoch zur weiteren Mineralisierung von Stickstoff im Boden, die hier mit 30 kg N/ha angesetzt werden. Das bedeutet, zum Ende der Vegetation befinden sich ca. 80 kg N/ha in Form des leicht verlagerbaren Nitrats im Boden.

Die geplante Folgefrucht Winterweizen ist lediglich in der Lage im Herbst zwischen 15 und 25 kg N/ha aufzunehmen, sodass ca. 60 kg N/ha im Boden verbleiben. Die langjährigen Niederschlagsmessungen (von 1961 bis 1990) der nahe gelegenen Wetterstation Osdorf geben folgende Niederschlagsmengen an: Oktober: 67 mm, November: 82 mm, Dezember: 70 mm, Januar: 63 mm, Februar: 41,2 und März: 48,2 mm (HEIL, 2006). Unter Berücksichtigung der vorherrschenden Bodenart „sandiger Lehm“ ist in dieser Sickerwasserperiode mit einer Nitratverlagerung um insgesamt ca. 200 cm zu rechnen. Wird angenommen, dass der

Grundwasserspiegel der bewirtschafteten Flächen zwischen 2 und 3 m liegt, ist eine teilweise Rückführung des verlagerten Stickstoffs während Trockenperioden durch den kapillaren Wasserrücktransport möglich. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass der Großteil des Stickstoffs unwiederbringlich für die Pflanzen verloren geht, wenn er nicht vorher durch ackerbauliche Maßnahmen gebunden wird. Fraglich ist nur, welche der in Kapitel 5.6.2 erläuterten Maßnahmen zur Reduzierung der Nitratverluste für den Betrieb geeignet sind.

Eine Maßnahme, die bereits aus pragmatischer Sicht bei der Aussaat der Ackerbohne berücksichtigt wurde, ist ein geringer Reihenabstand. Hier bewirkt die Aussaat im üblichen Getreidereihenabstand (ca. 12 cm) eine gleichmäßigere Standraumverteilung der Pflanzen, die zu einem geringeren Unkrautdruck durch eine bessere Beschattung und zu sicheren (höheren) Erträgen führt. Wie bereits erwähnt, führt ein enger Reihenabstand auch zu einer Reduzierung der Restnitratmengen. Wird davon ausgegangen, dass der geringe Reihenabstand die Restnitratmengen zum Vegetationsende um ca. 15 % verringern kann, bleiben im Boden ca. 51 kg N/ha zurück.

Maßnahmen wie der AB-Anbau im Gemenge oder eine Stoppelsaat mit Örettich bzw. Senf kommt für den Modellbetrieb aus folgenden Gründen nicht infrage: Der Gemengeanbau mit Hafer oder Sommergerste hat einen negativen Einfluss auf den AB-Ertrag und damit auf das monetäre Ergebnis. Zudem ist zu befürchten, dass es zu Druscherschwernissen kommt und die Vermarktungsfähigkeit der Ackerbohne aufgrund des erhöhten Besatzes mit Hafer oder Gerste leidet. Eine Stoppelsaat lässt sich nicht realisieren, da nach der Ackerbohne die Hauptfrucht Winterweizen folgen soll, um die guten Vorfruchteigenschaften der Ackerbohne auszunutzen. Eine Zwischenfrucht ermöglicht zwar die Stickstoffbindung, führt aber auch zu weiteren Kosten und erzielt keinen vermarktungsfähigen Ertrag auf der Fläche, sodass aus wirtschaftlicher Sicht die Stoppelsaat nicht attraktiv ist.

Der Ackerbohnen Anbau mit einer Untersaat ist ebenfalls kritisch zu sehen. Auch wenn in den aufgeführten Versuchen keine negativen Einflüsse auf den AB-Ertrag oder die Druschfähigkeit festgestellt werden konnte, so ist bei einem großflächigen Anbau das Risiko zu groß. Eine möglicherweise zu frühe Aussaat der Untersaat könnte zur Überwucherung der Ackerbohnenpflanzen führen und hätten erhebliche Ertragseinbußen zur Folge. Zudem wurde in der Versuchsanstellung die Aussaat der Untersaat mit der letzten mechanischen Unkrautbekämpfung durchgeführt. Diese Maßnahme erfolgt beim Modellbetrieb nicht, da keine Hackmaschinen vorhanden sind. Bei der Etablierung der Untersaat kann es ebenfalls durch den engen Reihenabstand zu Problemen kommen. Die starke Beschattung durch die Ackerbohne könnte eine gute Entwicklung der Untersaat verhindern und damit auch das Ziel der

Stickstoffbindung verfehlen. Aus diesen Gründen wird auch von einer flächendeckenden Ackerbohnenuntersaat für den Modellbetrieb abgesehen.

Somit verbleiben nach den hier getroffenen Annahmen 51 kg N/ha als Nitrat im Boden und stellen das theoretische N-Verlustpotenzial dar. Aus Sicht der Düngeverordnung, die die rechtliche Grundlage des Betriebs für die Nährstoffbilanzierung darstellt, hat dies jedoch keine negativen Konsequenzen, wie in Kapitel 5.6.3 erläutert wurde.

7.9. Ökonomische Beurteilung

Wie in dem Kapitel 3.4 „Betriebswirtschaftliche Situation“ erwähnt, liegen die bisher erwirtschafteten Deckungsbeiträge II der Fruchtfolge I bei 465 €/ha und der Fruchtfolge II bei 421 €/ha. Die Umstellung auf die Fruchtfolge III ergibt einen Deckungsbeitrag II von 464 €/ha. Sie liegt somit oberhalb der Hauptfruchtfolge der derzeitigen Produktion. In der folgenden Tabelle ist die Berechnung detailliert dargestellt.

Tabelle 13: Deckungsbeitragsrechnung der Fruchtfolge R-W-A-W-G

Frucht	WW	WR	WW	AB	WG	Fruchtfolge III
Vorfrucht	WR	WG	AB	WW	WW	R-W-A-W-G
Ertrag ¹⁾	98	42	98	50	91	
Preis (optierend, netto) ²⁾	14	30	14	17,73 ⁸⁾	10	
Marktleistung	1372	1260	1372	887	910	
Prämie ⁷⁾				56		
Gesamtleistung	1372	1260	1372	943	910	1171
Direktkosten						
Saatgut ¹⁾²⁾	53	55	61	160	53	
Düngemittel ²⁾³⁾	258	316	258	50	258	
PSM ¹⁾²⁾⁴⁾	122	178	122	96	107	
Var. Maschinenkosten ¹⁾⁵⁾	103	120	103	92	127	
Erntekosten ⁴⁾	75	75	75	75	75	
Versicherung ¹⁾	30	30	30	30	30	
Trocknung ¹⁾	22	22	22	22	22	
Zinsansatz UV (4 %) ⁵⁾	15	19	15	11	15	
Proport. Spezialkosten	677	814	685	537	687	680
Deckungsbeitrag I	695	446	687	406	223	491
Arbeitserledigungskosten	131	148	131	101	171	136
Deckungsbeitrag II	667	418	659	397	179	464

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009),

²⁾ HENTSCHEL und REICHARDT (2009),

- ³⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000), N.N. (2009a), BORCHARDT (2008),
⁴⁾ BERATER (2009),
⁵⁾ KTBL (2008),
⁶⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000)
⁷⁾ KÄUFLER (2008)
⁸⁾ JESS (2009)

Da die Ackerbohne laut SCHLÜTER (2009) zwar eine gute Vorfrucht, jedoch keinen steigenden Effekt auf die Ertragsbildung des folgenden Weizens zu scheinen hat, wird der Ertrag des Rapsweizens übernommen. Somit ergeben sich zeitgleich identische Düngungskosten der Entzugsdüngung. Aufgrund der späteren Ernte der Ackerbohne wird jedoch davon ausgegangen, dass die Aussaat des Weizens etwas später erfolgt als üblich, sodass die Saatstärke automatisch steigt. Das hat zur Folge, dass der DB II des Ackerbohnenweizens etwas niedriger als der DB II des Rapsweizens liegt.

Bei einem Ertrag von 50 dt/ha ist mit der Ackerbohne eine Marktleistung von 887 €/ha zu erzielen. Nach KÄUFLER (2008) wird eine Eiweißpflanzenprämie gezahlt, wenn die Produktion der Ackerbohne in Reinsaat stattfindet und die Ernte nach der Milchreife stattfindet. Die so zu erzielende Prämie in Höhe von 55,57 €/ha ist somit der Marktleistung der Ackerbohne hinzuzurechnen, sodass eine Gesamtleistung von 943 €/ha erwirtschaftet wird. Die niedrigen proportionalen Spezialkosten sind ein Ergebnis aus der pfluglosen Bestellung und den geringeren Überfahrten, der Gutschrift der Düngungskosten sowie der im Verhältnis niedrigen PSM-Kosten.

8. Sensitivitätsanalyse

Die vorangegangenen Kapitel gleichen einer statischen Betrachtung. Um Marktveränderungen wiedergeben und Entscheidungshilfen geben zu können, werden im folgenden Kapitel Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Bei der Wahl der Sensitivitäten wurde darauf Wert gelegt, dass den verfolgten Zielen zur Umstellung einer Fruchtfolge Folge geleistet wird. Die Fälle spiegeln somit den Punkt wieder, an dem die Umstellung der Fruchtfolge noch ökonomisch zu vertreten ist.

8.1. Veränderung des Stickstoffpreises (ceteris paribus)

Nach HENTSCHEL und REICHARDT (2009) haben die Stickstoffpreise in den vergangenen 24 Monaten eine starke Volatilität erfahren. So orderten Landwirte Teilmengen von Harnstoff (gekörnt) für 58 €/dt. Die durchschnittlichen Verkaufspreise für Harnstoff lagen im Herbst 2007 jedoch bei 42-52 €/dt, sodass in der folgenden Sensitivitätsanalyse von einem Stickstoffpreis von 1,02 €/kg (47 €/dt Harnstoff) ausgegangen wird.

Tabelle 14: Sensitivität bei Veränderung des Stickstoffpreises

Frucht	WW	WW	WR	WG	AB		Fruchtfolge II	Fruchtfolge III
Vorfrucht	WR	AB	WG	WW	WW		R-W-G	R-W-A-W-G
Ertrag	98	98	42	91	50			
Preis (optierend, netto)	14	14	30	10	17,73			
Marktleistung	1372	1372	1260	910	887			
Prämien					56			
Gesamtleistung	1372	1372	1260	910	943		1181	1171
Direktkosten								
Saatgut	53	61	55	53	160			
Düngemittel	329	329	402	333	22			
PSM	122	122	178	107	96			
Var. Maschinenkosten	103	103	120	127	92			
Erntekosten	75	75	75	75	75			
Versicherung	30	30	30	30	30			
Trocknung	22	22	22	22	22			
Vermarktung (CMA)	0	0	0	0	0			
Zinsansatz UV	17	17	24	17	9			
Proport. Spezialkosten	751	758	906	764	507		807	737
Deckungsbeitrag I	621	614	354	146	436		374	434
Arbeitserledigungskosten	131	131	148	171	101		150	136
Deckungsbeitrag II	593	586	327	102	427		341	407

Es wird deutlich, dass eine Erhöhung der Stickstoffpreise um 0,35 €/ kg N den DB II der Fruchtfolge II um 80 €/ha reduziert. Der DB II der R-W-A-W-G-Fruchtfolge reagiert aufgrund des geringeren mineralischen Stickstoffbedarfs nicht so stark. Er verringert sich lediglich um 57 €/ha im Vergleich zu den vorherigen Annahmen.

8.2. Veränderung des Ertrages der Ackerbohne (c. p.)

In dieser Analyse wird der Grenzertrag der Sorte TANGENTA bestimmt. Dies ist insbesondere deshalb sinnvoll, weil aufgrund des geringen Umfangs der Versuchsjahre der Anbau der Sorte mit einem gewissen Ertragsrisiko verbunden ist.

Tabelle 15: Mindestertrag Ackerbohne

Frucht	WW	WR	WW	AB	WG	Fruchtfolge II	Fruchtfolge III
Vorfrucht	WR	WG	AB	WW	WW	R-W-G	R-W-A-W-G
Ertrag	98	42	98	38	91		
Preis (optierend, netto)	14	30	14	17,73	10		
Marktleistung	1372	1260	1372	674	910		
Prämie				56			
Gesamtleistung	1372	1260	1372	730	910	1181	1129
Direktkosten							
Saatgut	53	55	61	160	53		
Düngemittel	258	316	258	38	258		
PSM	122	178	122	96	107		
Var. Maschinenkosten	103	120	103	92	127		
Erntekosten	75	75	75	75	75		
Versicherung	30	30	30	30	30		
Trocknung	22	22	22	22	22		
Zinsansatz UV (4 %)	15	19	15	10	15		
Proport. Spezialkosten	677	814	685	523	687	726	678
Deckungsbeitrag I	695	446	687	207	223	455	451
Arbeiterledigungskosten	131	148	131	100	171	150	136
Deckungsbeitrag II	667	418	659	199	179	421	424

(eigene Berechnungen)

Wie der Tabelle 15 zu entnehmen ist, kann die Ackerbohne ökonomisch gesehen ab einem Ertrag von 38 dt/ha den DB II der derzeitigen Standard-Fruchtfolge übertreffen.

8.3. Substitution der Ackerbohne (WR-WW-H-WW-WG)

Dem Anhang 5 ist zu entnehmen, dass bei einem optimalen Verlauf der Vermarktung der Hafer für 14 €/dt (15 €/dt ab Werk der Peter Kölln KGaA) vermarktet werden kann. Bei einem Ertrag von 60 dt/ha lässt sich somit trotz geringer proportionaler Spezial- und Arbeits-erledigungskosten ein im Vergleich geringerer DB II von 301 €/ha erzielen. Er liegt somit 97 €/ha unter dem DB II der Ackerbohne von 397 €/ha. Die folgende Tabelle zeigt die Umstellung der Fruchtfolge von der Ackerbohne zum Hafer.

Tabelle 16: Vergleich der DBs der Fruchtfolge III und der Fruchtfolge IV

Frucht	WW	WR	WW	AB	H	WG	Fruchtfolge III	Fruchtfolge IV
Vorfrucht	WR	WG	AB	WW	WW	WW	R-W-A-W-G	R-W-H-W-G
Ertrag	98	42	98	50	60	91		
Preis (optierend, netto)	14	30	14	17,73	14	10		
Marktleistung	1372	1260	1372	887	840	910		
Prämie				56				
Gesamtleistung	1372	1260	1372	943	840	910	1171	1151
Direktkosten								
Saatgut	53	55	61	160	58	53		
Düngemittel	258	316	258	50	155	258		
PSM	122	178	122	96	79	107		
Var. Maschinenkosten	103	120	103	92	100	127		
Erntekosten	75	75	75	75	75	75		
Versicherung	30	30	30	30	30	30		
Trocknung	22	22	22	22	22	22		
Zinsansatz UV (4 %)	15	19	15	11	8	15		
Proport. Spezialkosten	677	814	685	537	527	687	680	677
Deckungsbeitrag I	695	446	687	406	313	223	491	474
Arbeits erledigungskosten	131	148	131	101	113	171	136	139
Deckungsbeitrag II	667	418	659	397	301	179	464	446

Wird die Ackerbohne durch den Hafer ersetzt, so entsteht ein monetäres Defizit von 18 €/ha bei einem Ertrag des Hafers von 60 dt/ha. Soll der Hafer ökonomisch begründet die Ackerbohne ersetzen, so wäre, wie dem Anhang 6 zu entnehmen ist, ein Mindestertrag von 67 dt Qualitätshafer pro Hektar nötig.

8.4. Pfluglose Bodenbearbeitung (WR-WW-AB-WW-H-WG)

Wird der Hafer vor die Gerste gestellt, so ist eine pfluglose Bestellung jedes der einzelnen Fruchtfolgeglieder möglich. Zeitgleich wird der nach LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000) empfohlene Zeitraum von fünf Jahren Anbaupause des Hafers erreicht. Die ökonomischen Auswirkungen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 17: DB II einer pfluglosen Bestellung

Frucht	Fruchtfolge II	Fruchtfolge III	Fruchtfolge VI	Fruchtfolge VI
Vorfrucht	R-W-G	R-W-A-W-G	R-W-A-W-H-G	R-W-A-W-H-G
Ertrag in dt/ha (Hafer)			60	72
Gesamtleistung	1181	1171	1116	1140
Proport. Spezialkosten	727	680	652	652
Deckungsbeitrag I	454	491	464	487
Arbeiterledigungskosten	150	136	126	126
Deckungsbeitrag II	421	464	443	466

Die Berechnung zeigt, dass bei den angenommenen Erträgen der DB II der Fruchtfolge IV der bisherigen Fruchtfolge II „R-W-G“ überlegen ist. Um allerdings die bevorzugt betrachtete Fruchtfolge III „R-W-A-W-G“ ökonomisch ablösen zu können, ist ein langfristiger Mehrertrag des Hafers von 20 % auf 72 dt/ha nötig (die vollständigen Tabellen sind dem Anhang 6 zu entnehmen).

9. Diskussion

Im Folgenden wird erörtert, ob die Ziele der Arbeit erreicht wurden. Zudem werden weitere Diskussionspunkte, die nicht explizit durch die Zielsetzung abgedeckt wurden, betrachtet.

9.1. Erreichung der Nebenziele

Die Zielsetzung des Projektes war die Fruchtfolge des Modellbetriebes umzustellen, dabei sollten bestimmte Bedingungen, die wiederum mit Nebenzielen verbunden waren, berücksichtigt werden. Im Folgenden soll über den Erreichungsgrad dieser Ziele diskutiert werden.

9.1.1. Produktionstechnischen Ziele

Die Umstellung der Fruchtfolge auf R-W-A-W-G ermöglicht weiterhin die Nutzung und Auslastung der vorhandenen Maschinen, auch die Anschaffung von Spezialmaschinen ist nicht notwendig. Sowohl die Ackerbohne als auch der darauf folgende Weizen können pfluglos bestellt werden. Die Stickstoff fixierenden Eigenschaften der Ackerbohne ermöglichen die Einsparung von 80 kg N/ha. Die produktionstechnischen Ziele sind damit erreicht.

9.1.2. Arbeitswirtschaftlichen Ziele

Da die Ernte der Ackerbohne flexibel ohne die Befürchtung von Ertragseinbußen erfolgen kann, bringt sie Entspannung in den Ernteablauf. Die Arbeitsspitzen der Herbstbestellung werden gebrochen, da die Bestellung der Ackerbohne im Frühjahr erfolgt und der Zeitpunkt der Totalherbizidbehandlung und des Grubbereinsatzes im Herbst variabel gestaltet werden kann. Durch den geringen Arbeitszeitbedarf für die Bestandspflege der Ackerbohne im Frühjahr können andere Bestände termingerechter gedüngt oder gespritzt werden. Eine Entspannung der Hauptarbeitsspitzen im Sommer und Herbst wird durch die neue Fruchtfolge ermöglicht.

9.1.3. Phytosanitären Ziele

Die Eingliederung der Ackerbohne als Blattfrucht und Sommerung ermöglichen den Einsatz verschiedener Herbizidwirkstoffgruppen. In Verbindung mit der pfluglosen Bodenbearbeitung wird der Ungras- und Unkrautdruck reduziert und die damit verbundene verbesserte Strohhotte reduziert das Überleben von bodenbürtigen Phytopathogenen. Langfristig verbessert sich die phytosanitäre Situation des Betriebes und es werden Pflanzenschutzmittel eingespart. Die formulierten Ziele werden damit erfüllt.

9.1.4. Ökonomischen Ziele

Die N-Einsparung, die Einsparungen von Arbeit durch die einfache Bestandsführung der Ackerbohne und durch die pfluglose Bodenbearbeitung spiegeln sich im monetären Ergebnis der neuen Fruchtfolge wieder, ebenso wie die zu erwartenden höheren Weizenerträge nach der Ackerbohne im Vergleich zum Stoppelweizen. Der Vergleich der Deckungsbeiträge zwischen den alten Fruchtfolgen (I und II) und der neuen Fruchtfolge III zeigt, dass sich durch die Umstellung die wirtschaftliche Situation des Betriebes (gemessen am DB II) verändert. Insbesondere zur derzeitigen Hauptfruchtfolge R-W-G verbessert sich der DB II um 43 €/ha. Im Vergleich zu R-W-W verändert sich der Deckungsbeitrag nur unwesentlich. Aus ökonomischer Sicht sind damit die gesetzten Ziele erreicht.

9.2. Weitere Diskussionspunkte

Die Tatsache, dass alle gesetzten Ziele erreicht wurden, darf nicht darüber hinweg täuschen, dass es Aspekte gibt, die im Rahmen der Zielsetzung nicht ausreichend Berücksichtigung fanden. Daher sollen sie im Folgenden nochmals kritisch beleuchtet werden.

Wie bereits erläutert, wird aufgrund der Qualitätsanforderungen des Landhandels eine tanninfreie Sorte favorisiert. Die Wahl der Sorte **TANGENTA** birgt jedoch Risiken. Es handelt sich hierbei um eine neu zugelassene Sorte, die 2008 das erste Mal in den Landessortenversuchen auf ihre Anbautauglichkeit für die Region Schleswig-Holstein untersucht wurde.

Die erzielten Erträge müssen daher zunächst als überdurchschnittliche Einzelergebnisse betrachtet werden, zumal die Sorte in der Wertprüfung nicht so hoch eingestuft wurde. Im Vergleich zum Anbau einer langjährig getesteten, tanninhaltigen Sorte wie FUEGO entsteht dadurch für den Betrieb ein Ertragsrisiko, das sich im weiteren Verlauf negativ auf den monetären Erfolg der Fruchtfolge auswirken kann. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurde der AB-Grenzertrag ermittelt, bei dem die Fruchtfolge III einen identischen Deckungsbeitrag II wie die Hauptfruchtfolge I aufweist. Diese Situation stellt sich bei einem Ertrag von 38 dt/ha ein. Dieser große Ertragspuffer macht das Risiko monetärer Ertragseinbußen aufgrund von Mindererträgen vertretbar.

Auch im Bereich der **Arbeitserledigung** gibt es Aspekte, die durch die Zielsetzung nicht hinreichend abgedeckt wurden. Unter anderem muss die Frühjahrsbestellung der Ackerbohne kritischer betrachtet werden. Die i.d.R. feuchte Witterung im Februar und März in Verbindung mit dem schweren Boden auf den Flächen des Modellbetriebes können die Bestellung verzögern. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass das Zeitfenster, das optimale Bedingungen für eine Aussaat bietet, nur wenige Tage beträgt und daher nicht für die Bestellung der gesamten Fläche ausreicht.

Auch der Zeitbedarf der AB-Bestellung darf nicht außer Acht gelassen werden. 100 AK-Stunden werden im Herbst eingespart, fallen aber im Frühjahr zu einem Zeitpunkt an. Ergibt sich die Möglichkeit die AB-Bestellung im Februar zu erledigen, kann diese Arbeit in Konflikt mit der 1. N-Gabe kommen. Wenn dies der Fall ist, stellt sich die Frage ob ausreichend Arbeitskräfte für beide Tätigkeiten zur Verfügung stehen. Wird davon ausgegangen, dass jeweils zwei Arbeiter für die Tätigkeit benötigt werden (einer für Düngerstreuen bzw. Einsaat und einer für die Dünger- bzw. Saatgutbeschickung), so ist dies bei drei Angestellten und einem mitarbeitenden Betriebsleiter kein Problem. Verzögert sich die AB-Bestellung jedoch aufgrund feuchter Witterung, kommen andere Feldarbeiten hinzu wie der 1. Wachstumsreglereinsatz. Die Ackerbohne kann dadurch Arbeitsspitzen während der Frühjahrsarbeit verursachen, die im Extremfall nicht mehr durch das fest angestellte Personal gehandhabt werden können.

Auch der Zeitbedarf der AB-Bestellung muss kritisch betrachtet werden. In den bisherigen Ausführungen wird davon ausgegangen, dass 100 AK-Stunden, die in der Herbstbestellung wegfallen, für die AB-Aussaat ausreichen. Es wird folglich eine identische Flächenleistung (0,44 h/ha) unterstellt. Unter Anbetracht der TKM von 585 g, einer Aussaatstärke von 40 keimfähigen Körnern (Keimfähigkeit 95%) und einer Anbaufläche von 230 ha ergibt sich ein Saatgutbedarf von 56,6 t (246 kg/ha). Angesichts dieser Menge ist davon auszugehen, dass die Befüllung des Saatguttanks wesentlich häufiger erfolgen muss als beispielsweise bei

Weizen. Die Flächenleistung wird daher zurückgehen. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass bei einer unterstellten Flächenleistung von 0,44 ha/h und der genannten Saatmenge ca. 155 g/Sek. Saatgut ausgebracht werden müssen. Es besteht die Gefahr, dass Saatgutleitungen und – aggregate der Drillmaschine nicht für diese Mengen ausgelegt sind. Folge ist eine geringere Fahrgeschwindigkeit und damit eine reduzierte Flächenleistung.

Hinzu kommen sehr pragmatische Überlegungen: Die Drillmaschine, die nach der Herbstbestellung gereinigt und eingewintert wurde, wird im Frühjahr für die AB-Bestellung wieder eingesetzt. Folglich ist eine erneute Reinigung notwendig, mit der ebenfalls Arbeitsaufwand verbunden ist. Eine ähnliche Problematik ergibt sich beim Drusch der Ackerbohne. Vergleichbar mit dem Rapsdrusch, ist die Ernte der AB mit einer starken Staubentwicklung verbunden. Dieser Staub verschmutzt den Mähdrusch von außen und innen und führt zu einem höheren Arbeitsaufwand bei der Reinigung.

Auch das theoretisch errechnete Potenzial der **Nitratauswaschung** von 51 kg N/ha muss kritisch gesehen werden, da es im Konflikt zu den Bedingungen der Nachhaltigkeit steht. Unter ökologischen Aspekten (Belastung des Grundwassers) und nicht zuletzt auch im Sinne einer effizienteren Nutzung dieser zurückgelassenen Stickstoffs sollte über die Einbindung einer der genannten Maßnahmen nachgedacht werden, auch wenn aus Sicht der Düngeverordnung derzeit kein Handlungsbedarf besteht. Dem sollten jedoch genaue standortspezifische Untersuchungen über die vorhandenen Nitratmengen nach Ernte und zu Vegetationsende vorausgehen, um sich über das reale Nitratauswaschungspotenzial klar zu werden.

Aus der Sensitivitätsanalyse der **Stickstoffpreise** wird ersichtlich, dass die Ackerbohnenfruchtfolge aufgrund des geringeren Stickstoffbedarfs unempfindlicher auf Preissteigerungen reagiert. Wird davon ausgegangen, dass sich der N-Preis aufgrund steigender Energiekosten in Zukunft erhöht, kann sich die relative Vorzüglichkeit der Fruchtfolge III kontinuierlich verbessern. Sollte wider Erwarten eine Preissenkung für Stickstoff stattfinden, würde die AB-Fruchtfolge erst bei N-Preisen unter 0,02 €/kg N ihre ökonomische Vorzüglichkeit verlieren.

Mit der Ernteproblematik und dem geringen DB II steht der **Hafer** sowohl im Zielkonflikt mit produktionstechnischen Aspekten als auch dem ökonomischen Aspekt der Zielsetzung dieser Arbeit. Erst bei Ertragserwartungen von über 67 dt/ha ist ein Austausch der Ackerbohne durch Hafer wirtschaftlich sinnvoll. In Anbetracht der guten Standortbedingungen des Modellbetriebes sind solche Erträge durchaus realistisch. Dies ist jedoch eine einseitige Be-

trachtung. Durch feuchte Witterung in der Ernte können Qualitäten gefährdet sein und Vermarktungsprobleme entstehen. Der Hafer kann jedoch als vorteilhaft angesehen werden, wenn eine pfluglose Variante auf dem Betrieb etabliert werden soll.

Im Vergleich zur AB-Fruchtfolge ermöglicht die Fruchtfolge V einen vollständigen Verzicht auf den Pflug. Dies hat Vorteile für die phytosanitäre Situation der Flächen, da langfristig der Unkraut- und Ungrasdruck zurückgeht. Gleichzeitig kann eine optimale Strohrotte in alle Fruchtfolgeglieder erfolgen, die bodenbürtige Schaderreger reduziert. Zudem werden das Bodenleben, die Drainfähigkeit und die Tragfähigkeit gefördert. Wird unterstellt, dass die Verbesserung des Bodens eine 2%-ige Steigerung der Erträge aller Früchte zur Folge hat, kann die pfluglose Variante aus ökonomischer Sicht mit der AB-Fruchtfolge konkurrenzfähig werden. Aufgrund des hohen Ertragsniveaus der derzeitigen Fruchtfolge ist fraglich, ob diese Steigerungen erreicht werden können.

10. Empfehlungen

Mit der Umstellung der Fruchtfolge auf R-W-A-W-G werden die gesetzten Ziele erreicht und die geforderten Bedingungen eingehalten. Dem Modellbetrieb ist daher zu empfehlen, die Ackerbohne im Rahmen der vorgestellten Fruchtfolge in die Produktion einzugliedern. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass die Umstellung schrittweise erfolgen muss, um standortspezifische Erfahrungen im Umgang mit der Ackerbohne zu sammeln.

Aufgrund der Ernteproblematik und der Qualitätsrisiken ist die Eingliederung des Hafers in Form von R-W-H-W-G nicht zu empfehlen, auch wenn sich im Bezug auf die Nitrat-Problematik ökologische Vorteile ergeben können.

Die Etablierung einer pfluglosen Fruchtfolge ist bedingt zu empfehlen. Ökologisch betrachtet weist sie Vorteile auf, ist jedoch erst im Falle einer Ertragssteigerung von 2 % ökonomisch sinnvoll.

11. Zusammenfassung

Heutzutage werden die Vorteile einer vielgliedrigen Fruchtfolge oft außer Acht gelassen, was zu einer Verarmung an Ackerbaukulturen führt.

Wird eine Erweiterung einer etablierten Fruchtfolge erwogen, so muss die Umstellung möglichst konfliktarm und unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten erfolgen. Sowohl produktions- und arbeitstechnische, sowie phytosanitäre und ökonomische Gesichtspunkte spielen dabei eine wichtige Rolle.

Die Betrachtung findet anhand des Modellbetriebes statt, dessen Hauptfruchtfolge R-W-G, neben R-W-W in geringem Umfang, ist. Der Maschinenpark ist auf einen reinen Marktfruchtbetrieb ausgelegt, wobei der Pflug auf dem vorherrschenden sandigen Lehmboden auf mehr als der Hälfte der Flächen zum Einsatz kommt. Aufgrund verschiedener Düngemethoden des Betriebes wird ersetzend eine Dünung auf Entzug vorausgesetzt, um Berechnungen vergleichen zu können. Momentan sind keine phytosanitären Probleme zu verzeichnen, einzig Ackerfuchsschwanz tritt punktuell auf. Die betriebswirtschaftliche Situation wird zu einem Teil aus Daten von KTBL, zum anderen Teil aus Datensätzen des Betriebes geschildert.

Für eine mögliche Fruchtfolgeerweiterung sind reichlich Fruchtfolgeglieder vorhanden. Unter Beachtung der Zielsetzung und unter Absprache mit dem Geschäftsführer gelangen mit Sommerhafer und Ackerbohne jedoch nur zwei von ihnen in die engere Auswahl.

Trotz Eiweißprämie und gutem Vorfruchtwert hat die Ackerbohne, hauptsächlich der Konkurrenz zum Soja wegen, einen Anbaurückgang erfahren. Die Nachhaltigkeit der Ackerbohne durch ein erleichtertes Antiresistenzmanagement im Pflanzenschutz, N-Lieferung und Forderungen zur Bewirtschaftung nach guter fachlicher Praxis, macht sie dagegen interessant. Züchterisch wurde vor allem auf Standfestigkeit zur Ertragssicherung und auf Inhaltsstoffe für den Absatz zur Futtermittelproduktion (tanninfreie Sorten) Wert gelegt. Produktionstechnisch gesehen ist die Ackerbohne zwar frosttauglich. Sie besitzt jedoch einen hohen Wasserbedarf, weshalb eine pfluglose Bodenbearbeitung und ein kaliumhaltiger Boden besonders förderlich sind. Für den chemischen Pflanzenschutz steht bei der Ackerbohne eine Vielzahl an Varianten und Wirkstoffen zur Verfügung, um Unkräuter, Ungräser, Schädlinge und Krankheiten abzuwehren und Antiresistenzmanagement zu betreiben. Ökonomisch betrachtet muss die Ackerbohne aufgrund ihres Vorfruchtwertes, immer in einer gesamten Fruchtfolge betrachtet werden. Der Marktpreis ist an den Soja- und Futterweizenpreis gekoppelt, lässt sich aber durch eine innerbetriebliche Futtermittelverwertung wesentlich steigern. Die Ackerbohne weist im Vergleich zum Getreide und Raps geringere Arbeitserledigungskosten auf und verringert zusätzlich die Arbeitsspitzen. Die Bewertung des Vorfruchtwertes muss gleichermaßen mit einer Betrachtung der Nitratproblematik einhergehen und in Kalku-

lationen der Ackerbohne gutgeschrieben werden. Um der Nitratproblematik, aufgrund der N-Nachlieferung, entgegen zu wirken, stehen zahlreiche Möglichkeiten, wie z. B. Saatmenge, Untersaaten und Zwischenfrüchte zur Verfügung.

Die Alternativfrucht Hafer passt sehr gut zu dem Standort und lässt sich gut in die Fruchtfolge eingliedern, birgt mit seinem Erntezeitraum und in der Vermarktung jedoch Risiken im Vergleich zu Ackerbohne.

Es erfolgt daher eine Eingliederung der Ackerbohne, die aufgrund positiver Erfahrungen bei Feldversuchen der FH-Kiel in die Fruchtfolge R-W-A-W-G gestellt wird. In Extremsituationen kann es im Frühjahr zur Aussaat zu einem arbeitswirtschaftlichen Engpass kommen, der durch den Einsatz des Geschäftsführers abgepuffert werden müsste. Er spielt jedoch, im Vergleich zur Entzerrung und Entspannung des Erntezeitraumes und des Aussaatzeitraumes für die Folgefrüchte, nur eine untergeordnete Rolle spielen. Phytosanitär betrachtet vereinfacht die Ackerbohne ein Antiresistenzmanagement für Unkräuter und -gräser. Die Vermarktung der Ackerbohne sichert einen höheren DB II der neuen Fruchtfolge und ist bei der Verwendung tanninfreier Sorten mithilfe des Landhandels gesichert.

Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen spiegeln die Situationen hoher Stickstoffpreise, eines Mindestertrages der Ackerbohne, die Substitution der Ackerbohne durch Hafer und eine pfluglose Ackerbauvariante wieder.

Mit der Umstellung der Fruchtfolge auf R-W-A-W-G sind die gesetzten Ziele unter Betrachtung von produktionstechnischen, arbeitstechnischen, phytosanitären und ökonomischen Gesichtspunkten, erreicht worden. Kann weiterhin durch den Betriebsleiter ein möglicher arbeitswirtschaftlicher Engpass im Frühjahr abgepuffert werden, behauptet zeitgleich die Sorte Tangenta ihr hohes Ertragsniveau und wird der Nitratproblematik durch die beschriebenen Methoden entgegengewirkt, so wird die Nachhaltigkeit der Fruchtfolgenumstellung weiter gefestigt.

Dem Betriebsleiter wird daher empfohlen, zuerst versuchsweise auf vereinzelt Flächen, langfristig jedoch komplett auf die Fruchtfolge R-W-A-W-G umzustellen.

Literaturverzeichnis

Autor	Jahr	Titel
Abel, H. Sommer, W. Weiß, J.	2004	UFOP-Praxisinformation- Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Ackerbohnen in der Nutztierfütterung, Union zur Förderung von Öl- und Eiweißpflanzen e.V., Berlin www.ufop.de
Berater	2009	Mündliche Mitteilung, Pflanzenschutzmittelkosten
Berater	2009a	Verrechnungssätze Lohnarbeiten, 201.1 Maschinenkosten
Betriebsleiter.	2008	Betriebsspiegel, Geschäftsführer des Modellbetriebes
Betriebsleiter	2009	Mündliche Mitteilung, Das Produktionsmanagement des Modellbetriebes, Geschäftsführer des Modellbetriebes
Borchardt, I.	2008	Düngung dem Nährstoffbedarf anpassen, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), Norddeutsche Pflanzenzucht- Hans-Georg Lembke KG, http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
DüVo	2007	Bekanntmachung der Neufassung der Düngeverordnung, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007 Teil 1 Nr. 7, http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/15551/linkurl_0_5_0_0.pdf (18.06.09)
Goldhofer, H. Schmid, W.	2008	Agrarmärkte 2008, Unterlagen für Unterricht und Beratung in Baden-Württemberg, 24. Jahrgang http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1242023/Agrarmaerkte%202008%20BW_1.pdf (27.4.09)
Heil, U.	2006	Mittelwerte des Niederschlags für den Zeitraum 1961-1990, Deutscher Wetterdienst http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima_Umwelt%2FKlimadaten%2FKlimateil_kostenfrei%2Fausgabe_mittelwerte_node.html_nnn%3Dtrue (17.06.09)
Justus, M.	1996	Optimierung des Anbaus von Ackerbohnen: Reduzierung von Nitratverlusten und Steigerung der Vorfruchtwirkung zu Sommergetreide, Schriftenreihe Institut für organischen Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin
Käufler, F.	2008	Mit Ackerbohnen geht die Rechnung auf, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), Arbeitskreis Ackerbau, Homburg/Efze, http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
Kropf, U.	2008	Auswertung einer 5-gliedrigen Fruchtfolge auf dem Versuchsfeld „Ostenfeld“ der FH-Kiel, FB Agrarwirtschaft, unveröffentlichte Untersuchung

KTBL	2008	Arbeitsverfahren der Pflanzenproduktion, Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09, 130-157, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Darmstadt
Landschreiber, M.		Ausreichender Schutz bringt die Bohne voran, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), ALR Lübeck, Abteilung Pflanzenschutz, http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
Lütke Entrup, N. Oemichen, J.	2006	Lehrbuch des Pflanzenbaus- Band 1: Grundlagen, Verlag Th. Mann,
Lütke Entrup, N. Oemichen, J.	2000	Lehrbuch des Pflanzenbaus- Band 2: Kulturpflanzen, Verlag Th. Mann,
Mehrens	2009	Mündliche Mitteilung, Beschaffung, Peter Kölln KGaA, Elmshorn
Marten, S.	2009	Mündliche Mitteilung, Norddeutsche Pflanzenzucht- Hans-Georg Lembke KG,
N.N.	2009	Pflanzenproduktion 2009, Pflanzenschutz und Sorten im Ackerbau und Grünland, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Karlsruhe, http://www.landwirtschaft-bw.info
N.N.	2009a	Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten Agrarökonomie, Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/14249/index.php , 21.06.2009
Obenauf, U.	2009	Anbautelegramm Hafer 2009 Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Technik Rendsburg
Recht, J.	2008	„Ackerbohnen bieten uns große Vorteile“, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), Geschäftsführer der Ermslebener Landwirtschaftsgenossenschaft (ELG), http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
Reckleben, Y.	2009	Mündliche Mitteilung, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, Rendsburg
Sass, O.	2008	Fortschritte in der Ackerbohnenzüchtung, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans-Georg Lembke KG, http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
Sauermann, W.	2008	Kornerträge in den LSV Ackerbohnen 2008 im Anbaugebiet Marschen SH-NDS und Hügelland Schleswig-Holstein, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, http://lwksh.de/cms/index.php?id=891 (27.4.09)
Sauermann, W.	2008a	Rohproteingehalte in den LSV-Ackerbohnen 2008, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, http://lwksh.de/cms/index.php?id=891 (27.4.09)

Sauermann, W.	2009	Sortenempfehlung 2009 für Ackerbohnen in Schleswig-Holstein (Ergebnisse der Landessortenversuche), Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, http://lwksh.de/cms/index.php?id=891 (27.4.09)
Sauermann, W.	2009a	Anbautelegramm Ackerbohne, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, http://lwksh.de/cms/index.php?id=891 (27.4.09)
Sauermann, W.	2009b	Bei allen Sorten hohe Mehrerträge - Größere Intensität hat bei Ackerbohnen gelohnt, Landpost, Ausbildung und Beratung, S. 24-27, erschienen am 23. Juni http://lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Presse/Archiv_2009/PDF_2109_23.05.2009/24-27_Sauermann.pdf (15.6.09)
Sauermann, W.	2009c	Landessortenversuche Ackerbohne- Empfehlung zur Frühjahrsaussaat: Isabell und Tangenta brachten gute Ergebnisse, Landpost, Ausbildung und Beratung, S. 22-24, erschienen am 31. Januar http://lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Presse/Archiv_2009/PDF_0509_31.01.2009/22-24_Sauermann.pdf (25.05.09)
Schlüter, K	2009	Mündliche Mitteilung Auswirkungen der Ackerbohne auf die Folgefrucht Weizen Professor für Phytomedizin, FH Kiel, FB Agrarwirtschaft
Statistisches Bundesamt Deutschland	2009	Aussaatflächen 2009: Sommergerste und Hafer auf Tiefstand Pressemitteilung 199 vom 27.05.2009
Stemann, G.	2008	Gut verträglich: Ackerbohnen und Mulchsaat, praxisnah- Ackerbohnen und Futtererbsen (Sonderausgabe: Leguminosen), Agrarwirtschaft Soest, FH Südwestfalen, http://www.saaten-union.de/index.cfm/nav/66/article/4008.html (27.4.09)
Wegert, T.	2009	Mündliche Mitteilung, Abteilungsleitung Vertrieb Öl-, Eiweiß- und Futterpflanzen, Saaten-Union, Hannover

Anhang

1. Berechnung der Saatgutkosten

Frucht	Vorfrucht	Saatstärke Kö/m ² ¹⁾	TKM in g ⁴⁾	Keimfähigk. in % ⁴⁾	Saatgewicht kg/ha	Preis ⁴⁾ €/kg, €/Einheit	Preis €/ha
Weizen	Raps	210	50	95	110,5	0,48	53
Weizen	Weizen	240	50	95	126,3	0,66 ⁵⁾	83
Weizen	Ackerbohne	240	50	95	126,3	0,48	61
Raps	Weizen	35	6	95	2,2	260 ⁶⁾	64
Raps	Gerste	30	6	95	1,9	260 ⁶⁾	55
Gerste	Weizen	200	52	95	109,5	0,48	53
Ackerbohne	Weizen	40 ²⁾	585 ²⁾	95	246,3	0,65	160
Hafer	Weizen	280 ³⁾	35	90	108,9	0,53	58

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009)

²⁾ BORCHARDT (2008)

³⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000)

⁴⁾ RENTSCHEL und REICHARDT (2009)

⁵⁾ Mehrkosten durch erforderliche Beizung (RENTSCHEL und REICHARDT, 2009)

⁶⁾ 1,5 Mio. Körner/Einheit (RENTSCHEL und REICHARDT, 2009)

2. Berechnung der Düngungskosten

Preisliste nach HENTSCHEL und REICHARDT (2009)

Düngemittel	€/dt
NPK (8 % N, 24 % P, 24 % K)	43
SSA (24 % N, 24 % S)	35
Harnstoff (46 % N)	31
Patentkali (30 % K, 17 % S, 10 % Mg)	54
KAS (27 % N)	24
Kali (40 % K)	42,5
DAP (18 % N, 46 % P)	38

Berechnung der einzelnen Nährelemente

Düngemittel		Errechnete Preise				Preis €/dt
		N	P2O5	K2O	S	
Harnstoff	Anteil in %	46				31
	€/kg	0,67				
DAP	Anteil in %	18	46			38
	€/kg	0,67	0,56			
NPK	Anteil in %	8	24	24		43
	€/kg	0,67	0,56	1		
SSA	Anteil in %	24			24	35
	€/kg	0,67			0,78	

Berechnung des Entzuges

Korn	kg/dt Erntegut					Mehrdüngung ¹⁾
War ²⁾	3,4	1,8	1	1,9	0,8	30 kg N
WW ²⁾	1,8	0,8	0,6	0,2	0,2	30 kg N
WG ²⁾	1,7	0,8	0,63	0,19	0,25	20 kg N
AB ³⁾	-1,5	1,2	1,4			
H ²⁾	1,5	0,8	0,63	0,19	0,25	20 kg N

¹⁾ N.N., 2009a

²⁾ LÜTKE ENTRUP und OEHMICHEN (2000)

³⁾ BORCHARDT (2008)

Berechnung der Düngungskosten

Weizen	Herbst	N	P	K	S	€
nach Raps						0
	Frühjahr					
	Entzug	206	78	59	20	258
						0
Ertrag in dt						0
98	kg	206	78	59	20	258

Raps	Herbst	N	P	K	S	€
nach Gerste						0
	Zuschlag ¹⁾	50				34
	Frühjahr					
	Entzug	173	76	42	80	264
	Zuschlag ¹⁾	27				18
Ertrag in dt						0
42	kg	200	76	42	80	316

Weizen	Herbst	N	P	K	S	€
Weizen	Zuschlag ¹⁾	27				18
	Frühjahr					
	Entzug	187	70	52	17	231
	Zuschlag ¹⁾	50				34
Ertrag in dt						0
87	kg	264	70	52	17	283

Gerste	Herbst	N	P	K	S	€
Raps	Zuschlag ¹⁾	27				18
	Frühjahr					
	Entzug	175	73	57	17	230
	Zuschlag ¹⁾	15				10
Ertrag in dt						0
91	kg	217	73	57	17	258

Weizen	Herbst	N	P	K	S	€
nach						0
Ackerbohne						0
	Frühjahr					
	Entzug	206	78	59	20	258
						0
Ertrag in dt						0
98	kg	206	78	59	20	258

Gerste	Herbst	N	P	K	S	€
nach						0
Hafer	Zuschlag ¹⁾	27				18
	Frühjahr					
	Entzug	175	73	57	17	230
	Zuschlag ¹⁾	15				10
Ertrag in dt						0
91	kg	217	73	57	17	258

Raps	Herbst	N	P	K	S	€
nach						0
Weizen	Zuschlag ¹⁾	50				34
	Frühjahr					
	Entzug	166	72	40	76	252
	Zuschlag ¹⁾	35				24
Ertrag in dt						0
40	kg	251	72	40	76	309

Ackerbohne	Herbst	N	P	K	S	€
nach						0
Weizen						0
	Frühjahr					
	Entzug	-75	60	70	0	54
						0
Ertrag in dt						0
50	kg	-75	60	70	0	54

Hafer	Herbst	N	P	K	S	€
nach						0
Weizen						0
	Frühjahr					
	Entzug	90	48	38	11	135
	Zuschlag ²⁾	30				20
Ertrag in dt						0
60	kg	120	48	38	11	155

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009)

²⁾ RENTSCHEL und REICHARDT (2009)

3. Berechnung der Pflanzenschutzkosten

Preisliste für Pflanzenschutzmittel

	HENTSCHEL und REICHARDT (2009) in €/kg oder €/l	BERATER (2009) in €/kg oder €/l (-20 %)
Agil	29,4	23,5
Amistar Opti 20er	16,6	13,3
Atlantis WG 7,5er	34,0	27,2
Basagran 5er	30,0	24,0
Basagran DP	12,4	9,9
Cadou 5er	59,8	47,8
Capalo 10er	24,9	19,9
Caramba 5er	24,0	19,2
CCC 10er	1,9	1,5
Fandango 20er	38,5	30,8
Folicur	30,5	24,4
Glyphosat 20er	7,5	6,0
Herold 5er	76,0	60,8
Input 20er	38,5	30,8
Juwel Top	56,0	44,8
Malibu 10er	13,5	10,8
Medax Top 5er	20,6	16,5
Moddus 20er	46,5	37,2
Pointer SX	433,3	346,7
Primus 5er	204,0	163,2
Zenit M	43,0	34,4
	BETRIEBSLEITER (2009)	
Bittersalz		0,3
Bor		1,5
Brasan	30,5	24,4
Cantus	97,0	77,6
Cercobin FL	25,2	20,2
Fastac	140,0	112,0
Mangan 80g/l	5,0	4,0
Proline	66,5	53,2

Pflanzenschutzkosten

Weizen nach Raps	Herbst	Aufwand ¹⁾	Mittel ¹⁾	€/l €/kg ²⁾	€
			0,2	Herold	60,8
		0,07	Cadou	47,8	3
Frühjahr					
		0,4	Moddus	37,2	15
		2,1	CCC	1,5	3
		1	Capalo	19,92	20
		1,1	Input	30,8	34
		0,5	Atlantis WG	27,2	14
		0,07	Primus	163,2	11
		5	Bittersalz	0,28	1
		2	Mangan	3,96	8
				insgesamt	122

Weizen nach Weizen	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
			0,2	Herold	60,8
		0,07	Cadou	47,8	3
Frühjahr					
		0,4	Moddus	37,2	15
		2,1	CCC	1,5	3
		1	Capalo	19,92	20
		2	Input	30,8	62
		0,5	Atlantis WG	27,2	14
		0,07	Primus	163,2	11
		5	Bittersalz	0,3	1
		2	Mangan	3,96	8
				insgesamt	149

Weizen nach Acker-	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
			0,2	Herold	60,8
		0,07	Cadou	47,8	3
Frühjahr					
		0,4	Moddus	37,2	15
		2,1	CCC	1,5	3
		1	Capalo	19,92	20
		1,1	Input	30,8	34
		0,5	Atlantis WG	27,2	14
		0,07	Primus	163,2	11
		5	Bittersalz	0,3	1
		2	Mangan	3,96	8
				insgesamt	122

Raps nach Weizen	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
		2,3	Brasan	24,4	56
	0,5	Caramba	19,2	10	
	1	Bor	1,5	2	
	5	Bittersalz	0,28	1	
	1	Mangan	3,96	4	
Frühjahr					
	1,4	Caramba	19,2	27	
	10	Bittersalz	0,28	3	
	2	Mangan	3,96	8	
	2,5	Bor	1,5	4	
	0,5	Cantus	77,6	39	
	0,6	Cercobin	20,2	12	
	0,25	Proline	53,2	13	
			insgesamt	178	

Raps nach Gerste	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
		2,3	Brasan	24,4	56
	0,5	Caramba	19,2	10	
	1	Bor	1,5	2	
	5	Bittersalz	0,28	1	
	1	Mangan	3,96	4	
Frühjahr					
	1,4	Caramba	19,2	27	
	10	Bittersalz	0,28	3	
	2	Mangan	3,96	8	
	2,5	Bor	1,5	4	
	0,5	Cantus	77,6	39	
	0,6	Cercobin	20,2	12	
	0,25	Proline	53,2	13	
			insgesamt	178	

Gerste nach Weizen	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
		0,07	Cadou	47,8	3
	0,2	Caramba	19,2	4	
	2,5	Bittersalz	0,3	1	
	1	Mangan	3,96	4	
Frühjahr					
	1,5	Medax Top	16,5	25	
	0,7	Input	30,8	22	
	0,9	Fandango	30,8	28	
	0,07	Primus	163,2	11	
	5	Bittersalz	0,3	1	
	2	Mangan	3,96	8	
			insgesamt	107	

Gerste nach Hafer	Herbst	Aufwand	Mittel	€/l €/kg	€
		0,07	Cadou	47,84	3
	0,2	Caramba	19,2	4	
	2,5	Bittersalz	0,28	1	
	1	Mangan	3,96	4	
Frühjahr					
	1,5	Medax Top	16,5	25	
	0,7	Input	30,8	22	
	0,9	Fandango	30,8	28	
	0,07	Primus	163,2	11	
	5	Bittersalz	0,28	1	
	2	Mangan	3,96	8	
			insgesamt	107	

Acker- bohne	Herbst	Aufwand	Mittel ³⁾	€/l €/kg	€
		5	Glyphospat	6	30
Frühjahr					
	1	Basagran	24	24	
	0,75	Agil	23,52	18	
	1	Folicur	24,4	24	
			insgesamt	96	

Hafer	Herbst	Aufwand	Mittel ³⁾	€/l €/kg	€
		5	Glyphospat	6	30
Frühjahr					
	2	Basagran DP	9,9	20	
	2	CCC	1,52	3	
	0,75	Zenit M	34,4	26	
			insgesamt	79	

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009)

²⁾ HENTSCHEL und REICHARDT, verändert nach BERATER (2009)

³⁾ HENTSCHEL und REICHARDT (2009)

4. Berechnung der Maschinenkosten

Kennzahlen

Maschine	Schlepper		Pflug		Grubber		Scheibenegge	
	17,5	€/h	11	€/ha	10	€/ha	6,2	€/ha
VK ohne Fahrer u. Diesel ¹⁾								
Leistung ²⁾			0,82	h/ha	0,51	h/ha	0,21	h/ha
Spritverbrauch ²⁾			22,9	l/ha	14,7	l/ha	3,7	l/ha
Vollkosten ¹⁾			64,2	€/ha	25,9	€/ha	20,3	€/ha

¹⁾ Berater (2009b)

²⁾ KTBL (2008)

Maschine	Saat		Spritzung		Streuung		Transport	
	12,5	€/ha	1,7	€/ha	1,2	€/ha		
VK ohne Fahrer u. Diesel ¹⁾								
Leistung ²⁾	0,44	h/ha	0,09	h/ha	0,11	h/ha		
Spritverbrauch ²⁾	12,5	l/ha	0,7	l/ha	1,2	l/ha		
Vollkosten ¹⁾	32,5	€/ha	5,8	€/ha	5,4	€/ha	0,92	€/t

¹⁾ Berater (2009b)

²⁾ KTBL (2008)

Berechnung der variablen Maschinenkosten und der Arbeitserledigungskosten

Frucht	WW	WW	WW	WR	WR	WG	WG	AB	H
Vorfrucht	WR	WW	AB	WW	WG	WW	H	WW	WW
Arbeitsgang	Anzahl ¹⁾								
Stoppeln	1,5	1	1,5	1	1	1	1	1	1
Grubber	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	1	1	1
Pflug	0	1	0	0,5	0,5	1	0	0	0
Saat	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spritzen	5	6	5	5	5	5	5	3	3
Düngen	3	4	3	3	3	3	3	0	2
Schlepperstunden	1,79	2,45	1,79	2,10	2,10	2,25	1,94	1,43	1,65
Diesel/Öl in l/ ha	33	48	33	42	42	46	38	33	35
Summe in €/ha	103	136	103	120	120	127	113	92	100
Lohnarbeitskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erntekosten in €/ha	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Arbeitserledigung in €/ha	131	182	131	148	148	171	133	101	113

¹⁾ BETRIEBSLEITER (2009)

5. Deckungsbeitragsberechnung aller Fruchtfolgen

Frucht	WW	WW	WW	WR	WR	WG	WG	AB	H	FF I	FF.II	FF. III	FF. IV	FF VI
Vorfrucht	WR	WW	AB	WW	WG	WW	H	WW	WW	R-W-W	R-W-G	R-W-A-W-G	R-W-H-W-G	R-W-A-W-H-G
Ertrag	98	87	98	40	42	91	91	50	60					
Preis (optierend, Netto)	14	14	14	30	30	10	10	17,73	14					
Marktleistung	1372	1218	1372	1200	1260	910	910	887	840					
Prämien								56						
Gesamtleistung	1372	1218	1372	1200	1260	910	910	943	840	1263	1181	1171	1151	1116
Direktkosten														
Saatgut	53	83	61	64	55	53	53	160	58					
Düngemittel	258	283	258	309	316	258	258	50	155					
PSM	122	149	122	178	178	107	107	96	79					
var. Maschinenkosten	103	136	103	120	120	127	113	92	100					
Erntekosten	75	75	75	75	75	75	75	75	75					
Versicherung	30	30	30	30	30	30	30	30	30					
Trocknung	22	22	22	22	22	22	22	22	22					
Vermarktung (CMA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Zinsansatz UV	15	18	15	21	21	15	15	10	8					
proport. Spezialkosten	677	796	685	820	817	687	672	535	527	764	727	680	677	652
Deckungsbeitrag I	695	422	687	380	443	223	238	408	313	499	454	491	474	464
Arbeiterledigungskosten	131	182	131	148	148	171	133	101	113	153	150	136	139	126
Deckungsbeitrag II	667	376	659	353	416	179	218	398	301	465	421	464	446	443

6. Sensitivitätsanalysen

Substitution durch Hafer

Frucht	WW	WW	WR	WG	AB	H	Fruchtfolge III	Fruchtfolge IV
Vorfrucht	WR	AB	WG	WW	WW	WW	R-W-A-W-G	R-W-H-W-G
Ertrag	98	98	42	91	50	67		
Preis (optierend, Netto)	14	14	30	10	17,73	14		
Marktleistung	1372	1372	1260	910	887	938		
Prämien					56			
Gesamtleistung	1372	1372	1260	910	943	938	1171	1170
Direktkosten								
Saatgut	53	61	55	53	160	58		
Düngemittel	258	258	316	258	50	155		
PSM	122	122	178	107	96	79		
Var. Maschinenkosten	103	103	120	127	92	100		
Erntekosten	75	75	75	75	75	75		
Versicherung	30	30	30	30	30	30		
Trocknung	22	22	22	22	22	22		
Vermarktung (CMA)	0	0	0	0	0	0		
Zinsansatz UV	15	15	21	15	10	8		
Proport. Spezialkosten	677	685	817	687	535	527	680	677
Deckungsbeitrag I	695	687	443	223	408	411	491	493
Arbeitserledigungskosten	131	131	148	171	101	113	136	139
Deckungsbeitrag II	667	659	416	179	398	399	464	465

Fruchtfolge: R-W-A-W-H-G

Frucht	WW	WW	WR	WG	AB	H1	H2	Fruchtfolge II	Fruchtfolge III	Fruchtfolge VI	Fruchtfolge VI
Vorfrucht	WR	AB	WG	H	WW	WW	WW	R-W-G	R-W-A-W-G	R-W-A-W-H1-G	R-W-A-W-H2-G
Ertrag	98	98	42	91	50	60	72				
Preis (optierend, netto)	14	14	30	10	17,73	14	14				
Marktleistung	1372	1372	1260	910	887	840	1008				
Prämien					56						
Gesamtleistung	1372	1372	1260	910	943	840	1008	1181	1171	1116	1138
Direktkosten											
Saatgut	53	61	55	53	160	58	58				
Düngemittel	258	258	316	258	50	155	182				
PSM	122	122	178	107	96	79	79				
Var. Maschinenkosten	103	103	120	113	92	100	100				
Erntekosten	75	75	75	75	75	75	75				
Versicherung	30	30	30	30	30	30	30				
Trocknung	22	22	22	22	22	22	22				
Vermarktung (CMA)	0	0	0	0	0	0	0				
Zinsansatz UV	15	15	21	15	10	8	9				
Proport. Spezialkosten	677	685	817	672	535	527	555	727	680	652	680
Deckungsbeitrag I	695	687	443	238	408	313	453	454	491	464	457
Arbeits erledigungskosten	131	131	148	133	101	113	114	150	136	126	126
Deckungsbeitrag II	667	659	416	218	398	301	440	421	464	443	466

