

Umstellung eines konventionellen Ackerbaubetriebes auf eine ökologische Wirtschaftsform aufgezeigt an einem Fallbeispiel











Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieurin



im Rahmen des Studiums



"Organic Agricultural Systems and Agroecology"



Eingereicht von: Barbara MESSERER

Matrikelnummer: 1441885







Betreuer:

Univ.Prof. Dr. Hans-Peter Kaul Abteilung Pflanzenbau Department für Nutzpflanzenwissenschaften







Dr. Martin Kapfer Institut für Agrar- und Forstökonomie Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften



INHALTSVERZEICHNIS

INE	HALTSVERZEICHNIS	I
Zus	sammenfassung	IV
Abs	stract	V
AB	KÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
AB	BILDUNGSVERZEICHNIS,	VII
TAl	BELLENVERZEICHNIS	VIII
1	Einleitung	1
2	Vorstellung der Fallstudie: Landwirtschaftlicher Betrieb in Bayern	3
2.1	Standörtliche und bodenkundliche Gegebenheiten	3
2.2	Klima	4
2.3	Bewirtschaftete Fläche	5
2.4	Pflanzliche Erzeugnisse	5
2.5	Maschinelle Ausstattung	6
3	SWOT-Analyse	7
3.1	Grundlagen der SWOT-Analyse und der Tows-Matrix	7
3.2	Durchführung der SWOT-Analyse	10
3.3	Ergebnisse der SWOT-Analyse	12
3.	.3.1 Überblick über die Ergebnisse	12
3.	.3.2 Stärken	13
3.	.3.3 Schwächen	16
3.	.3.4 Chancen	
3.	.3.5 Risiken	
3.	.3.6 TOWS-Matrix	22

4	E	ntwicklung der Szenarien	. 25
4.1	-	Grundlagen der Szenario-Technik	. 25
4.2	2	Vorgehensweise bei Entwicklung und Betrachtung der Szenarien	. 26
4.3	}	Entwicklung Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	. 26
2	4.3.1	Entstehung des Szenarios ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	. 26
2	4.3.2	2 Wissenschaftliche Grundlagen zu Aspekten der viehlosen ökologischen Landwirtschaft	. 28
4	4.3.3	Barstellung des Szenarios ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	. 36
4.4	ļ	Entwicklung Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'	. 42
2	4.4 .1		
2	4.4.2	2 Wissenschaftliche Grundlagen zu Aspekten in der Schafhaltung	. 43
2	4.4.3	3 Darstellung des Szenarios ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'	. 48
5	Н	umusbilanzierung	. 51
5.1		Methodik der Humusbilanzierung	. 51
5.2	2	Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	. 54
	5.2.1	Durchführung der Humusbilanzierung	. 54
	5.2.2	2 Ergebnisse und Diskussion der Humusbilanzierung	. 57
5.3	3	Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'	. 57
	5.3.1	Durchführung der Humusbilanzierung	. 57
	5.3.2	2 Ergebnisse und Diskussion der Humusbilanzierung	. 59
6	N	ährstoffbilanzierung	. 60
6.1	-	Methodik der Nährstoffbilanzierung	. 60
6.2	2	Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	. 61
(6.2.1	Durchführung der Nährstoffbilanzierung	. 61
(6.2.2	2 Ergebnisse und Diskussion der Nährstoffbilanzierung	. 63
6.3	}	Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'	. 65
(6.3.1	Durchführung der Nährsoffbilanzierung	. 65
(6.3.2	2 Ergebnisse und Diskussion der Nährstoffbilanzierung	. 66

7 Betriebswirtschaftliche Evaluation
7.1 Grundlagen betriebswirtschaftlicher Rechnungen
7.2 Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'
7.2.1 Durchführung der Deckungsbeitragsrechnungen
7.2.2 Kalkulation von Fixkosten
7.2.3 Staatliche Förderungen
7.2.4 Ergebnisse und Diskussion der Wirtschaftlichkeit
7.3 Szenario ,Viehhaltende Ökologische Landwirtschaft'
7.3.1 Durchführung der Deckungsbeitragsrechnungen
7.3.2 Erforderliche Investitionen 83
7.3.3 Ergebnisse und Diskussion der Wirtschaftlichkeit
8 Zusammenfassung und Ausblick
I ITERATURVERZEICHNIS 8

Zusammenfassung

In Bayern befinden sich derzeit etwa 7 % ökologisch wirtschaftende Betriebe. Im Jahr 2012 wurde vom derzeitigen bayerischen Landwirtschaftsminister eine Initiative ins Leben gerufen, um die heimische Öko-Produktion zu stärken. Im Bezirk Niederbayern fällt der Anteil an ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit knapp 4 % gering aus. In der vorliegenden Arbeit wird daher untersucht, ob die Umstellung eines konventionellen Ackerbaubetriebes in Niederbayern unter ökologischen wie ökonomischen Gesichtspunkten als sinnvoll eingestuft werden kann. Als Grundlage für die Erstellung eines Konzeptes zur Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft wird eine SWOT-Analyse durchgeführt. Auf Basis der SWOT-Analyse werden zwei Szenarien, mit und ohne Tierhaltung, erstellt. Damit werden verschiedene Möglichkeiten ausgelotet, wie eine Umstellung in der Realität umgesetzt werden kann. Unterstützend durch eine entsprechende Literaturrecherche werden auf problematische Fragestellungen des Ökolandbaus Rücksicht genommen. Das dabei gewonnene Wissen fließt bei der Aufstellung möglicher Fruchtfolge- und Tierhaltungssysteme mit ein. Beide Szenarien werden durch Humus- und Nährstoffbilanzen in ökologischer Hinsicht untersucht. Mit einem Augenmerk auf den Zeitraum der Umstellung wird die betriebswirtschaftliche Rentabilität mit Hilfe von Deckungsbeitragsberechnungen festgestellt.

Das Szenario ohne Tierhaltung weist langfristig eine ausgeglichene Versorgung der Böden mit Stickstoff auf. Bei Phosphor und Kalium wurden bei beiden Szenarien negative Salden festgestellt. Hinsichtlich der Betriebswirtschaftlichkeit ist das Szenario ohne Tierhaltung unter gegenwärtigen Bedingungen langfristig rentabel, der Zeitraum der Umstellung ist jedoch von geringen Einnahmen geprägt. Fixkosten des Betriebes können hier nicht gedeckt werden. Die Rentabilität des Szenarios mit Tierhaltung ist aufgrund eines geringen Deckungsbeitrages für Mutterschafe als problematisch einzustufen.

Abstract

ews.

In Bavaria (Southern Germany) there are about 7 % organic farms. The Bavarian agricultural minister started an initiative which is supporting the eco-production since the year 2012. The goal of the initiative is to increase the local eco-production. Till now you can only find around 4 % of organic farms in the south-east part of Bavaria. Because of that it is examined if the conversion of a conventional arable farm to an organic farm makes sense. The conversion is evaluated in terms of environmental and economic aspects. The SWOT analysis is used for the development of a concept for a conversion to an organic farm. Based on the SWOT analysis two scenarios are created. One scenario is focused only on agriculture; the second one includes livestock farming. With these two scenarios different possibilities are discussed to convert a conventional arable farm to an organic farm. Supported by an appropriate research of literature common issues of organic agriculture are considered. The knowledge which was gained in this process is used to set up a possible crop rotation and an animal husbandry system. From an ecological point of view both scenarios are examined by humus and nutrient balances. The timeframe of the conversion is especially important when you look at the business profitability. The scenario for stockless organic farming has a balanced nitrogen supply of the soil. For phosphorus and potassium negative balances were found in both scenarios. In terms of business profitability the scenario of stockless organic farming is cost-efficient in the long term, but the conversion period is characterized by a low income. Fixed costs of the farm cannot be covered in the conversion period. The profitability of the scenario with animals is very problematic due to low contribution margins of

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Bu Buchweizen

GAP Gemeinsame Agrarpolitik

GAK Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes

HÄQ Humusäquivalent

K Kartoffeln

KM Körnermais

KULAP Kulturlandschaftsprogramm

N StickstoffP PhosphorPh Phacelia

SWOT S Strenghts / Stärken

W Weaknesses / Schwächen

O Opportunities / Chancen

T Threats / Risiken

WG Wintergerste

WW Winterweizen

Zw Zwiebeln

Zw.fr. Zwischenfrucht

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Einordnung des Gäubodens in den geographischen Kontext (© 2017 Bayerische Vermessungsverwaltung)
Abbildung 2	Monatliche Niederschlagsmengen gemittelt von 2007-2016 (eigene Betriebsdaten) 4
Abbildung 3	Hofstelle und Lage der einzelnen Flächenstücke [rot umrandet] (© 2017 Bayerische Vermessungsverwaltung)
Abbildung 4	Übersicht über Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken im Rahmen der SWOT-Analyse
Abbildung 5	Möglicher Aufbau des Schafstalles (erstellt nach den Vorgaben von RAHMANN [2010, 54] und LENZ [2004, 14]; ohne Maßsstab)

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Seit 1980 angebaute Kulturen	6
Tabelle 2 Auflistung der maschinellen Ausstattung des Betriebes	6
Tabelle 3 Schematische Darstellung der TOWS-Matrix (geändert n. WEIHRICH (1982, S. 10))	9
Tabelle 4 Fördersätze für den ökologischen Landbau im Gesamtbetrieb (KULAP-Maßnahmen)	17
Tabelle 5 TOWS-Matrix zur Unterstützung der Szenarienentwicklung	23
Tabelle 6 Übersicht über Fruchtfolge und Bewirtschaftungsmaßnahmen im Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'	39
Tabelle 7 Übersicht über Methoden der Humusbilanzierung (nach HÜLSBERGEN 2005, 62 f; eig Erweiterung)	
Tabelle 8 Übersicht über Fruchtfolge, marktfähige Erträge, Korn/Stroh-Verhältnisse und die auf d Feld verbleibende Biomasse	
Tabelle 9 Berechnung der Humusbilanz	56
Tabelle 10 Anfall von Festmist bei Schafen	58
Tabelle 11 Berechnung der Humusbilanz	58
Tabelle 12 Übersicht über Saat- und Pflanzmenge, Korn-, Knollen- und Biomasseertrag	61
Tabelle 13 Berechnung der Nährstoffbilanz	62
Tabelle 14 Berechnung der Nährstoffbilanz	65
Tabelle 15 Deckungsbeitrag Luzernegras	70
Tabelle 16 variable Maschinenkosten Luzernegras	70
Tabelle 17 Deckungsbeitrag Kartoffeln	71
Tabelle 18 Variable Maschinenkosten Kartoffeln	71
Tabelle 19 Deckungsbeitrag Winterweizen	72
Tabelle 20 Variable Maschinenkosten Winterweizen	73
Tabelle 21 Deckungsbeitrag Zwischenfrucht	74
Tabelle 22 Variable Maschinenkosten Zwischenfrucht	74
Tabelle 23 Deckungsbeitrag Sojabohne	75
Tabelle 24 Variable Maschinenkosten Sojabohne	75
Tabelle 25 Deckungsbeitrag Emmer	76

Tabelle 26 Fixkosten der Fallstudie	77
Tabelle 27 Zusammensetzung der Förderungen (nach ZENGER 2013; StMELF 2016)	78
Tabelle 28 Gegenüberstellung von Marktleistung (abzügl. variabler Kosten) der Früchte, staatliche Betriebsförderung und Fixkosten	
Tabelle 29 Verschiedene Faktoren (bezogen auf ein Mutterschaf) als Grundlage zur Deckungsbeitragsberechnung für Mutterschafe	81
Tabelle 30 Deckungsbeitragsrechnung Mutterschafe	82
Tabelle 31 Kosten für die Heuproduktion	83
Tabelle 32 Investitionskosten für die Schafhaltung	84
Tabelle 33 Investitionsplan für die Etablierung einer Schafhaltung auf dem Betrieb	84
Tabelle 34 Berechnung des Kapitalwertes	85

1 Einleitung

Die Intensivierung von landwirtschaftlichen Produktionssystemen bringt zahlreiche Effekte mit sich, die langfristig einige negative Folgen haben können. Dazu gehören Eutrophierung von Ökosystemen durch Nährstoffe, Treibhausgasemissionen oder Verluste in der Artenvielfalt (MULLER et al. 2017, 2ff). Die 2018 in Kraft tretende Novellierung der Düngeverordnung ist eine Antwort auf zu hohe Nitratbelastungen des Grund- und Oberflächenwassers in Deutschland.

Ökologische Landwirtschaft bietet eine Möglichkeit, auf genannte Probleme zu reagieren, wird jedoch auf vielen Ebenen kontrovers diskutiert. Ein bekanntes politisches Bespiel ist hier die Entscheidung des deutschen Bundesagrarministers, der im November 2017 trotz Wiederstände aus dem Umweltministerium auf EU-Ebene für eine Verlängerung der Zulassung von Glyphosat gestimmt hat (Kampf et al. 2017, s.p.).

Einerseits sind Grundsätze wie Bodenfruchtbarkeit, geschlossene Nährstoffkreisläufe, der Verzicht auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel oder Nachhaltigkeit Schlagwörter der ökologischen Landwirtschaft. Andererseits stehen diesen geringere Erträge, ein höherer Flächenverbrauch oder die Gefahr der Nährstoffunterversorgung gegenüber. MULLER et al. (2017, 2ff) entwerfen Szenarien, wie sich im Jahr 2050 Wasser- und Energieverbrauch, Erosion, N- und P-Überschuss, Treibhausgasemissionen, Abholzung, Flächenverbrauch und Pflanzenschutzmittelverbrauch verändern, wenn 100 % der Flächen ökologisch bewirtschaftet werden würden. Während N-Versorgung und Pflanzenschutzmittelverbrauch zurückgehen, steigen Flächenverbrauch und Abholzung an. Die restlichen Faktoren bleiben weitestgehend konstant. Ökologische Landwirtschaft kann somit einen Ansatz bieten, negative Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Produktionssysteme zu reduzieren. Mit der Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft allein können jedoch auch nicht alle genannten Probleme gelöst werden. Dieser Ansatz muss beispielsweise mit einen reduzierten Fleischkonsum und einer starken Reduktion der Nahrungsmittelverschwendung ergänzt werden. Eine Herausforderung hierbei ist die Höhe der Erträge nicht als alleiniges Kriterium anzusehen. Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffkreisläufe und Umweltauswirkungen müssen dabei ebenso im Blickfeld behalten werden (MULLER et al. 2017, 6).

Ökologische Landwirtschaft kann jedoch einen ersten Lösungsansatz bieten, der in Verbindung mit anderen Ansätzen die Sicherheit unserer Ökosysteme gewährleistet bzw. wiederherstellt. In Niederbayern gibt es einen Anteil von etwa 4 % an ökologisch wirtschaftenden Betrieben (AELF Deggendorf s.a., s.p.). In vorliegender Masterarbeit wird ein Konzept erstellt, wie die Umstellung eines konventionellen Ackerbaubetriebes in eine ökologische Landwirtschaft durchgeführt werden könnte. Die Fallstudie befindet sich am Rand des Gäubodens, ein aufgrund seiner fruchtbaren Böden für den Ackerbau bekanntes Gebiet. Wenige Betriebe bewirtschaften hier nach ökologischen Richtlinien. Kann daher eine Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft bezüglich mehrerer Gesichtspunkte erfolgreich verlaufen?

Um diese Frage zu beantworten, wird bezüglich der Fallstudie in Niederbayern untersucht, ob eine Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Hinsicht durchgeführt werden kann.

Mit Hilfe von Humus- und Nährstoffbilanzierungen wird der Frage nachgegangen, ob eine ausgeglichene Humusbilanz vorliegt und die Flächen mit ausreichend Nährstoffen versorgt werden. Hinsichtlich der ökonomischen Untersuchung der Umstellung wird ein besonderes Augenmerk auf den Zeitraum gelegt, in dem bereits eine Bewirtschaftung nach ökologischen Richtlinien erfolgt, Produkte jedoch noch unter konventionellen Gegebenheiten vermarktet werden. Diese Zeitspanne muss besonders kritisch betrachtet werden, da hier oftmals Ertragsrückgänge verzeichnet werden, allerdings noch keine höheren Produktpreise auf ökologische Produkte greifen (DE PONTI et al. 2012, S. 1). Kann in dieser Phase die Problematik des Ertragsrückgangs und der gleichzeitig gleichbleibenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, abgesehen von erhöhter staatlicher Förderung, überwunden werden?

2 Vorstellung der Fallstudie: Landwirtschaftlicher Betrieb in Bayern

2.1 Standörtliche und bodenkundliche Gegebenheiten

Der landwirtschaftliche Betrieb, der für vorliegende Arbeit als Fallstudie verwendet wird, befindet sich südlich der Donau im Landkreis Deggendorf, Niederbayern (Deutschland). Die landwirtschaftliche Fläche im Landkreis ist zu etwa 75 % von Ackerbau und 25 % von Grünland geprägt, wobei sich südlich der Donau der Anteil des Ackerbaus auf 90 % erhöht. Bei den am häufigsten angebauten Kulturen handelt es sich um Getreide, Mais und Zuckerrüben. Eiweiß- und Ölsaaten, Gemüse und Kartoffeln nehmen im Vergleich eine eher untergeordnete Rolle ein. In der Gemeinde der Fallstudie und in angrenzenden Gemeinden führen über die Hälfte der Landwirte ihren Betrieb als Haupterwerbsbetrieb. Der ökologische Landbau ist in Niederbayern mit 3,85 % der landwirtschaftlichen Betriebe vertreten, im Bundesland Bayern liegt der Anteil bei etwa 7 % (AELF Deggendorf s.a., s.p.).

Die Flächen des Betriebes grenzen südlich an den Gäuboden (Dungau). Der Dungau (Abb.1) umfasst das Donautal mit angrenzenden lößbedeckten Niederungen zwischen Regensburg und Vilshofen, die aufgrund ihrer Fruchtbarkeit intensiv landwirtschaftlich genutzt werden. Im Nordosten wird das Gebiet von den Höhenzügen des Bayerischen Waldes abgegrenzt, im Südwesten erfolgt mit einer abnehmenden Lössbedeckung und mit einer beginnenden Bewaldung ein sanfter Übergang zu den ansteigenden Höhenzügen des Altbayerischen Hügellandes (BLUM 2011, S. 1). Die seit 1836 begradigte Donau durchfließt das Gebiet von Nordwesten nach Südosten. Im 19. Jahrhundert wurden heute in Naturschutzgebiete umgewandelte Flussschleifen abgeschnitten. Eine Niedrigwasserregulierung und eine Stauregelung führten im 20. Jahrhundert zu einer Abkopplung der Aue mit einer gleichzeitig eintretenden Intensivierung der Landwirtschaft (BLUM 2011, S. 3). Die vormals durch Eichen-Hainbuchwälder geprägte Vegetation ist zu großen Teilen zu Gunsten landwirtschaftlicher Nutzung zurückgegangen (BLUM 2011, S. 2).

Auf lössbedeckten Hochterrassen, teilweise mit einer Mächtigkeit von 5 bis 6 m, ist Ackerbau die dominante Nutzungsform. Die entstandenen Bodentypen Braunerde und Parabraunerde weisen einen hohen Nährstoffreichtum und eine leichte Bearbeitbarkeit auf. Auf den Niederterrassen von Donau und Isar hingegen sind Formen wie Auwaldreste, Altwasser, Rohstoffabbauflächen, Baggerseen oder Siedlungen häufiger vorzufinden. Carbonatreiche Auenböden wie Auenrendzinen oder Gleyböden prägen das Gebiet (BLUM 2011, S. 1).

Feldstukturen wie Hecken, Feldsäume, Gräben, Alleen oder Obstbäume mussten im Laufe der Zeit der Intensivierung von landwirtschaftlichen Nutzflächen weichen. Flächen mit entsprechender Lössauflage erreichen Bodenzahlen bis zu 82 (AELF Deggendorf s.a., s.p.). Umgangssprachlich wird der Gäuboden als "Kornkammer Bayerns" bezeichnet.

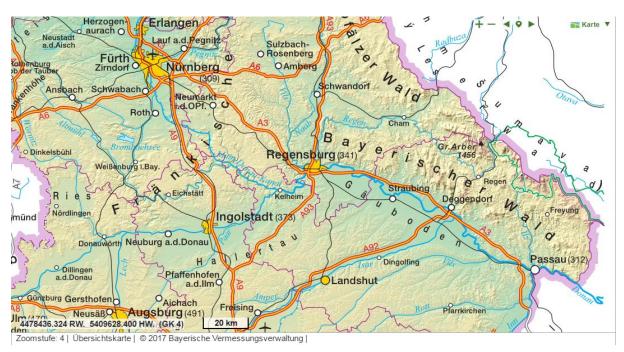


Abbildung 1 Einordnung des Gäubodens in den geographischen Kontext (© 2017 Bayerische Vermessungsverwaltung)

2.2 Klima

Das Klima wird von milden Bedingungen geprägt. Die Niederschlagsmenge beläuft sich auf etwa 600-700 mm im Westen und 800-900 mm im Osten des Gäubodens. Neben heißen Sommern können für die Landwirtschaft relevante Früh- und Spätfröste auftreten. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei über 8,5 °C (BLUM 2011, S. 2).

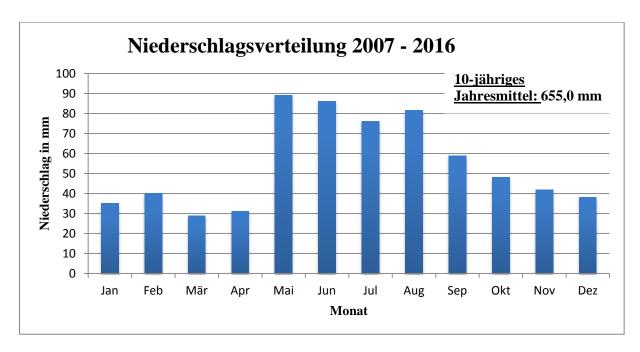


Abbildung 2 Monatliche Niederschlagsmengen gemittelt von 2007-2016 (eigene Betriebsdaten)

Betriebseigene Niederschlagsaufzeichnungen (Abb. 2) im Zeitraum der Jahre 2007-2016 zeigen, dass die Niederschlagsmenge vor Ort bei 655 mm liegt. In diesem Zeitraum wurde im Jahr 2011 mit 561 mm die geringste und im Jahr 2016 mit 859 mm die höchste Niederschlagsmenge ermittelt.

2.3 Bewirtschaftete Fläche

Der landwirtschaftliche Betrieb umfasst 54,00 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche und 0,76 ha Gebäude- und Hoffläche. Bei der Bodenart der landwirtschaftlich genutzten Flächen handelt es sich um 70 % sandige Lehmböden und 30 % anmoorige Böden. Die Bodenwertzahlen befinden sich in einem Rahmen von 50 bis 65. Die bewirtschaftete Fläche teilt sich in 24 Teilflächen mit einer Größe von 0,41 bis 4,18 ha auf.

In den Jahren 2000 bis 2012 wurden zusätzlich 25 ha Ackerland gepachtet. Aus Altersgründen sind knapp 20 ha ab dem Jahr 2016 verpachtet, sodass nur noch 24 ha von dem Betriebsleiter selbst bewirtschaftet werden. Die Hofstelle in Lailling und die Lage der einzelnen Flächenstücke der aktuell bewirtschafteten Flächen ist in Abb. 3 ersichtlich.

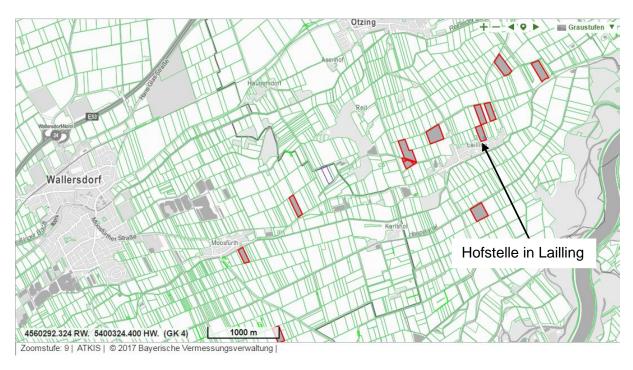


Abbildung 3 Hofstelle und Lage der einzelnen Flächenstücke [rot umrandet] (© 2017 Bayerische Vermessungsverwaltung)

2.4 Pflanzliche Erzeugnisse

Im Zeitraum von 1980 bis 2015 erfolgte ein Rückgang der Kulturen in der Fruchtfolge, was schließlich in eine zweifeldrige Fruchtfolge von 2003 bis 2016 resultierte (Tab. 1). Gründe hierfür sind zum einen wirtschaftliche Motive, zum anderen der Wunsch nach einer Reduktion von Arbeitsstunden. Erst

im Jahr 2016 erfolgte eine erneute Ausdehnung der Kulturen aufgrund der Verpachtung von Flächen. Vom Pächter werden Kartoffeln und Zwiebeln angepflanzt. Die beiden Kulturen bleiben in der Rotation, sodass der Pächter jährlich wechselnde Flächen bewirtschaftet.

Tabelle 1 Seit 1980 angebaute Kulturen

Zeitraum	Pflanzliche Erzeugnisse		Anmerkungen
	Kulturart	Anteil in %	
1980-1990	Zuckerrüben	30	
	Getreide	30	
	Kartoffeln	20	
	Heil- und Gewürzpflanzen	10	
	Lagergemüse	10	
1990-2003	Zuckerrüben	30	2000: Zupachtung
	Winterweizen	20	von 25 ha, Auswei-
	Kartoffeln	20	tung der gesamten
	Körnermais	15	Fruchtfolge auf die
	Zwiebeln	15	zusätzliche Fläche
2003-2016	Körnermais	65	2012: Rückgabe der
	Winterweizen	35	Pacht
ab 2016	Wintergerste	20	
	Winterweizen	20	2016: Kartoffeln
	Körnermais	20	und Zwiebeln durch
	Kartoffeln	20	Verpachtung von 20 ha ausgelagert
	Zwiebeln	20	20 na ausgeiagen

2.5 Maschinelle Ausstattung

In Tab.2 ist eine Übersicht über die maschinelle Ausstattung des Betriebes zu finden. Maschinen, die nicht am Hof vorhanden, für die landwirtschaftliche Produktion jedoch notwendig sind, werden ausgeliehen bzw. werden hierfür Lohnunternehmen beauftragt.

Tabelle 2 Auflistung der maschinellen Ausstattung des Betriebes

Schlepper	Anbaugeräte	Anbaugeräte in Gemeinschaft (50 %)	Sonstiges
Allrad Schlepper (2x)	Maissägerät	Säkombination	Beregnungsrollomat (2x)
Teleskoplader	Volldrehpflug	Rübensägerät	Beregnungsaggregat (2x)
	Scheibenegge	Kreiselegge	Anhänger (8 t, 13 t, 18 t)
	Grubber	Hackmaschine	
	Untergrundlockerer	Pflanzenschutzspritze	
		Mineraldüngerstreuer	

3 SWOT-Analyse

3.1 Grundlagen der SWOT-Analyse und der Tows-Matrix

Bei der Methodik der SWOT-Analyse handelt es sich um eine Vorgehensweise im Bereich des strategischen Managements. Sie basiert auf der grundlegenden Idee, dass erfolgreiche Strategien aus einem Zusammenspiel von internen Ressourcen und externen Möglichkeiten resultieren (AGARWAL et al. 2012, S. 12).

Unternehmen werden von inneren und äußeren Faktoren geprägt, die sich stimulierend oder limitierend auf ihr jeweiliges Vorhaben auswirken können. Eine gute Leistungsfähigkeit soll gewährleistet werden, indem eine Interaktion der Betriebsleitung mit ihrer Umgebung stattfindet. Um darüber hinaus eine erfolgreiche Umsetzung von Zielen sicherzustellen, sollten einerseits die Stärken des Betriebes fokussiert, andererseits die Schwächen wahrgenommen werden. Das volle Potential eines Unternehmens kann jedoch nur dann ausgeschöpft werden, wenn im Rahmen der strategischen Planung eine Identifikation und Evaluation der Faktoren erfolgt, die an der Ausschöpfung des gesamten Potentials beteiligt sind (HOUBEN et al. 1999, S. 125). Als eine relevante Methodik kann hier die SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) angewendet werden, die als Werkzeug bezüglich der Entwicklung potentieller Strategien und Ziele für Betriebe eingesetzt wird. Während es sich bei Stärken und Schwächen um interne Faktoren handelt, umfassen Chancen und Risiken die Situation außerhalb eines Unternehmens. Die aus der Analyse gewonnen Resultate werden genutzt, um Strategien für den jeweiligen Betrieb zu erstellen, die auf Stärken und Schwächen des Betriebes sowie auf Chancen und Risiken in seinem Umfeld eingehen. Stärken umfassen wettbewerbliche Vorteile oder anderweitige Alleinstellungsmerkmale gegenüber weiteren Unternehmen auf dem Markt. Schwächen wiederum wirken hinsichtlich der Strategieverfolgung im Betrieb begrenzend (HOUBEN et al. 1999, S. 126). Bei der Durchführung der Analyse sollen Stärken mit den gegebenen Chancen im Umfeld verwoben werden, damit diese optimal genutzt werden können. Zusätzlich wird ausgelotet, welche Schwächen wiederum Risiken verstärken und somit potentielle Möglichkeiten verringern. Die aus dem Umfeld resultierenden Chancen und Risiken liegen außerhalb des direkten Einflussbereiches des Betriebes. Mit Hilfe von Strategie und Ausrichtung des Betriebes kann man jedoch auf die externen Faktoren reagieren (GHAZINOORY et al. 2011, S. 33).

Über die genauen Ursprünge der SWOT-Analyse herrscht in der Literatur keine vollkommene Klarheit. In verschiedenen Studien wird auf unterschiedliche Ausgangspunkte der Methode verwiesen. PANAGIOTOU (2003, S. 8) nennt in diesem Zusammenhang die Harvard Business School, an der die Methodik von verschiedenen Professoren in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts entwickelt wurde. Auf einer von der Universität von Harvard abgehaltenen Konferenz im Jahr 1963 wurde sie erstmals umfangreich diskutiert und als erheblicher Fortschritt im Bereich des strategischen Denkens angesehen (PANAGIOTOU 2003, S. 8F). Humphrey (2005, S. 7) hingegen vertritt die Ansicht, dass die Metho-

dik im Zeitraum von 1960 bis 1970 von Forschern des "Stanford Research Institutes" entwickelt wurde, zu denen er selbst zählt.

Die Methodik der SWOT-Analyse als Teil der strategischen Planung stößt nicht überall auf Anklang. HILL und WESTBROOK (1997, S. 44ff) beispielsweise üben Kritik an der Methode mit der Begründung, dass die SWOT-Analyse keine analytische Herangehensweise an die zu untersuchende Thematik darstellt, sondern über eine Beschreibung der Gegebenheiten nicht hinausgeht. Die Wortwahl sei oftmals zu allgemein und Lösungsvorschläge von verschiedenen Problemen werden nicht gegeben. Außerdem werden Aussagen selten mit Daten oder Analysen belegt. Zudem weisen beide Autoren daraufhin, dass die Entwicklung der SWOT-Analyse in einem Zeitraum stattfand, der durch das Vorhandensein stabiler Märkte charakterisiert werden kann. Heutige Marktbedingungen weisen eine unterschiedliche Charakteristik auf und sind von Diversität und Instabilität geprägt. Dies erfordert unter Umständen ein Überdenken der Herangehensweise an strategische Problemstellungen. Die Studie von HILL und WESTBROOK (1997, S. 44ff) zweifelt die Zeitgemäßheit der SWOT-Analyse unter heutigen Rahmenbedingungen an.

Trotz negativer Kritik bleibt die SWOT-Analyse eine hilfreiche Methode, um einen Überblick über ein vorhandenes System zu bekommen und um sich mit aktuellen Gegebenheiten vertraut zu machen. Interne und externe Faktoren eines Betriebes werden miteinander verknüpft, um daraus Rückschlüsse für ein weiteres Vorgehen schließen zu können. Des Weiteren schafft sie einen Rahmen, der mit weiteren Methoden kombiniert werden kann (GHAZINOORY et al. 2011, S. 25). GHAZINOORY et al (2011, S. 26ff) stellen in ihrer Studie die Relevanz der SWOT-Analyse als häufig angewandte Methode heraus, indem sie auf mehr als 500 veröffentlichte Arbeiten bis zum Jahr 2009 verweisen, bei denen sie Anwendung fand. Die Studie verschafft einen Überblick, in welchen Bereichen eine Durchführung der Analyse am häufigsten erfolgte. Überraschenderweise kann hier an erster Stelle der Bereich Landwirtschaft mit 16,6 % an der Gesamtheit der untersuchten Studien genannt werden, gefolgt vom Gesundheitswesen (12,6 %) und von Tourismus (7,4 %).

Bezüglich der Durchführung einer SWOT-Analyse gibt es verschiedene Herangehensweisen. COMAN und RONEN (2009, S. 5679) führen auf Basis einer Durchsicht von über 500 von Unternehmen durchgeführten Analysen folgende Kriterien an, die hinsichtlich der Erstellung der Stärken und Schwächen berücksichtigt werden sollten:

Präzision:

Die Anzahl der der Stärken bzw. Schwächen soll überschaubar bleiben; die Empfehlung liegt bei maximal 4 bis 5 Positionen pro Liste.

Handlungsfähigkeit:

Die jeweiligen Stärken bzw. Schwächen sollen eine folgende Handlung zulassen und anregen. Eine klare Formulierung von daraus resultierenden Zielen sollte abgeleitet werden können.

Maßgeblichkeit:

Die Positionen besitzen einen wesentlichen Einfluss auf die Wertschöpfung des Unternehmens. Schwächen, die dem Kriterium der Handlungsfähigkeit entsprechen, jedoch eine vernachlässigbare Wirkung auf die Wertschöpfung des Unternehmens haben, sollen von der Analyse ausgeschlossen werden.

Authentizität:

Aufgeführte Stärken/Schwächen sollen realistisch sein und keinem Wunschdenken entsprechen.

Um Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken miteinander in Verbindung bringen zu können, wird im Anschluss der SWOT-Analyse eine TOWS-Matrix verwendet, die die Darstellung der Verbindung ermöglicht. Hier wird auf das Ziel dieser Arbeit, die theoretische Umstellung eines konventionellen Ackerbaubetriebes auf eine ökologische Wirtschaftsform, hingearbeitet. Auf Basis der SWOT-Analyse und der TOWS-Matrix werden zwei verschiedene Szenarien erstellt, wie eine Umstellung des Betriebes in die Realität umgesetzt werden könnte.

Die TOWS-Matrix ist eine Situations-Analyse nach WEIHRICH (1982, S. 1ff), die wie oben beschrieben Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken in einer Matrix zueinander in Beziehung setzt. WEIHRICH (1982, S. 1) verweist darauf, dass oftmals Stärken der Unternehmen genutzt werden, um wiederum auf Chancen im Umfeld einzugehen. Genauso wichtig sei es jedoch, die Herausforderung anzunehmen, Schwächen zu überwinden. Tab. 3 zeigt das Grundgerüst einer TOWS-Matrix.

Tabelle 3 Schematische Darstellung der TOWS-Matrix (geändert n. WEIHRICH (1982, S. 10))

Interne Faktoren	Auflistung Stärken (S)	Auflistung Schwächen (W)
	(1)	(1)
	(2)	(2)
Externe Faktoren	(3)	(3)
Auflistung Chancen (O)		
(1)	SO: Maxi-Maxi	WO: Mini-Maxi
(2)	SO. IVIAAI-IVIAAI	W O. Willii-Waxi
(3)		
Auflistung Risiken (T)		
(1)	ST: Maxi-Mini	WT: Mini-Mini
(2)	51. WIGAI-WIIII	W 1. Willi Willi
(3)		

Liegt bei der Erstellung einer Strategie der Schwerpunkt auf internen Stärken und externen Chancen, spricht man von einer SO-Strategie. Um allerdings sowohl Stärken als auch Chancen im Umfeld miteinander verbinden und steigern zu können, müssen Schwächen überwunden und Risiken bewältigt werden (WEIHRICH 1982, S. 11).

Bei einer ST-Strategie steckt nach WEIHRICH (1982, S. 11) die Idee dahinter, Stärken zu nutzen, die auf Risiken im Umfeld des Betriebes eingehen und die Fähigkeit haben, diese bewältigen zu können. Somit werden Risiken verringert, gleichzeitig aber auch Stärken optimiert und ausgebaut.

Bei einer WO-Strategie wiederum werden Chancen außerhalb und Schwächen innerhalb des Betriebes fokussiert. Da Schwächen Betriebe daran hindern können, Möglichkeiten effektiv zu nutzen, wird in dieser Strategie die Zielstellung verfolgt, entsprechende Schwächen zu minimieren, um auf Chancen optimal reagieren zu können (WEIHRICH 1982, S. 11).

Muss bei einem Betrieb eine WT-Strategie angewandt werden, steht das Unternehmen meist vor größeren Problemen sowohl im internem als auch externem Kontext. Die Aufgabestellung beinhaltet die Minimierung sowohl von Schwächen als auch von Risiken. Diese Art der Strategie kann beispielsweise bei einer Fusionierung von Betrieben oder bei einem Rückgang in den Tätigkeitsbereichen Anwendung finden. Generell wird jedoch angestrebt, die Anwendung der WT-Strategie vermeiden zu können (WEIHRICH 1982, S. 11).

3.2 Durchführung der SWOT-Analyse

Um die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Fallstudie zu ermitteln, wird zunächst ein Blick auf die aktuelle Situation des Betriebes geworfen. Wie wird der Betrieb aktuell bewirtschaftet? In welche Richtung hat sich der Betrieb in den vergangenen Jahren entwickelt? Dazu werden die Informationen herangezogen, die bei der Vorstellung der Fallstudie zu finden sind. Bei den Überlegungen zu den Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken ist der Gedanke der Umstellung des Betriebes auf eine ökologische Wirtschaftsform bereits präsent.

Um nun Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken zu erfassen, wird eine zunächst leere Matrix mit vier Feldern (LOMBRISER & ABPLANALP 2010, 218) erstellt, mit deren Hilfe die SWOT-Analyse durchgeführt wird. Am Ende werden darin die Ergebnisse aufgelistet. Zu Beginn wird die Brainstorming-Technik angewandt, um zunächst Ideen zu sammeln und diese dann mehr und mehr zu fokussieren. Ähnliche Argumente werden identifiziert und anschließend unter einem Stichpunkt zusammengefasst (RAUCH 2007, 416).

Im Prozess des Brainstormings werden verschiedene Informationsquellen herangezogen. Bei der Analyse der internen Gegebenheiten werden mit Hilfe der Informationen über die Fallstudie interne Faktoren untersucht. Wo liegen Stärken, wo liegen Schwächen, wenn der Betrieb auf eine ökologische Landwirtschaft umgestellt wird? Wäre es eine reine Betrachtung der Ist-Situation, würde die Ermittlung der Stärken und Schwächen sowie der Chancen und Risiken unter anderen Rahmenbedingungen stattfinden. Daher ist es notwendig, neben den Informationen über den Betrieb Bedingungen zu beleuchten, die mit einer ökologischen Landwirtschaft einhergehen. Diese sind notwendig, um alle Faktoren vollständig zu erfassen.

Im Folgenden werden Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken bei einer Umstellung des Betriebes genannt. Vorerst wird jedoch an zwei Beispielen eine Stärke sowie eine Chance dargestellt, um das Konzept besser erfassen zu können.

Während Stärken auf Dinge hinweisen, die den Betrieb in seiner Entwicklung positiv beeinflussen, können ihn Schwächen in seiner Entwicklung hemmen. Die 'Berücksichtigung ökologischer Aspekte' wird bei den Ergebnissen der SWOT-Analyse als Stärke aufgeführt, die bei der Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft eintreten würde. In den letzten Jahren wurden ökologische Aspekte mit zwei Fruchtarten in der Fruchtfolge wenig berücksichtigt. Da es sich bei der Aufstellung der Fruchtfolge um einen internen Vorgang im Betrieb handelt, kann die Berücksichtigung ökologischer Aspekte als Stärke verstanden werden. Die Stärke kann den Betrieb dahingehend positiv beeinflussen, entsprechende Abnehmer für seine Produkte zu finden, die Wert auf eine ökologische Produktion legen. Zudem ist für die potentielle Betriebsleiterin der Fallstudie der Umstand von Bedeutung.

Im Gegensatz zu den Stärken und Schwächen können Chancen und Risiken kurzfristig nicht direkt vom Betrieb beeinflusst werden (HOUBEN et al. 1999, S. 126). Während eine Chance Aussichten auf Erfolge zulässt, können Risiken zu schädlichen Folgen führen. Die "Erschließung neuer Märkte bezüglich ökologischer Produkte" ist eine Chance für den Betrieb, neue Wege der Vermarktung für sich zu ermöglichen. Ob der Betrieb jedoch einen Zugang zu den erforderlichen Märkten erhält, hängt hierbei von bestimmten externen Faktoren wie z.B. dem Absatzmarkt für ein bestimmtes Zielpublikum ab. Da auch externe Gegebenheiten eine Rolle spielen, erfolgt die Einstufung der "Erschließung neuer Märkte bezüglich ökologischer Produkte" als Chance.

Im nächsten Abschnitt ist ein Überblick über Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken zu finden. Bei Ermittlung aller Faktoren wurde die Erfahrung gemacht, dass es nicht immer einfach ist, interne und externe Faktoren eindeutig voneinander zu trennen. So sind beispielsweise die "Aufrechterhaltung einer ausreichenden Nährstoffversorgung" oder ein "Beikrautdruck" in der ökologischen Landwirtschaft Risiken, die eintreten könnten. Gleichzeitig sind diese Risiken nicht ausschließlich extern, da darauf durch eine Änderung des Betriebsmanagements und somit intern reagiert werden kann. Möglicherweise tritt daraufhin eine Verbesserung der Situation ein. Bei Fällen, in denen eine klare Trennung interner und externer Faktoren schwierig ist, wird im Abschnitt der Ergebnisse der SWOT-Analyse begründet, warum die Einordnung in die entsprechende Kategorie erfolgt. Nach dem Überblick über alle Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken werden die einzelnen Punkte näher erläutert. Damit die Ergebnisse der Analyse auch für Ackerbaubetriebe offen bleiben, die ebenfalls eine Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft erwägen, wird bei der Beschreibung der einzelnen Punkte nur wenn es nötig ist auf den Betrieb direkt eingegangen.

Um im Anschluss Handlungsstrategien ableiten zu können, wird eine TOWS-Matrix erstellt. Die aufgestellten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken werden in der Matrix einander gegenübergestellt. Nach WEIHRICH (1982, S.11) werden jeweils zwei der vier Bereiche bei der Erstellung der Handlungs-

strategien miteinander verwoben. Je nachdem erfolgt dabei der Versuch, Stärken und/oder Chancen verstärkt zu nutzen bzw. Schwächen und/oder Risiken weitestgehend zu minimieren.

3.3 Ergebnisse der SWOT-Analyse

3.3.1 Überblick über die Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken bezogen auf den landwirtschaftlichen Betrieb aufgelistet, der im Kapitel 2 als Fallstudie vorgestellt wurde. Abb. 4 gibt einen Überblick über Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Analyse. Im Anschluss daran werden die einzelnen Punkte genauer erläutert.

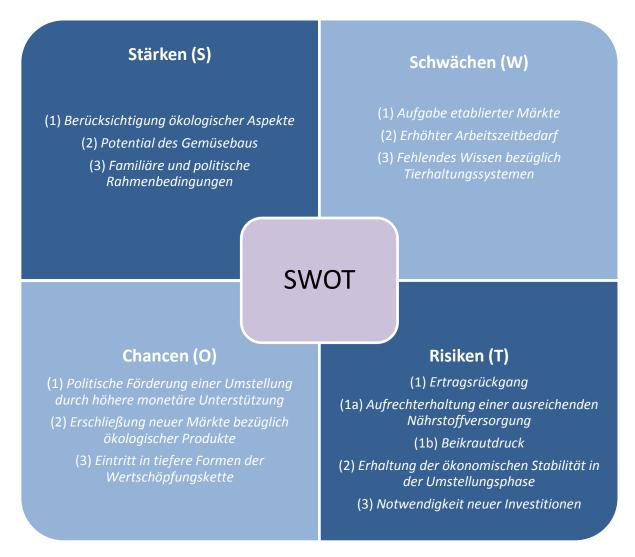


Abbildung 4 Übersicht über Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken im Rahmen der SWOT-Analyse

3.3.2 Stärken

(1) Berücksichtigung ökologischer Aspekte

Ab dem Jahr 2003 wurde beim Fallbeispiel die Anzahl der Fruchtarten auf zwei Früchte in der Fruchtfolge reduziert (35 % WW - 65 % KM). Als Hauptgründe hierfür können Arbeitsersparnis und wirtschaftliche Beweggründe angeführt werden. Aufgrund der Verpachtung von Flächen erfolgte im Jahr 2016 eine Ausweitung auf eine fünffeldrige Fruchtfolge (WG - WW - KM - K - ZW) mit einem Anteil von je 20 %. Hinsichtlich heterogener Landschaftsstrukturen, Biodiversitätsfragen und ökologischer Aspekte kann eine zweifeldrige Fruchtfolge über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren als wenig wünschenswert erachtet werden. Die Frage ist, ob hierdurch Leistungen des Ökosystems wie der Erhalt von Bodenqualität und Bodenfruchtbarkeit, Bestäubungsvorgänge oder biologische Schädlingskontrolle erhalten bleiben können. Aufgrund der Anwendung chemisch-synthetischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel ist es oftmals nicht offensichtlich, ob regulatorische Fähigkeiten von Ökosystemen ausbleiben.

KREMEN und MILES (2012, S. s.p.) sind im Rahmen einer Meta-Studie auf die Wirksamkeit verschiedener Ökosystemleistungen in konventionellen und in biologisch diversifizierten Bewirtschaftungssystemen eingegangen. Es wurde bewusst auf die Begrifflichkeit der ökologischen Landwirtschaft verzichtet, da die Autoren bezüglich diversifizierter Systeme Kriterien ansetzten, die nicht kongruent mit den Richtlinien einer ökologischen Wirtschaftsweise verlaufen. Als Indikatoren für diversifizierte Bewirtschaftungssysteme werden genetische und sortenspezifische Diversität, Einbindung von Zwischenfrüchten und Untersaaten, Tierhaltung sowie die Etablierung halbnatürlicher Habitate wie Hecken oder Weiden angesetzt. Diese Herangehensweise ist insofern zu befürworten, da konventionelle und ökologische Landwirtschaft einander nicht gegenübergestellt werden. In beiden Systemen können positive wie negative Aspekte je nach Gestaltung der Bewirtschaftung auftreten. Hinsichtlich der Vielfalt an Organismen kann in diversifizierten Systemen ein bis zu 50 % erhöhtes Vorkommen an Organismen sowie ein bis zu 30 % höherer Artenreichtum festgestellt werden. Die ist von der Organismengruppe, der Intensität der Bewirtschaftung sowie der Gliederung der Landschaft abhängig (BENGTSSON et al. 2005, S. 264). CHAPLIN-KRAMER et al. (2011, S. 922ff) zeigen auf, dass sich heterogene Landschaftsstrukturen positiv auf die Präsenz von Nützlingen auswirken. Von den Autoren wird jedoch kritisiert, dass nur wenige Studien darauf eingehen, ob damit auch eine tatsächliche Reduktion der Schädlinge verbunden ist. Hierfür wäre eine längerfristige Untersuchung von mindestens 2 Jahren erforderlich.

Als Folge der Intensivierung landwirtschaftlicher Produktionssysteme können neben einem Rückgang an Nützlingen auch negative Auswirkungen z.B. auf die Bestäubungsleistung von Bienen genannt werden. Eine in den USA durchgeführte Untersuchung zeigt auf, dass Tätigkeit von Bienen sowohl vom Vorhandensein bestimmter Landschaftsstrukturen als auch vom Einsatz von Pestiziden beeinflusst wird (KREMEN et al. 2002, S. 16816). In weiten Teilen der USA wird eine Bestäubung durch

Bienen als Dienstleistung angeboten. Ist eine wechselseitige Bestäubung einer Kultur erforderlich, werden zur Blüte Bienenstöcke zum jeweiligen Ort transportiert. Die Bestäubungsleistung der im System vorhanden Bienen würde nicht mehr ausreichen, um angestrebte Erträge der jeweiligen Kultur zu realisieren. In der Europäischen Union wurde diesem Umstand zumindest in indirekter Weise mit der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie zur "Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen" Rechnung getragen. Unter der Berücksichtigung wirtschaftlicher, sozialer, kultureller und regionaler Interessen ist es das Hauptziel, die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu fördern (EUROPÄISCHE UNION 1992, Richtlinie 92/43/EWG).

Das Kriterium der Bodenbeschaffenheit wird durch höhere Gehalte an organischer Substanz positiv beeinflusst. Damit in Verbindung stehen Eigenschaften wie der Kreislauf an Nähstoffen, Aggregatbildung und -stabilität, Wasserhaltekapazität, pH-Pufferung, Reduktion der Erosion sowie eine Verbesserung des Pflanzenwachstums (MAGDOFF & WEIL 2004, S. 10ff). Managementmaßnahmen, die beispielsweise Gründüngung, Zwischenfrüchte, Untersaaten, die vollständige Ausnutzung der Vegetationsperiode oder die Aufbringung von Kompost bzw. tierischem Dünger beinhalten, können sich positiv auf den Gehalt an organischer Substanz im Boden und damit auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken. Nichtsdestotrotz kann es auch unter einer diversifizierten Bewirtschaftung zu Nähstoffverlusten kommen. Hier spielen Faktoren wie Eigenschaften des Substrates, Art und Zeitpunkt der Ausbringung sowie C/N-Verhältnis organischer Dünger oder die Aufnahme der durch Mikroorganismen verfügbar gemachten Nährstoffe durch Pflanzen eine Rolle (MAGDOFF & WEIL 2004, S. 33ff).

Aufgrund der zahlreichen positiven Auswirkungen, die durch eine diversifizierte Bewirtschaftung möglich sind, kann festgestellt werden, dass eine Ausweitung der Fruchtfolge unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte sinnvoll ist. Die Fruchtfolge der Fallstudie bestand über zehn Jahre lediglich aus zwei Früchten. Bei einer Ausweitung der Fruchtfolge können regulatorische Kräfte von Ökosystemen positiv beeinflusst werden. Ziel ist es, mit Hilfe eines durchdachten Nährstoffmanagements und der Überprüfung von Nährstoffgehalten im Boden Verlusten entgegen zu wirken. Einer Förderung der Vielfalt im System, beispielsweise im Hinblick auf Artenreichtum und Anzahl pflanzlicher und tierischer Organismen, folgen oftmals keine unmittelbar ersichtlichen Auswirkungen. Langfristig kann sie jedoch zur Stabilität des Systems beitragen und vor negativen äußeren Einflüssen schützen. Besitzt ein Boden beispielsweise eine schlechtes Bodengefüge, kann versucht werden dieses durch den Anbau verschieden tiefwurzelnder Arten zu verbessern. Folglich haben Starkregenfälle geringere negative Effekte auf den Boden.

(2) Potential des Gemüsebaus

Mit der Lage des Betriebes gehen günstige Bedingungen für den Gemüsebau einher, die momentan aber nicht genutzt werden. Regional kommt es derzeit zum Anbau von Gurken, Bohnen, Kohl und Salat. Warme, sandige Lehmböden erwärmen sich im Frühjahr relativ schnell. Reicht der Niederschlag nicht aus, wäre die Möglichkeit der Beregnung gegeben. Hinsichtlich der Witterungsbedingungen ist

für den Gemüsebau ein gemäßigtes, ausgeglichenes Klima erforderlich, möglichst ohne starke Trockenheits- und Hitzeperioden (MCSORLEY 1999, 206).

Der Gemüsebau kann als Chance für den Ökolandbau gesehen werden, da sich hier neue Vermarktungswege eröffnen. Momentan erfolgt beim Fallbeispiel der Verkauf der Ernteprodukte über den Handel. Bei großflächigen Ackerkulturen wie Getreide oder Mais bleiben kaum Alternativen zur klassischen Vermarktung über Handelsgesellschaften. Der Anbau von Gemüse in kleinem Rahmen öffnet Wege in die Direktvermarktung. Denkbar wäre eine Vermarktung über Wochenmärkte, Bio-Gemüsekisten oder einen Hofladen. Voraussetzung ist hierfür jedoch, eine breite Produktpalette anzubieten, um dem individuellen Bedarf des Einkäufers gerecht zu werden. Im Gegensatz dazu ist bei einer Produktion für den Handel und die verarbeitende Industrie meist eine Spezialisierung notwendig, um entsprechenden Mengen liefern und den Anforderungen an die Produkte gerecht werden zu können (GoY et al. 2007, s.p.). Bei einer Befragung von Betrieben konnten GoY et al. (2007, s.p.) feststellen, dass direktvermarktende Betriebe durchschnittlich 30 Freiland-Gemüsearten produzieren, während bei über den Handel vermarktenden Betrieben die Anzahl bei 16 liegt. Hier konnte zusätzlich die Planung einer flächenmäßigen Ausweitung der Gemüseproduktion festgestellt werden. Direktvermarktende Betriebe zeigten diese Tendenz in wesentlich geringerem Umfang.

Wird die Produktion von Gemüse bei der Umstellung des Betriebes in Erwägung gezogen, sollte bereits zu Beginn die Entscheidung getroffen werden, welche Form der Vermarktung gewählt wird. Im Anschluss können dementsprechende Managementmaßnahmen getroffen werden.

(3) Familiäre und politische Rahmenbedingungen

Hofnachfolgen und Hofübergaben gestalten sich in der Landwirtschaft oftmals schwierig. Eine innerfamiliäre Hofnachfolge ist in vielen Fällen nicht mehr gesichert. Auf Basis dieser Entwicklung wurden Initiativen wie die Plattform *hofgründer.de* entwickelt, um zwischen Suchenden und potentiellen Anbietern Kontakte herzustellen. Um zudem den Einstieg in die Landwirtschaft für junge Menschen zu erleichtern, wurde im Rahmen der GAP eine JunglandwirtInnenprämie aufgenommen (VIETH & FRIEDER 2013, 58f).

Ist eine innerfamiliäre Hofnachfolge gesichert, können wiederum Streitigkeiten zwischen den Generationen auftreten. Im Hinblick auf eine ökologische oder konventionelle Bewirtschaftung des Betriebes treten oft Meinungsverschiedenheiten auf. Bei den beteiligten Akteuren der Fallstudie handelt es sich um ein Ehepaar, die aktuellen Bewirtschafter des Hofes, und ihre drei Töchter. Die beiden älteren Töchter haben sich beruflich anderweitig orientiert und kein Interesse an der Landwirtschaft. Einzig die jüngste Tochter hat Agrarwissenschaften studiert, während des Studiums jedoch auch eine andere Mentalität bezüglich der Bewirtschaftung des Hofes entwickelt. Anfängliche Diskussionen über das Thema verliefen kontrovers. Im Lauf der Zeit wurde jedoch ein Verständnis für die jeweils andere Meinung entwickelt. Sollte in Zukunft der Hof von der Tochter übernommen werden, würde eine Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise seitens der Eltern akzeptiert und unterstützt werden.

3.3.3 Schwächen

(1) Aufgabe etablierte Märkte

In der gegenwärtigen Situation des Betriebes erfolgt die Vermarktung der Ernteprodukte über die "Raiffeisen Waren GmbH", die Handel mit Saatgut, Getreide, Kartoffeln, Futtermitteln, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Landtechnik sowie Haus- und Gartenartikeln betreibt.

Getreideprodukte werden direkt an die GmbH gegeben, von dort erfolgt eine Weitergabe an die "Rosenmühle Ergolding" sowie an die "Weiss-Mehl GmbH". Die Produkte werden zu diversen Mehlarten für Brot- und Backwaren sowie zu Schroten verarbeitet.

Die Ernte des Körnermaises wird direkt an Futtermittelwerke weitergegeben, die Vermittlung wird ebenfalls von der "Raiffeisen Waren GmbH" durchgeführt. Der Mais wird in Futterrationen für Hähnchen- und Putenmast verwendet.

In der Vergangenheit waren Zuckerrüben in die Fruchtfolge integriert, deren Vermarktung an die "Südzucker AG" basierend auf vorhandenen Kontingenten erfolgte. Aufgrund sinkender Preise wurde der Anbau ausgesetzt, die Kontingente sind zeitlich begrenzt an andere Landwirte abgegeben worden. Seit längerer Zeit nicht mehr in der Fruchtfolge vorhandene Kartoffeln wurden über die Stärkefabrik "Südstärke" in Sünching vermarktet, bei Speisekartoffeln erfolgte die Abgabe an italienische Händler und die "BayWa AG". Die Kontingente für Stärkekartoffeln wurden nach der Aufgabe des Kartoffelanbaus abgegeben. In den 1980er Jahren produzierte Kräuter wurden von der heute nicht mehr existierenden "Obst- und Gemüseverwertungsgenossenschaft Künzing" verarbeitet.

Die bisher genutzten Vermarktungswege müssen im Falle einer Umstellung aufgegeben werden, da diese auf konventionelle Produkte ausgerichtet sind. Vermarktungswege für ökologische Produkte, entweder in Form von Direktvermarktung oder über den Handel, müssen gefunden werden. Bei Bio-Zuckerrüben ist die "Südzucker AG" immer noch ein möglicher Abnehmer, allerdings muss hier vorher der Bedarf an Bio-Zucker geklärt werden. Dieser wird außerhalb der Kontingente geregelt.

(2) Erhöhter Arbeitszeitbedarf

Die Umstellung eines Hofes auf eine ökologische Bewirtschaftung kann je nach Ausrichtung der Produktion zu einem erhöhten Arbeitsaufwand führen.

Nach Offermann und Nieberg (2000, 14) ist der Arbeitszeitbedarf pro ha unter ökologischer Bewirtschaftung durchschnittlich um 10 bis 20 % höher als unter konventioneller Bewirtschaftung. Dies ist jedoch stark abhängig von der Art der Bewirtschaftung. So kann bei extensiven Milchviehbetrieben der Arbeitszeitbedarf sinken, während er bei Gartenbaubetrieben stark ansteigt. Ökologische Ackerbaubetriebe und Gemischtbetriebe weisen meist einen höheren Arbeitszeitbedarf als konventionelle Betriebe auf, dieser bleibt jedoch im Vergleich zu Gartenbaubetrieben im Rahmen (Offermann & Nieberg 2000, 15). Ist ein zusätzlicher Arbeitszeitbedarf bei der Umstellung auf den Ökolandbau gegeben, muss überprüft werden, ob weitere Arbeitskräfte notwendig und ob diese verfügbar sind.

(3) Fehlendes Wissen bezüglich Tierhaltungssystemen

In den vergangenen Jahren ist dem Betrieb das praktische Wissen um Tierhaltung abhanden gekommen. Bis etwa 1965 wurden von der vorherigen Generation Kühe und Schweine gehalten. Seitdem erfolgte eine Spezialisierung auf Ackerbau, wodurch das vorhandene praktische Wissen nicht weiter getragen und ausgeweitet wurde. Wird bei einer Umstellung Tierhaltung in den Betrieb integriert, muss dieses Wissen neu aufgebaut und praktische Erfahrung gesammelt werden.

3.3.4 Chancen

(1) Politische Förderung einer Umstellung durch höhere monetäre Unterstützung

Im Rahmen der beiden Säulen der 'Gemeinsamen Agrarpolitik' (GAP) der Europäischen Union werden Landwirte mit dem Ziel gefördert, "die Produktivität der Landwirtschaft durch Förderung des technischen Fortschritts, Rationalisierung der landwirtschaftlichen Erzeugung und den bestmöglichen Einsatz der Produktionsfaktoren, insbesondere der Arbeitskräfte, zu steigern" (EUROPÄISCHE UNION 2009, Art. 39 AEUV). Auf umweltpolitische Themen wird in der 2. Säule der GAP Bezug genommen, die in Deutschland von den Ländern gestaltet wird. Der ökologische Landbau wird im Bundesland Bayern innerhalb des Kulturlandschaftsprogrammes (KULAP) gefördert. Um einen Anspruch auf eine Förderung geltend machen zu können, müssen Auflagen der EG-ÖKO-Verordnung berücksichtigt werden, derer Einhaltung jährlich überprüft wird (EUROPÄISCHE UNION 2007, Verordnung (EG) 834/2007). Der Freistaat Bayern stellt im Rahmen des KULAP zusätzliche Bedingungen, die Landwirte zu erfüllen haben, um eine Förderung zu erhalten. So ist hier beispielsweise eine Teilumstellung der Betriebe nicht möglich (StMELF Nr. 2011/08 2011, S. 6). In den ersten beiden Jahren werden für Umstellungsbetriebe etwas höhere Fördersätze angesetzt, eine Übersicht wird in Tab. 4 gegeben.

Tabelle 4 Fördersätze für den ökologischen Landbau im Gesamtbetrieb (KULAP-Maβnahmen)

	Fördersätze im 1. und 2. Jahr	Fördersätze ab dem 3. Jahr
	in € pro ha	in € pro ha
Ackerland und Grünland	350	273
Gärtnerisch genutzte Flächen	915	468
Dauerkulturen	1250	975

Durch die zusätzliche Förderung können Ertragseinbußen unter ökologischer Bewirtschaftung gemeinsam mit höheren Marktpreisen für ökologische Produkte abgemildert werden. Ob jedoch die erhöhten Zahlungen pro ha in den ersten beiden Jahren ermöglichen, in der Umstellungsphase keine wirtschaftlichen Einbrüche zu erleiden, muss untersucht werden.

(2) Erschließung neuer Märkte bezüglich ökologischer Produkte

Wie bereits erwähnt können bisher genutzte Wege der Vermarktung der Ernteprodukte nicht weiter genutzt werden, da nach der Umstellung eine Ausrichtung der Vermarktung auf ökologische Produkte erfolgen sollte.

Eine grundlegende Entscheidung bei der Erschließung neuer Märkte ist, ob eine Form der Direktvermarktung, der Einbezug von Zwischenhändlern oder eine Kombination aus beidem angestrebt wird. Bleibt der Produktionsschwerpunkt auf Feldfrüchte des Ackerbaus bestehen, ist eine reine Direktvermarktung nur schwer zu verwirklichen.

Märkte für biologische Produkte sind nicht nur auf kleine Strukturen beschränkt, ökologisch produzierte Ware ist mittlerweile auch im Lebensmitteleinzelhandel in jeder Handelskette präsent. Einer Marktstudie zu Folge hat das Fehlen ökologischer Produkte im Warensortimente umsatzschädigende Auswirkungen, da die Nachfrage nach Bioprodukten stärker geworden ist (BÖLW 2017, S. 26). Eine Ausrichtung des Absatzmarktes in Richtung Lebensmitteleinzelhandel bringt jedoch positive wie negative Aspekte mit sich. Es können große Mengen abgenommen werden, die logistische Organisation des Produkttransportes wird vereinfacht und der Aufbau eines eigenen Kundenkreises ist nicht notwendig. Andererseits kann es aufgrund vieler Hersteller aber weniger Händler im Lebensmitteleinzelhandel zu einer asymmetrischen Verteilung in den Verhandlungspositionen beispielsweise bezüglich Produktpreisen kommen. Auf Basis von EU-Normen und den Anforderungen in der Verarbeitung werden zudem zahlreiche Anforderungen bezüglich Güteeigenschaften, Größensortierung oder Aufmachung an die Produkte gestellt, sodass ein gewisser Teil der Ernte als nicht vermarktungsfähig gilt (GOY et al. 2007, s.p.). Sowohl basierend auf der Ethik des ökologischen Landbaus als auch vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung ist dies als problematisch einzustufen.

Hinsichtlich der Form des Direktvertriebes der Produkte ist bei der Fallstudie die Möglichkeit des wöchentlichen Verkaufes auf einem Bauernmarkt in der nächstgelegenen Stadt gegeben. Ebenso kann die Etablierung eines Hofladens angedacht werden, sofern eine ausreichende Breite in der Produktpalette und eine ausreichende Nachfrage vorhanden ist. Hier wäre ein Zusammenschluss mit einem Hofladen im Nachbarort denkbar, um den Arbeitsaufwand zu reduzieren. Eine Einführung von Gemüsekisten wäre eine weitere Form der Direktvermarktung. Bei entsprechender Produktion an Gemüse kann eine wöchentliche Lieferung der Kisten angestrebt werden. Hierfür ist jedoch neben ausreichendem Marketing auch eine genaue Planung im Vorfeld erforderlich. Generell ist bezüglich Direktvermarktung anzumerken, dass hier gegensätzlich zum Lebensmitteleinzelhandel keine Strategie der Spezialisierung verfolgt werden kann. Um Konsumenten ansprechen und auch halten zu können, ist ein Angebot erforderlich, das möglichst breit aufgestellt ist und über eine möglichst langen Zeitraum im Jahr verfügbar ist, auch wenn das Angebot dabei variiert.

(3) Eintritt in tiefere Formen der Wertschöpfungskette

Erfolgt die Entscheidung, einen Teil der Produkte direkt zu vermarkten, besteht die Möglichkeit, tiefer in die Wertschöpfungskette einzutreten. Je nach Ausrichtung des Betriebes wäre die Herstellung von Käse und Milchprodukten aus am Hof produzierter Milch, das Backen von Brot aus einem Teil des angebauten Getreides oder die Konservierung verschiedener Gemüsearten denkbar. Wird die Herstellung der veredelten Produkte in kleinem Maßstab betrieben, kann hier aufgrund der Produktmengen mit großer Wahrscheinlichkeit nur die Direktvermarktung angestrebt werden. Ein Verkauf in - soweit noch vorhandenen - Dorfläden oder eine Weitergabe der Produkte an die Gastronomie wären ebenso denkbar.

In den letzten Jahrzehnten sind verschiedene Formen der Tierhaltung in der Region stark zurückgegangen, Schwerpunkt der Ausrichtung der Betriebe liegt auf der ackerbaulichen Produktion. Trotz den Vorteilen einer Spezialisierung auf Ackerbau ist es vorstellbar, Formen der Tierhaltung wieder in den Betrieb zu integrieren.

3.3.5 Risiken

(1) Ertragsrückgang

Risiken werden bei der SWOT-Analyse definiert als externe Faktoren, die vom Unternehmen nicht beeinflusst werden können (GHAZINOORY et al. 2011, S.33). Der Rückgang des Ertrages in der ökologischen Landwirtschaft kann ein solches Risiko sein, das durch zu hohen Beikrautdruck oder einer unzureichenden Versorgung der Kulturen mit Nährstoffen eintreten kann. Allerdings müssen diese Faktoren nicht auftreten, wenn Bedingungen, um sie zu vermeiden, optimal gestaltet werden können. Eine Schwäche wiederum deutet an, dass der Rückgang des Ertrages nicht vermieden werden kann. Daher werden die Ertragsreduktion und die zugehörigen Unterpunkte den Risiken zugeordnet, auch wenn sie vom Betrieb beeinflusst werden können und somit nicht vollständig extern sind.

Ein verbreitetes Risiko bei der Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsform ist die potentielle Reduktion der Erträge aufgrund der Veränderung bezüglich Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen. Auf ökonomischer Ebene kann ein Ertragsrückgang durch höhere Produktpreise ausgeglichen werden. Während der Umstellung stellt dies jedoch ein Problem dar. Die Vermarktung als ökologisches Produkt kann bei Ackerbaukulturen erst nach zwei Jahren erfolgen, während der Umstellung greifen die Preise des konventionellen Marktes.

Die Ertragsdifferenz zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung ist abhängig von Kultur sowie Standort und kann großen Schwankungen unterliegen. Hypothetisch wird angenommen, dass die Ertragsdifferenz umso größer ausfällt, je näher die Erträge in der konventionellen Landwirtschaft bei ihrem vollen Potential liegen. Unter diesen Bedingungen kann angenommen werden, dass die Nähstoffversorgung optimal ist sowie Schädlinge und Krankheiten unter Kontrolle sind. Da diese beiden Faktoren unter ökologischer Bewirtschaftung schwieriger optimiert werden können, wirken sie

sich stärker auf die Reduktion des Ertrages aus (DE PONTI et al. 2012, S. 1). Diese Hypothese konnte in der Studie von de PONTI et al. (2012, S. 6ff) allerdings nur zu einem schwachen Ausmaß belegt werden. Bei zwei von fünf untersuchten Kulturen (*Glycine max* und *Triticum aestivum*) wurde die Hypothese bestätigt. Ausschlaggebende Faktoren für die Ertragsreduktion bei *Glycine max* dürften Krankheiten und Schädlinge oder eine limitierte Versorgung mit Phosphor gewesen sein. Die Versorgung mit Stickstoff müsste aufgrund der Fähigkeit der Pflanze, in Symbiose mit Rhizobien Stickstoff zu fixieren, gewährleistet sein.

Unter (1a) und (1b) wird näher auf eine ausreichende Nährstoffversorgung und den Beikrautdruck eingegangen, da sie das Risiko der Ertragsreduktion erhöhen.

(1a) Aufrechterhaltung einer ausreichenden Nährstoffversorgung

Aufgrund des Verzichtes auf die Verwendung von chemisch-synthetischen Düngemitteln muss ein vergleichbares Nährstoffmanagement geschaffen werden, um eine entsprechende Versorgung der Kulturen zu gewährleisten. Neben einem übermäßigen Beikrautdruck ist eine unzureichende Nährstoffversorgung ein Faktor, der möglicherweise in Ertragseinbußen resultiert. Ebenso können bei einer ökologischen Bewirtschaftung Nährstoffverluste durch Auswaschung oder Immobilisierung auftreten, wenn Substrate nicht den Erfordernissen entsprechend ausgebracht werden. Je nach Betriebssystem erfolgt die Nährstoffzufuhr in unterschiedlichen Formen. Die in der Fallstudie in der Vergangenheit angewandte Fruchtfolge kann bei einer Umstellung nicht weitergeführt werden. Die ausreichende Nährstoffversorgung der Böden könnte hier unter ökologischer Bewirtschaftung nicht aufrecht erhalten werden.

Stickstoff (N) kann dem System einerseits aus der Atmosphäre mit Hilfe symbiontischer N-Fixierung von Leguminosen zugeführt werden. Andererseits erfolgt eine Mineralisation von N aus der organischen Substanz durch Mikroorganismen. Die organische Substanz im Boden kann durch Ernterückstände, Zwischenfrüchte, Untersaaten, mehrjährige Kulturen wie Kleegrasmischungen, tierische Dünger oder andere organische Düngemittel wie z.B. Kompost gefördert werden (BERRY et al. 2002, S. 149ff). Je nach Ausgangssubstrat und Art der Ausbringung sowie Behandlung des Substrates werden Nährstoffe mit einer bestimmten Geschwindigkeit freigesetzt.

Vergleichbar mit der N-Versorgung muss auf eine ausreichende Versorgung des Systems mit Phosphor (P) und anderen Nährelementen geachtet werden. Durch eine Abfuhr der Ernteprodukte gelangt der Nährstoff in die Nahrungskette und steht somit nicht mehr für die nachfolgende Kultur zu Verfügung. Im Falle einer ökologischen Bewirtschaftung besteht die Gefahr, dass der Boden unzureichend mit P versorgt wird und damit auf Reserven an P zurückgegriffen wird, die unter vormals konventioneller Bewirtschaftung aufgebaut wurden (BERRY et al. 2003, S. 116; WATSON et al. 2002, S. 270f). Betriebe, deren Düngung unter anderem auf Stallmist und Kompost beruht, weisen meist eine positive P-Bilanz auf. Bei einem großteil des darin vorhandenen Phosphors handelt es sich bereits um eine pflanzenverfügbare Form des essentiellen Nährstoffes (NELSON & JANKE 2007, S. 448). Als weitere

Quelle von Phosphor kann schwer lösliches Rohphosphat dienen, das im ökologischen Landbau eingesetzt werden kann (NELSON & JANKE 2007, S. 447). Dessen Einsatz sowie mögliche Alternativen sind jedoch aufgrund der weltweilt limitierten Vorkommen an Phosphat zu diskutieren. Umweltwirkungen, die mit dem Abbau an Phosphat einhergehen, sind dabei ebenso wenig zu vernachlässigen.

(1b) Beikrautdruck

Ein Verzicht auf chemische Beikrautbekämpfung erfordert eine verstärkte Planung hinsichtlich alternativer Maßnahmen, um ertragswirksame Effekte von Beikräutern und -gräsern zu verhindern. Auf chemischen Pflanzenschutz, der bis dato in der Fallstudie angewandt wird, muss künftig verzichtet werden. Eine Regulierung kann vor allem durch die Planung der Fruchtfolge sowie durch eine mechanische Beikrautbekämpfung erreicht werden, wie sie auch im integrierten Landbau stattfindet. Grundlegend hierbei ist, möglichst keine Samenreife der verschiedenen Arten eintreten zu lassen, um eine starke Ausbreitung zu verhindern. Die Gefahr besteht darin, dass der Deckungsgrad an unerwünschtem Pflanzenwachstum soweit ansteigt, dass die ökonomische Schadschwelle überschritten wird. Im integrierten Landbau wird hier meist mit Herbiziden eingegriffen.

Neben potentiell negativen ertragswirksamen Effekten können Beikräutern und -gräsern aus ökologischer Sicht positive Eigenschaften zugesprochen werden. Sie fungieren als Habitate für Insekten und weitere Organismen in Agrarökosystemen, da diese hier oftmals eine Nahrungsquelle vorfinden. Wird die Anzahl an möglichen Habitaten stark reduziert, hat dies wiederum Einfluss auf das Verhalten bzw. die Reduktion von Insekten im System (MARSHALL et al. 2003, S. 77). Auch Bestäubungsleistungen gehen dann möglicherweise zurück. HOLZSCHUH et al. (2008, S. 357f) konnten einen Unterschied in der Artenzahl bezüglich Bienen auf Flächen feststellen, die konventionell bzw. ökologisch bewirtschaftet wurden. Ökologisch geprägte Systeme beeinflussten die Artenzahl von Bienen nicht nur auf kleinräumiger Ebene, sondern auch auf Landschaftsebene auf positive Weise. Neben Insekten werden Vertebraten wie etwa Vögel, die auf Nahrungssuche in landwirtschaftlichen Gebieten sind, vom Vorhandensein von Ackerbegleitkräutern positiv beeinflusst. FULLER (2000, S. 5ff) stellt einen Zusammenhang zwischen der Veränderung der Anzahl an Brutvögeln in Agrarökosystemen und der Veränderung des Bewirtschaftungssystems her. So ist beispielsweise in Großbritannien die Anzahl an Spezialisten unter Vögeln seit den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts stark zurückgegangen, während Generalisten eher zu einem Anstieg neigten. Um sowohl ökologischen als auch ökonomischen Aspekten hinsichtlich der wirtschaftlichen Schadschwelle gerecht zu werden, sollten im Umgang mit Ackerbegleitflora nicht nur in ökologischen, sondern auch in integrierten Systemen Kompromisse gefunden werden.

(2) Erhaltung der ökonomischen Stabilität in der Umstellungsphase

Im Bereich Pflanzenbau müssen hinsichtlich einjähriger Kulturen gesetzlich geregelte Produktionsvorschriften bereits zwei Jahre lang befolgt werden, bevor mit der dritten Aussaat "pflanzliche Erzeugnis-

se als ökologisch/biologisch gelten können" (EUROPÄISCHE UNION 2008, Verordnung [EG] Nr. 889/2008, Art. 36). Bei Grünland oder mehrjährigen Futterkulturen muss die Produktion ebenfalls zwei Jahre vor der ersten Verwendung/Ernte als ökologisch erzeugtes Futtermittel umgestellt werden. Dieser Zeitraum ist insofern kritisch zu betrachten, da der bereits erwähnte Ertragsrückgang eintreten kann. Inwieweit hier eine wirtschaftliche Tragfähigkeit erreicht wird, muss betriebswirtschaftlich genauer untersucht werden. Eine puffernde Wirkung haben sowohl die KULAP-Zahlungen für ökologische bewirtschaftete Flächen als auch ein geringerer Materialkostenaufwand aufgrund wegfallender Kosten für Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Höhere Kosten wiederum entstehen aufgrund verstärkter mechanischer Beikrautkontrolle. Bezüglich der KULAP-Zahlungen tritt jedoch eine Unsicherheit auf, weil diese politisch gewollt sein müssen. Im Falle eines Politikwechsels wäre es möglich, dass sich aktuelle Gegebenheiten ändern. So erfolgte beispielsweise in Baden-Württemberg im Jahr 2011 eine Einstellung der Förderung für die Umstellung auf Ökolandbau, bis sie ein halbes Jahr später von einer neuen grün-roten Landesregierung wieder eingeführt wurde (SANDERS et al. 2012, S. 31). Aus einer Befragung heraus, inwieweit BetriebsleiterInnen der Förderung des Ökolandbaus eine über- oder untergeordnete Bedeutung beimessen, stufen vor allem Fleischrinder haltende Betriebe die Förderung als besonders wichtig ein. Ein großer Anteil an Direktvermarktung oder ein hoher Anbauanteil einer Kultur mit hohem Wertschöpfungspotential führt wiederum dazu, dass der Ökolandbauförderung eine geringere Bedeutung beigemessen wird (SANDERS et al. 2012, S. 32f).

(3) Notwendigkeit neuer Investitionen

Investitionen bleiben bei einer Umstellung der Produktionsform eines Betriebes in den meisten Fällen nicht aus. Je nach Art und Weise der Umsetzung einer Umstellung gehen damit Investitionen in verschiedenen Bereichen einher. Werden Formen der Tierhaltung in den Betrieb integriert, muss in entsprechende Anlagen auf die jeweilige Tierart bezogen investiert werden. Entscheidet man sich, tiefer in die Wertschöpfung von Produkten zu gehen, fallen Investitionen bezüglich der Aufbereitung und Lagerung von Erzeugnissen an. Auch im Bereich der Maschinenausstattung können neue Anforderungen entstehen, beispielsweise hinsichtlich einer ausreichenden mechanischen Beikrautbekämpfung. Je nach Höhe der Investition stellt sie einen mehr oder weniger großen Risikofaktor dar, über den abgewogen werden muss, bevor man sich für oder gegen eine Investition entscheidet.

3.3.6 TOWS-Matrix

Um einen Übergang zu den Szenarien zu schaffen, wird in Tab. 5 eine TOWS-Matrix mit den ermittelten Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken erstellt. Diese soll bei der Entwicklung der Szenarien unterstützend wirken. Insgesamt ist eine strikte Trennung der vier Strategien nach WEIHRICH schwer realisierbar, da alle Faktoren miteinander verwoben sind. Die hier noch offen gehaltenen Strategien werden in den folgenden Szenarien konkretisiert.

Tabelle 5 TOWS-Matrix zur Unterstützung der Szenarienentwicklung

Interne Faktoren	Stärken	Schwächen
Externe Faktoren	 (1) Berücksichtigung ökologischer Aspekte (2) Potential des Gemüsebaus (3) Familiäre und politische Rahmenbedingungen 	(1) Aufgabe etablierter Märkte(2) Erhöhter Arbeitszeitbedarf(3) Fehlendes Wissen bezüglich Tierhaltungssystemen
Chancen		
 Politische Förderung einer Umstellung durch höhere mone- täre Unterstützung Erschließung neuer Märkte bezüglich ökologischer Produkte Eintritt in tiefere Formen der Wertschöpfungskette 	(1) Erhöhte monetäre Unterstützung als Folge einer Umstellung mit Fokus auf ökologischen Aspekten (2) Fokussierung von Gemüsebau mit neuen Formen der Vermarktung	(1) Erschließung neuer Märkte mit höheren Produktpreisen (2) Vermeidung arbeitsaufwendiger Strukturen
Risiken		
 (1) Ertragsrückgang (1a) Aufrechterhaltung einer ausreichenden Nährstoffversorgung (1b) Beikrautdruck (2) Erhaltung der ökonomischen Stabilität in der Umstellungsphase (3) Notwendigkeit neuer Investitionen 	(1) Entwicklung möglicher Tierhaltungssysteme (2) Managementmaßnahmen bezüglich Beikräutern (3) Berücksichtigung des Risikos bezüglich zu tätigender Investitionen	(1) Vermeidung von Investitionen vor und währen der Umstellungsphase (2) Infragestellung einer Umstellung der Wirtschaftsweise

Generell geht mit einer Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise aufgrund der aktuellen politischen Lage eine Erhöhung der Zahlungen einher, durch die mögliche Schwächen wie ein Ertragsrückgang oder ein erhöhter Arbeitszeitbedarf etwas abgemildert werden können. Erfolgt aufgrund günstiger Bedingungen für den Gemüsebau eine stärkere Fokussierung auf die Produktion von Gemüse, könnte hier je nach Maßstab der Produktion ein Weg in die Direktvermarktung gefunden werden. Gleichzeitig bedingt diese Strategie wiederum eine Erhöhung des Arbeitsaufwandes. Erfolgt eine Gemüseproduktion in einem zu großen Ausmaß, um die Produkte direkt zu vermarkten, sollte die Abgabe an den Handel erwogen werden. Effekte wie beispielsweise eine kaum vorhandene Marktmacht oder Regularien bezüglich Größe und Form des Gemüses gehen damit einher. Nichtsdestotrotz können hier

größere Mengen vermarktet werden, die alleine durch Direktvermarktung keinen Absatz finden. Unabhängig von den verschiedenen Strategien sind Managementmaßnahmen bezüglich der Beikrautregulierung nicht zu vernachlässigen. Konkrete Maßnahmen wiederum sind jedoch abhängig vom Konzept der Produktion und müssen darauf abgestimmt werden.

Um eine ausreichende Versorgung der Flächen mit essentiellen Nährstoffen mit größerer Sicherheit zu gewährleisten, wäre eine Integration von Tierhaltung in den Betrieb zu überdenken. Ein geschlossener Kreislauf kann jedoch auch hier nicht erreicht werden, da im Falle der Tierhaltung ebenfalls tierische Produkte vom Hof abgefahren werden und es somit zu Verlusten an Nährstoffen kommt. Diese treten auch bei Lagerung und Ausbringung des Düngers auf. Aufgrund fehlender Einrichtungen, die für Tierhaltungssysteme genutzt werden könnten, sind bezüglich der Fallstudie größere Investitionen nötig, um eine Integration der Tiere in den Betrieb zu ermöglichen. Investitionen von größerem Maßstab sind wiederum mit einem höherem Risiko verbunden. Daher müssen diese mit entsprechender Vorbereitung und Planung auf ihre Rentabilität hin überprüft werden.

Letztendlich kann natürlich auch eine Umstellung der Wirtschaftsweise in Frage gestellt werden. Diese Strategie wird in den Szenarien jedoch außer Acht gelassen. Ziel hierbei soll sein, zu untersuchen, inwieweit eine Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise sowohl in ökologischer also auch ökonomischer Sicht durchführbar ist.

4 Entwicklung der Szenarien

4.1 Grundlagen der Szenario-Technik

Die Szenario-Technik basiert auf einer Methodik, die einen Zeitraum in der Zukunft untersucht. Grundsätzlich können bei der Betrachtung zukünftiger Ereignisse Visionen, Prognosen oder Szenarien Anwendung finden. Visionen basieren zum einen auf der Vorstellungskraft, die auf einen Sachverhalt in der Zukunft bezogen wird, können jedoch auch in Form übernatürlicher Erscheinungen in religiösem Kontext oder als optische Halluzinationen auftreten. Prognosen wiederum entstehen durch eine fundierte Vorhersage künftiger Entwicklungen auf der Grundlage einer kritischen Auseinandersetzung mit der Gegenwart. Als Unterstützung können hier statistische Analysen oder Modellierungen herangezogen werden. Die im Rahmen dieser Arbeit angewendete Szenario-Technik hingegen zielt nicht auf die Vorhersage der Zukunft ab, vielmehr werden Möglichkeiten aufgezeigt, welche Entwicklung unter gewissen Umständen möglich wäre. Basierend auf zahlreichen vorhandenen Definitionen definieren CHERMACK & LYNHAM (2002, 376) die Begrifflichkeit des Szenarios wie folgt:

"Scenario planning is a process of positing several informed, plausible, and imagined alternative future environments in which decisions about the future may be played out for the purpose of changing current thinking, improving decision making, enhancing human and organization learning, and improving performance."

Die Erstellung von Szenarien soll bei der Entscheidungsfindung unterstützen und dazu anregen, gegenwärtige Denkweisen zu untersuchen. Resultierend daraus können Erkenntnisse gewonnen werden, mit deren Hilfe die Leistungsfähigkeit des Systems verbessert werden kann. Während jedes Szenario für sich allein genommen eine einzelne Vorhersage einer potentiellen Entwicklung des Sachverhaltes in der Zukunft beinhaltet, ermöglichen mehrere Szenarien mit der Betrachtung verschiedener Vorhersagen ein Entstehen unterschiedlicher Denkansätze (CHERMACK 2004, 16).

Die Entstehung der Szenario-Technik ist auf den militärischen Sektor zurückzuführen. Carl von Clausewitz, Militärwissenschaftler des 18. Jahrhunderts, legte den Grundstein der Technik. Unter dem Aspekt, kriegerisch richtige Entscheidungen zu treffen, strebte er trotz der Unsicherheiten, die kriegerische Auseinandersetzungen mit sich bringen, die Aufstellung begründeter Vermutungen an. In der Hoffnung, dass sich die entsprechenden Vermutungen als richtig erweisen werden, wurden Kriegstaktiken abgeleitet (RINGLAND 1998,11). In geschäftlichem Umfeld wurde die Entwicklung von Szenarien erstmals von der RAND Corporation bezüglich der Weiterentwicklung von Waffentechnologien angewendet (CHERMACK & LYNHAM, 2002, 367). Im Jahr 1967 veröffentlichten KAHN & WIENER "The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years", in dem die Autoren Szenarien bezüglich ökonomischer, politischer und soziologischer Umstände bis zum Jahr 2000 erarbeiteten. Trotz eines Fokus auf die USA erfolgten die Betrachtungen in globalem Maßstab (JONES

2000, 20). In politischer Hinsicht wurde beispielsweise vor dem Hintergrund des kalten Krieges die Idee verfolgt, dass der beste Weg, einen nuklearen Krieg zu verhindern, die Untersuchung der möglichen Konsequenzen eines nuklearen Krieges sei (CHERMACK & LYNHAM 2002, 367 nach KAHN & WIENER 1967). Leo Rosten führte die von Kahn übernommene Begrifflichkeit "Szenario" ein, die ursprünglich bereits in der Terminologie Hollywoods vorhanden war, dort jedoch bereits als veraltet galt und durch "Drehbuch" ersetzt wurde (RINGLAND 1998, 12). In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts fand die Szenario-Technik in Anbetracht der Ölkrise starke Verbreitung, die im darauffolgenden Jahrzehnt mit dem Nachlassen der Krise wieder etwas rückgängig war (RINGLAND 1998, 20ff).

4.2 Vorgehensweise bei Entwicklung und Betrachtung der Szenarien

Als weiterer Schritt werden im Folgenden zwei Szenarien erstellt, bei deren Erstellung die Ergebnisse der SWOT-Analyse mit einfließen. Zusätzlich wurde vor der Entwicklung der Szenarien eine Literaturrecherche zu Unterstützung der beiden Szenarien durchgeführt, um verschiedene Themen aus fachlicher Sicht zu beleuchten. Die Ergebnisse der Recherche fließen in die Entwicklung der Szenarien mit ein und sollen fachliche Grundlagen liefern.

Eine grundsätzliche Unterscheidung der Szenarien besteht bezüglich der viehlosen bzw. viehhaltenden ökologischen Landwirtschaft. Diese Unterscheidung lag bereits zu Beginn der Arbeit fest, wird aber im Folgenden nochmals aus den Ergebnissen der SWOT-Analyse heraus begründet.

Im Anschluss werden die beiden Szenarien durch Humus- und Nährstoffbilanzierungen sowie durch eine betriebswirtschaftliche Untersuchung bewertet. Nach Betrachtung der Ergebnisse wird diskutiert, ob die Szenarien in der Realität durchgeführt werden könnten. Während ein Szenario eine einzelne Vorhersage der Umstellung des Betriebes auf eine ökologische Landwirtschaft in der Zukunft wiedergibt, ermöglichen beide Szenarien eine Betrachtung verschiedener Vorhersagen. Somit entstehen unterschiedliche Denkansätze, wie eine Umstellung durchgeführt werden kann (CHERMACK 2004, 16).

4.3 Entwicklung Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'

4.3.1 Entstehung des Szenarios ,Viehlose ökologische Landwirtschaft'

Im ersten Szenario handelt es sich um eine ökologische Landwirtschaft ohne Tierhaltung. Aufgrund des Bodens der Region, der aufgrund seiner Eigenschaften vor allem für Ackerbau geeignet ist, wird in diesem Szenario eine ökologische Landwirtschaft ohne Tierhaltung dargestellt.

Die Schwäche des fehlenden Fachwissens bezüglich Tierhaltung wird bei diesem Szenario vollkommen ausgeklammert. Praktisches Wissen um Tierhaltungssysteme muss sich hier nicht angeeignet werden.

Mit der Umstellung des Betriebs auf eine ökologische Landbewirtschaftung verändert sich die Fruchtfolge, da mit der aktuellen Fruchtfolge der Fallstudie keine ausreichende Nährstoffversorgung sicher-

gestellt werden kann. Aufgrund der maschinellen Ausstattung des Betriebes und der praktischen Erfahrungen des derzeitigen Betriebsleiters und der zukünftigen Betriebsleiterin ist es sinnvoll, vorerst den Anbau von Ackerfrüchten beizubehalten. Eine Weiterführung des Ackerbaus ermöglicht die Nutzung eigener Erfahrungen und stellt somit einen sanfteren Übergang bei der Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft dar.

Die Stärke des Potentials des Gemüsebaus in der Region des Betriebes wird vorerst nicht genutzt. Begründet wird dies vor allem mit der fehlenden Vermarktungsmöglichkeit als ökologisches Gemüse im Zeitraum der Umstellung. Gleichzeitig wird dadurch die Schwäche des erhöhten Arbeitszeitaufwandes in der ökologischen Landwirtschaft abgemildert, da arbeitsaufwendige Bereiche der Tier- und Gemüseproduktion sowie einer Direktvermarktung der Produkte entfallen. Insbesondere ist dies eine Erleichterung zu Beginn der Umstellung, die von zahlreichen betrieblichen Veränderungen geprägt ist. Langfristig kann das Potential des Gemüsebaus jedoch genutzt werden.

Das Risiko der Ertragsreduktion kann wahrscheinlich nicht ausgeschlossen werden. Dies zeigen Statistiken über ökologische Durchschnittserträge für Ackerfrüchte in Bayern, die im Folgenden für Deckungsbeitragsrechnungen verwendet werden. Nach der Umstellungsphase wird der Rückgang durch höhere Produktpreise abgefedert, während der Umstellung ist dies jedoch noch nicht der Fall. Bei Getreide ist es jedoch möglich, die Ernte bereits in der Umstellungsphase als Futtermittel mit dem Hinweis "Produkte aus der Umstellung auf ökologischen Landbau" zu vermarkten. So kann die Ernte von Futtergetreide bereits während der Umstellung zu Preisen von ökologischem Futtermittel verkauft werden (mündliche Mitteilung LEHNER 2017).

Das Risiko neuer Investitionen wird bei vorliegendem Szenario gering gehalten. Am Betrieb nicht vorhandene, im Rahmen der Bewirtschaftung jedoch notwendige Maschinen werden beim "Maschinen- und Betriebshilfsring Deggendorf e.V." ausgeliehen oder Tätigkeiten werden durch Lohnarbeit ausgegliedert. Eine Investition in einen Striegel wird durchgeführt, die zur Minimierung des Risikos bezüglich des wachsenden Beikrautdrucks beiträgt.

Die Chance der politischen Unterstützung der ökologischen Landwirtschaft im Rahmen des KULAP-Programmes wird bereits durch die Umstellung genutzt. Besonders zu Beginn sind erhöhte Zahlungen von Bedeutung, um das Risiko des Verlusts der ökonomischen Stabilität in der Umstellungsphase abzumildern. In wirtschaftlicher Hinsicht wird überprüft, inwieweit durch Deckungsbeiträge und staatliche Förderung Fix- und Lebensunterhaltungskosten gedeckt werden können. Nach der Umstellungsphase werden höhere Umsätze aufgrund höherer Deckungsbeiträge erwartet. Die staatliche Förderung pro ha reduziert sich wiederum um einen bestimmten Betrag, da in den ersten beiden Jahren höhere Summen ausgeschüttet werden.

Das Risiko, Flächen mit zu wenigen Nährstoffen zu versorgen, wird durch eine ökologische Landwirtschaft ohne Tierhaltung verstärkt. Da in der Region tierhaltende Betriebe wenig verbreitet sind, sind entsprechende Futter-Mist-Kooperationen nicht einfach umzusetzen. Maßnahmen bei der Planung der Fruchtfolge müssen hier dazu beitragen, das Risiko der zu geringen Nährstoffversorgung zu minimie-

ren. Mit Hilfe der Anwendung von Humus- und Nährstoffbilanzen wird im Rahmen der Szenarien ein Überblick über die Zu- und Abfuhr an Humus und den Hauptnährstoffen gegeben.

Nach den vier verschiedenen Strategieoptionen nach WEIHRICH (1982, S. 11) wird in diesem Szenario die WO-Strategie verfolgt. Der Fokus liegt auf den Chancen außerhalb und den Schwächen innerhalb des Betriebes. Arbeitsaufwendige Strukturen wie Tierhaltung oder Gemüsebau werden vorerst vermieden. Mit der Produktion ökologischer Marktfrüchte können neue Märkte erschlossen werden. Allerdings werden Stärken und Risiken ebenso von Umstellungs- und Betriebsmanagemententscheidungen beeinflusst. Eine strikte Trennung von inneren und äußeren Faktoren ist schwierig, da oftmals beides voneinander abhängig ist.

4.3.2 Wissenschaftliche Grundlagen zu Aspekten der viehlosen ökologischen Landwirtschaft

Versorgung der Böden mit organischer Substanz

Viehlose Ökolandbaubetriebe stehen vor der Herausforderung, Ackerböden mit ausreichend organischer Substanz zu versorgen. Stallmist oder Gülle kann nur im Falle von Kooperationen mit tierhaltenden Betrieben auf die Flächen ausgebracht werden. Aufgrund mangelnder Verwertungsmöglichkeiten besitzen Futterleguminosen, die in viehhaltenden Betrieben direkt am Betrieb verwertet werden können, nur einen geringen Anreiz, in die Fruchtfolge aufgenommen zu werden. Daher können in viehlosen Betrieben Zielkonflikte zwischen der betriebswirtschaftlichen Rentabilität der einzelnen Früchte und der Versorgung der Böden mit ausreichender organischer Substanz eintreten (BROCK et al. 2017a, 296).

BROCK et al. (2017b, 292ff) untersuchen von ihnen entwickelte Humusersatzstrategien für viehlose ökologische und konventionelle Betriebe im Rahmen der Humusbilanzierung auf ihre Ergebnisse. Das alleinige Zurückbleiben von Koppelprodukten ist nicht ausreichend, um eine ausgeglichene Humusbilanz zu erreichen. Der zusätzliche Anbau von Zwischenfrüchten gewährleistet ebenfalls keine positive Humusbilanz. Die Integration bzw. Erhöhung des Anteils an Futterleguminosen wie z.B. einer Kleegrasmischung in der Fruchtfolge kann allerdings dazu beitragen, eine ausgeglichene Bilanz zu erreichen (BROCK et al. 2017b, 293). Beim Mulchen oder Kompostieren der Kleegrasmischung wird eine positive Ertragswirkung auf nicht-legume Marktfrüchte erwartet. Wird der Aufwuchs für die Biogasproduktion verwendet und anschließend in Form von Gärresten wieder zurückgeführt, kann von einer stärkeren Ertragswirkung als beim Mulchen ausgegangen werden (BROCK et al. 2017a, 297). Je nach Ertragspotential der verschiedenen Bodenarten schwankt der Bedarf an Rückführung von organischer Substanz auf die Fläche, da durch das Erntematerial unterschiedliche Mengen an N und anderen Nährstoffen entzogen werden.

Die von BROCK et al. (2017b, 292ff) entwickelten Humusersatzstrategien wurden von BLUMENSTEIN et al. (2017, 300ff) unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten evaluiert. Werden Zwischenfrüchte in die Fruchtfolge integriert und Marktfrüchte durch Futterleguminosen verdrängt, hat dies zunächst negative

Effekte auf die wirtschaftliche Rentabilität der Fruchtfolge. Diese können allerdings durch eine positive Ertragswirkung auf die folgende Marktfrucht oder durch den Verkauf von Koppelprodukten abgemildert werden. Die letztgenannte Variante wirkt sich jedoch wiederum negativ auf die Humusbilanz aus. Angenommene Ertragswirkungen können zudem positiv beeinflusst werden, indem Nährstoffangebot und Nährstoffbedarf der Folgekultur einander angeglichen werden. Möglich wird dies durch Kompostierung der Kleegrasmischung, einer Gärrestausbringung oder durch ein Cut&Carry-Verfahren (Direkttransfer der Futterleguminose auf Flächen mit Nährstoffbedarf). Durch Kompostierung oder Cut&Carry-Verfahren treten jedoch Zusatzkosten auf, die in betriebswirtschaftlicher Hinsicht die positiven Effekte der Ertragswirkung neutralisieren oder eine negative Auswirkung haben. Zusammenfassend kann darauf hingewiesen werden, dass sich Humusersatzstrategien positiv auf betriebswirtschaftliche Aspekte auswirken können, dies jedoch nicht gewährleistet werden kann. Positive Ertragswirkungen können beispielsweise durch ungünstige Witterungseinflüsse wieder aufgehoben werden. Unter Umständen können kurzfristig entstehende Kosten für Humusersatzstrategien erst langfristig gedeckt werden (BLUMENSTEIN et al. 2017, 303).

Bedeutung von Klee- / Luzernegras im viehlosen Ackerbau

Obwohl Klee- oder Luzernegras im viehlosen Ackerbau nicht als eiweißreiches Grundfutter verwertet werden kann, ist es aufgrund seiner bodenverbessernden Wirkung dennoch von besonderer Bedeutung. Die mehrjährige Bodenruhe sowie eine hohe Menge an Ernte- und Wurzelrückstände tragen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei (BRAUN et al. 2009, 42). Im Vergleich zu zwei- oder mehrjährigem Kleegrasanbau reduziert der ein- oder überjährige Anbau die Bildung von Wurzelmasse, die Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern oder den Abbau von Schaderregern in der Fruchtfolge (FREYER 2003, 104).

Die Mischungspartner im Kleegras erreichen durch ihre Durchwurzelungsfähigkeiten unterschiedliche Bodenschichten. Gräser wurzeln in der Regel flach, je nach Art teilweise mitteltief (KUTSCHERA & SOBOTIK 1997, 42). Der Großteil der Wurzelmasse befindet sich jedoch in den oberen Bodenschichten. Warme, halbtrockene Standorte ermöglichen ein gleichmäßigeres Vordringen der Wurzeln in mittlere Bodenschichten. Die große Wurzeloberfläche ermöglicht Gräsern eine Aufnahme von rasch absickerndem Niederschlagswasser (KUTSCHERA & SOBOTIK 1997, 197). Leguminosen bilden hingegen eine Pfahlwurzel aus, die tiefere Bodenschichten erreichen kann. Eine Kombination aus Flach- und Tiefwurzlern wirkt sich positiv auf das Gefüge im Boden aus und kann Bodenverdichtungen vorbeugen. Aufgrund der N-Fixierung durch Knöllchenbakterien besitzt Kleegrass einen hohen Vorfruchtwert für die folgende Nachfrucht. Die potentielle Fixierleistung des Bestandes ist neben Standortbedingungen von einigen pflanzenbaulichen Faktoren abhängig (LOGES et al. 2002, 14f):

- Leguminosenart (diverse Körner- bzw. Futterleguminosenarten)
- Art der Nutzung (Gründüngungs-, Schnitt-, Körnernutzung)

- Saatmischung (Reinsaat bzw. Gemenge)
- Art des Mischungspartners
- Ansaatverfahren (Blankansaat bzw. Untersaat)
- Nutzungsdauer (ein-, über- bzw. mehrjährig)
- Intensität der Nutzung (Anzahl der Schnitte)

Bei einem Vergleich von Körnerleguminosen- und zweijährigen Kleegrasbeständen verweisen LOGES et al. (2002, 14f) bei Kleegrasbeständen auf eine erhöhte Trockenmassebildung, N₂-Fixierleistung und Menge an organischer Substanz, die dem Boden durch Ernterückstände zugeführt wird. Die Nutzungsart der Kleegrasbestände wirkt sich ebenfalls auf die Fixierungsleistung aus. Aufgrund der Ernterückstände weist eine Nutzung als Gründüngung eine positive N- und Humusbilanz auf, die N-Fixierleistungen liegen jedoch unter den Leistungen der schnittgenutzten Kleegrasbestände. Dies kann auf die Mulchauflage zurückgeführt werden, die den Wiederaustrieb des Bestandes hemmt. Zugleich wird N durch Mineralisation verfügbar, welcher den Grasanteil der Mischung fördert und gleichzeitig den Leguminosenanteil zurückdrängt (LOGES et al. 2002, 15).

BRAUN et al. (2009, 35ff) verglichen in einem Feldversuch verschiedene Kleegras-Mischungen anhand ihrer Wurzel- und Sprossleistung. Es wurden eine handelsübliche Kleegras-Mischung und zwei selbst zusammengestellte Mischungen mit erhöhtem Kräuter- und Leguminosenanteil untersucht. Die Zusammenstellung der Mischung erfolgte nach den Kriterien der unterschiedlichen Durchwurzelungstiefen der Arten und nach dem Futterwert. Einige Kräuter konnten sich in der Mischung mit erhöhtem Kräuteranteil gut etablieren, im Laufe der Zeit entfaltete der Grasanteil jedoch seine Konkurrenzkraft. Hinsichtlich der Sprosserträge konnte zwischen den einzelnen Varianten kein Unterschied festgestellt werden. Bei der Wurzelleistung wurden jedoch signifikante Unterschiede erfasst. Die Durchwurzelungsintensität fiel bei der Mischung mit erhöhtem Kräuteranteil am geringsten aus. Grund hierfür ist der geringere Anteil an Gräsern, die durch ihren hohen Feinwurzelanteil einen wichtigen Faktor für die Durchwurzelungsintensität darstellen. Der Wurzelradius und die Wurzeltrockenmasse wiederum weisen die höchsten Werte in der von Leguminosen betonten Mischung auf. Durch das Freilegen von Wurzelbildern wurde ersichtlich, dass die beiden selbst zusammengestellten Mischungen zu einer gleichmäßigeren Durchwurzelung des Bodens führten. Die handelsübliche Mischung wurde hauptsächlich von flachwurzelnden Arten geprägt. Daher fiel hier die in der Studie berechnete N-Fixierleistung sowohl in den Schnitt- als auch in den Mulchvarianten am geringsten aus.

In Oberösterreich wurden unterschiedliche Kleegrasbestände auf ihre Eignung für den ökologischen Landbau und ihrer Vorfruchtwirkung auf Winterweizen untersucht (STARZ et al. 2013, 1ff). In Kleegrasmischungen sind Luzerne, Rot- und Weißklee wichtige Mischungspartner im Bereich kleinsamiger Leguminosen. Luzerne bevorzugt gemäßigte bis warme Standorte sowie tiefgründige und kalkreiche Lößlehme. Aufgrund ihrer Ansprüche ist sie im ökologischen Landbau meist nur auf Standorten anzutreffen, die ihren Anbau begünstigen. Da sich ihr Wurzelkopf über der Bodenoberfläche befindet und neue Seitentriebe bildet, darf die Luzerne nicht zu tief geschnitten werden. Für Rot-

und Weißklee sind feuchtere, kühlgemäßigte Klimabedingungen von Vorteil. Während Weißklee sich anspruchsloser gegenüber Bodenbedingungen zeigt, findet Rotklee auf humosen, tiefgründigen Lehmböden optimale Bedingungen vor. Aufgrund oberirdischer Kriechtriebe ist Weißklee fähig, Lücken im Bestand zu schließen (Hof & RAUBER 2003, 30f). STARZ et al. (2013, 6) führten den Anbau der verschiedenen Leguminosenarten in Reinsaat durch, um ihre Eigenschaften unter der Bedingungen des Alpenvorlandes zu untersuchen. Luzerne wies die höchsten Ernteerträge, Rohproteingehalte und die höchste Stickstofffixierungsleistung durch Knöllchenbakterien auf.

Je nach Bearbeitung des Aufwuchses der Kleegrasmischung wirkt sich dies unterschiedlich auf den N-Kreislauf aus. So konnten DREYMANN et al. (2003, 85) bei einer Mulchung des Kleegrasbestandes im Vergleich zu einer dreimaligen Schnittnutzung eine um 10 kg ha⁻¹ signifikant höhere NO₃-N-Fracht im Sickerwasser feststellen. Die Höhe der Auswaschung bei einer kombinierten Variante aus Mulch und Schnitt lag auf mittlerem Niveau. Ein Kleegrasumbruch im Frühjahr verringert das N-Verlust-Risiko durch Auswaschung im Vergleich zu einem Umbruch im Herbst. Im Anschluss an Kleegras können Zwischenfrüchte die N-Verluste vermeiden (DREYMANN et al. 2003, 86).

Die Mineralisation des Mulchmaterials kann zum einen zu N-Verlusten führen, gleichzeitig aber auch zu einer Verringerung der N₂-Fixierung. Im Rahmen eines Fruchtfolgen-Versuches wurde von HEU-WINKEL et al. (2002, 72f) ein 25 bis 30 % geringerer N-Gehalt in der Mulchvariante als im Schnitt festgestellt. Begründet wird dies mit einer geringeren Massebildung, einem sich mit der Zeit verändernden Bestand zugunsten des Grasanteils und einem Rückgang der biologischen N₂-Bindung. Während die geringere Massebildung und die Bestandsveränderung auf das Mulchmaterial zurückzuführen ist, resultiert der Rückgang in der biologischen N₂-Bindung aus Mineralisationsprozessen im Mulch, was eine erhöhte N_{min}-Verfügbarkeit zur Auswirkung hat.

Möglichkeiten der Beikrautregulierung

Bedenken darüber, wie Beikrautpopulationen unter ökologischer Bewirtschaftung reguliert werden können, besitzen einen großen Stellenwert bei Überlegungen hinsichtlich der Umstellung eines Betriebes. Aufgrund verschiedener Eigenschaften weisen einige Beikrautarten eine hohe Konkurrenzfähigkeit auf. In genetischer Hinsicht ist gegenüber Kulturpflanzen eine große Variabilität vorhanden. Kulturpflanzen hingegen wurden durch Domestikation und züchterischen Vorgängen zu Sorten vereinheitlicht. Bearbeitete Böden mit hohen Nährstoffgehalten sind für obligate Beikräuter, die an die Kultivierung von Land gebunden sind, unabdingbar. Fakultative Beikräuter hingegen finden sowohl auf landwirtschaftlichen Flächen als auch in anderen Pflanzenhabitaten einen Lebensraum (HOLZNER & GLAUNINGER 9ff). Verschiedene Möglichkeiten der Vermehrung sind eine weitere wichtige Eigenschaft, die zu einer hohen Konkurrenzfähigkeit beitragen. Ein- oder zweijährige Arten vermehren sich in der Regel generativ mit einer großen Anzahl an Samen und geringen Samenmassen. Perennierende Arten hingegen besitzen neben einer generativen Vermehrung die Möglichkeit der vegetativen Vermehrung. Während bei einer rein generativen Vermehrung angenommen werden kann, dass sich Arten

bei einer Verhinderung der Samenbildung nicht weiter ausbreiten, trifft dies bei vegetativer Vermehrung nicht zu. Selbst Maßnahmen durch schneidende Werkzeuge bei der Bodenbearbeitung können hier zu einer weiteren Ausbreitung vegetativer Arten führen (HOLZNER 1991, 143). Die Samen an sich sind in vielen Fällen unempfindlich gegenüber äußeren Einwirkungen wie Temperatur, Strahlung oder Feuchtigkeit. Neben Autochorie wird die Verbreitung der Samen durch Zoo-, Anemo-, Hydro-, oder Anthropochorie gesteuert. Dormanz ermöglicht, dass ein Teil der Samen in der Diasporenbank verbleibt und erst nach einer gewissen Zeit unter günstigen Bedingungen keimt. Samenanzahl, Lebensdauer der Samen und Dormanz sind neben der Beikrautart von zahlreichen Umwelteinflüssen abhängig (HOLZNER & GLAUNINGER 9ff).

Bei einer ökologischen Bewirtschaftung wird auf die chemische Bekämpfung von Beikräutern verzichtet. Das Beikrautmanagement erfolgt durch präventive und ackerbauliche Maßnahmen ebenso wie durch eine mechanische oder thermische Beikrautbekämpfung. Präventiven Maßnahmen beziehen sich auf die Verwendung von beikrautfreiem Saatgut, die Vermeidung des Verschleppens von Beikrautsamen oder vegetativen Pflanzenteilen durch Maschinen oder auf eine entsprechende Behandlung organischer Wirtschaftsdünger. Ackerbauliche Maßnahmen für ein Beikrautmanagement können in der Fruchtfolgegestaltung (Vergesellschaftung von Beikräutern mit bestimmten Kulturpflanzen) oder bei agrotechnischen Entscheidungen (z.B. Striegeleinsatz) ergriffen werden.

Bei der Bodenbearbeitung wird angenommen, dass wendende Bodenbearbeitung dazu beiträgt, Beikrautsamen in tiefere Bodenschichten zu verlagern und an der Keimung zu hindern. Samen mit einer kurzen Lebensdauer, die in tiefere Bodenschichten verlagert werden, besitzen eine höhere Sterberate als Samen mit einer langen Lebensdauer (GRUBER & CLAUPEIN 2009, 105). Flache Bodenbearbeitung hingegen verteilt die Samen an der Bodenoberfläche. Durch Bodenbearbeitung können die Dormanz gebrochen und Samen zu Keimung angeregt werden, indem sich Lichtverhältnisse (GAL-LAGHER & CARDINA 1998, 214), Sauerstoffversorgung oder Mineralisationsrate ändern (GRUBER & CLAUPEIN 2009, 105). Dieser Vorgang kann wiederum genutzt werden, um in einem weiteren Bearbeitungsschritt gekeimte Beikräuter zu eliminieren und den Beikrautdruck zu verringern. In Feld- und Laboruntersuchungen haben PEKRUN & CLAUPEIN (2006, 414ff) Effekte der Stoppelbearbeitung auf Beikrautpopulationen unter ökologischer Bewirtschaftung untersucht. Generell wird angenommen, dass eine flache Stoppelbearbeitung kurze Zeit nach der Ernte der Hauptfrucht Samen zur Keimung anregt und verhindert, dass sie in der Diasporenbank angereichert werden. Frisch produzierte Samen keimen aufgrund der verbesserten Wasserversorgung, ältere Samen im Boden aufgrund veränderter Lichtverhältnisse. Dies trifft jedoch nur auf einen geringen Anteil der Samen zu, da ein großer Teil der Samen in die Dormanz übergeht. Die Beobachtungen konnten auch in einem Keimtest bestätigt werden. Daher stellen die PEKRUN & CLAUPEIN (2006, 414ff) in Frage, inwieweit eine Stoppelbearbeitung zu einer Reduktion der Beikrautpopulationen beiträgt. Da die meisten Arten kleine Samen ausbilden, könnte eine zur Keimung ausreichende Wasserversorgung auf unbearbeiteten Stoppeln durch Bodennässe, Tau oder zeitweiligem Regenfall gewährleistet werden. Erforderliche Bedingungen zur

Keimung wären somit auch ohne Stoppelbearbeitung gegeben. Zusätzlich sind hier Bedingungen wie alternierende Temperatur- und Feuchteverhältnisse gegeben, die zur Brechung der Dormanz führen können.

Bleiben die Samen an der Bodenoberfläche, wird zudem ein Teil der Samen von Prädatoren gefressen (Pekrun & Claupein 2006, 423). Vertebraten sowie Invertebraten können hier eine Rolle spielen. Die Aktivität der Prädatoren hängt mit den Habitatstrukturen in der Umgebung der Ackerflächen sowie mit den jeweiligen Vorlieben der Prädatorenart zusammen (Mauchline et al. 2005,161). Managementmaßnahmen mit reduzierter Bodenbearbeitung und der damit einhergehenden Bodenbedeckung durch Ernterückstände fördern die Tätigkeit der Prädatoren. Höhere Mengen an Bodenbedeckung bieten den Tieren Schutz, weswegen die Flächen häufiger aufgesucht werden (CROMAR et al. 1999, 185). Bleibt der Boden über den Winter unbearbeitet, hat dies jedoch nicht nur Auswirkungen auf Samen und ihre Prädatoren, sondern auch auf Beikräuter, die ihren Lebenszyklus noch nicht beendet haben. So blüht *Stellaria media* beispielsweise auch im Winter. Durch Selbstbestäubung kann sie ganzjährig Samen produzieren. Als Folge könnte sich daher die Samenanzahl in der Diasporenbank wieder erhöhen (PEKRUN & CLAUPEIN 2006, 423).

Problematisches Beikraut im Ökolandbau: Cirsium arvense

Insbesondere perennierende Arten wie *Cirsium arvense* können im ökologischen Landbau auf ackerbaulich genutzten Flächen zum Problem werden. Die oberirdischen Pflanzenteile von *Cirsium arvense* sterben im Herbst ab, sie überwintert jedoch mit Hilfe von Knospen nahe der Erdoberfläche. Wurzelausläufer ermöglichen eine starke vegetative Vermehrung. Es wird von einer Ausdehnung der Wurzelausläufer bis 6 m in einer Saison berichtet (MOORE 1975, 1042). Nach einer gewissen Zeit sterben Teile der Ausläufer ab, sodass sich unabhängige Tochterpflanzen entwickeln (HOLZNER 1991, 136). Bereits eine Verbreitung von Ausläuferstückehen durch landwirtschaftliche Geräte ermöglicht die Etablierung der Art an einem weiteren Standort. Im Vergleich dazu ist die generative Vermehrung durch Früchte weniger effektiv. Um eine Befruchtung zu gewährleisten, müssen männliche und weibliche Pflanzen am selben Standort vorhanden sein. Die Samen verbreiten sich nur über geringe Entfernungen, die Keimung erfolgt zögernd und die Keimlinge sind empfindlich. Eine erfolgreiche Etablierung der Keimlinge ist vor allem bei reduzierter Bodenbearbeitung möglich.

Aufgrund ihrer Eigenschaften wurde *Cirsium arvense* von Holzner (1991, 136f) in seiner "Einteilung der Ruderal- und Segetalpflanzen nach komplexen biologisch-ökologischen Kriterien" als "Unverwüstliche" eingestuft. Als weitere Arten dieser Gruppe können *Agropyron repens*, *Sonchus arvensis*, *Sorghum halepense* oder *Artemisia verlotiorum* genannt werden. "Unverwüstliche" werden durch Störungen in ihrem Habitat nicht geschädigt, sondern positiv beeinflusst. Holzner (1991, 136) weist daraufhin, dass unterirdische Reservestoffe eine Regeneration selbst nach einer vollständigen Zerstörung der oberirdischen Pflanzenteile ermöglichen. Sobald oberirdisch wieder einige Blätter vorhanden sind, werden die Reservestoffspeicher erneut aufgefüllt. Eine Bekämpfung der Population ist

nur durch eine rasch wiederkehrende Störung der Pflanzen möglich, sodass nicht genug Zeit bleibt, Reservestoffe einzulagern. Bleibt eine Störung aus, weisen "Unverwüstliche" eine hohe Konkurrenzkraft gegenüber anderen Arten auf. Da die aus den Knospen der Ausläufer entstehenden Sprosse von der Mutterpflanze ernährt werden, werden sie von Licht- und Nährstoffkonkurrenz kaum beeinflusst. Somit können sie niedrig wachsende Pflanzen leicht überwachsen und ihnen notwendige Ressourcen rauben. Werden ökologisch bedingt Brachen angelegt, kann *Cirsium arvense* auch hier innerhalb von zwei bis drei Jahren den Bestand beherrschen, insbesondere wenn sie bereits vorher unter ackerbaulicher Bewirtschaftung auf dem Standort etabliert war. Die Idee der ökologischen Vielfalt einer Brache könnte hier nicht erfolgreich umgesetzt werden. Um zumindest eine Vielfalt innerhalb der Art zu erreichen, wäre das Einsäen weiterer Diestel-Arten denkbar, da andere Arten nicht konkurrenzfähig sind und schnell verdrängt werden. Als eine langfristige Bekämpfungsmethode könnten Gehölze gepflanzt werden (HOLZNER 1991, 136).

Eine mechanische Bekämpfung des Beikrauts auf Ackerflächen ist auch deshalb schwierig, da sich die Wurzelausläufer mehrere Meter tief in den Boden graben können. Die Wirksamkeit der Bekämpfung hängt nicht zuletzt von der Bodenfruchtbarkeit des jeweiligen Standortes ab. Auf trockenen Standorten können größere Erfolge erzielt werden als auf optimal versorgten Standorten. Eine vollständige Vernichtung durch mechanische Bekämpfung ist vor allem auf optimal versorgten Standorten nicht durchführbar (HOLZNER 1991, 136).

In einer von BÖHM & VERSCHWELE (2004, 39ff) durchgeführten Umfrage wurden über 150 ökologisch wirtschaftende Landwirte befragt, inwieweit ihre Betriebe von der Problematik perennierender Beikräuter betroffen sind. Die Auswertung zeigte auf, dass durchschnittlich etwa 30 % der Flächen der Betriebe mit Cirsium arvense verunkrautet sind. Etwa 50 Landwirte gaben an, dass ein größerer Teil ihrer Ackerfläche von der Art betroffen ist (BÖHM & VERSCHWELE 2004, 42f). Gleichzeitig wurden Regulierungsversuche zu Cirsium arvense auf einer 12 ha großen Versuchsfläche (lehmiger Schluff) durchgeführt. Umfrage und Untersuchung wiesen daraufhin, dass die Gestaltung der Fruchtfolge hinsichtlich der Regulierung von Cirsium arvense von besonderer Bedeutung ist. Konkurrenzstarke Kulturen tragen effektiv zu einer Reduktion des Beikrautes bei. Bei Kleegras mit dreimaligem Mulchen konnte eine Abundanzabnahme des Besatzes von über 50 % festgestellt werden. Hier kommen vor allem der Beschattungseffekt und die Wurzelkonkurrenz durch die Hauptkultur zum Tragen. Eine erhöhte mechanische Bekämpfung durch einen Flügelschargrubber konnte die ungünstige Vorfruchtwirkung des Sommerrapses nicht ausgleichen. Durch eine zweimalige Stoppelbearbeitung nach Winterroggen konnte eine Halbierung der vorjährigen Sprossdichten verzeichnet werden. Während bei einer Herbst- und Frühjahrsfurche die Dichte von Cirsium arvense abnahm, zeigte die Variante der alleinigen Herbstfurche eine Zunahme (BÖHM & VERSCHWELE 2004, 43f). Wie zuvor bereits beschrieben, tritt eine erfolgreiche Bekämpfung des Beikrautes vor allem dann ein, wenn die Pflanze nach mehrmaliger Schwächung nicht mehr genug Energie aufbringen kann, um Reservestoffe einzulagern. Auch bei PEKRUN et al. (2003, 33) konnte festgestellt werden, dass eine ausbleibende Stoppelbearbeitung in eine deutliche Zunahme von *Cirsium arvense* resultieren kann. Bei einem Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung konnte bereits innerhalb eines kurzen Zeitraums ein Anstieg von perennierenden Arten beobachtet werden.

Grundsätze bei der Gestaltung einer Fruchtfolge

Im ökologischen Landbau nimmt die Fruchtfolge eine zentrale Rolle ein, da sie im Nährstoffmanagement sowie in der Regulierung von Beikräutern, Krankheiten und Schädlingen, von großer Bedeutung ist. Hinsichtlich der Aufstellung einer Fruchtfolge gibt es zunächst einige grundsätzliche Regeln, die beachtet werden sollten.

Zunächst sollen bodenverbessernde, anspruchsvolle und anspruchslose Kulturen wechselseitig angebaut werden. Der Wechsel zwischen Winterung und Sommerung sowie zwischen Blatt- und Halmfrüchten ist ebenso zu beachten. Oftmals sind Kulturarten mit bestimmten Beikräutern bzw. Krankheiten und Schädlingen vergesellschaftet. Je nach Eigenschaften der Kulturarten fördern oder hemmen diese Wachstum und Entwicklung von Beikräutern, Krankheiten und Schädlingen. Um einer Ausbreitung entgegenzuwirken, sollte eine Variation innerhalb der Kulturen stattfinden. Anbaupausen, die bezüglich der verschiedenen Kulturen variieren, sollten ebenfalls eingehalten werden, um einen Krankheits- oder Schädlingsdruck gering zu halten. Diese können einen Umfang von bis zu acht Jahren aufweisen (FREYER 2003, 42, 108ff).

Auch Vorfruchtwirkungen auf die nachfolgende Kultur können positive wie negative Effekte mit sich bringen und sollten daher ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden. Ist eine Fruchtfolgerotation festgelegt worden, kann sie auf ihre Nährstoff- und Humusbilanz hin überprüft werden. Vor allem im ökologischen Landbau ist von Bedeutung, dass weder Humus noch Nährstoffe über die Jahre hinweg abgebaut werden. Vor allem bei leistungsfähigen Böden sind die Auswirkungen eines Humusabbaus erst nach Jahren erkennbar (FREYER 2003, 42, 134ff).

Zusätzlich müssen bei jeder Fruchtfolge neben den genannten grundsätzlichen Regeln der Betriebstyp, Standort-, Klima- und Marktansprüche berücksichtigt werden. In ökonomischer Hinsicht sind Deckungsbeiträge sowie Arbeits- und Risikoverteilung zu beachten.

Ist eine geeignete Fruchtfolge festgelegt, kann eine Integration von Zwischenfrüchten oder Untersaaten bedacht werden. Die Etablierung von Zwischenfrüchten oder Untersaaten kann folgende Vorteile mit sich bringen (erweitert nach FREYER 2003, 42, 176ff):

- Reduzierung einer möglichen Wind- und Wassererosion
- Förderung des Bodenlebens durch Zufuhr von organischer Substanz
- Verbesserung der Aggregatstruktur durch Lebendverbauungen durch Mikroorganismen
- Auflockerung von Bodenverdichtungen durch Tiefwurzler
- Verringerung von N-Auswaschungen
- Fixierung von atmosphärischen N
- Zurückdrängung von Beikräutern durch Konkurrenz oder allelophatische Effekte

- Reduktion des Krankheitsdruckes durch Förderung von Antagonisten im Boden
- Förderung von Nützlingen und Bestäubern
- Verbesserung der Infiltrationsrate des Bodens

Möglichkeiten der Bodenbearbeitung

Konservierende Bodenbearbeitung wird im Bereich der ökologischen Landwirtschaft kontrovers diskutiert. Obwohl positive Aspekte wie Erosionsminderung, Verbesserung der Aggregatstabilität, die Förderung des Bodenlebens durch eine Mulchauflage oder die Verringerung der Arbeits- und Energiekosten im Ökolandbau erwünscht sind, ist ein vollständiger Verzicht auf eine wendende Bodenbearbeitung nicht leicht umzusetzen. Beikrautdruck und die Gefahr sinkender Erträge sind wichtige Gründe, die Landwirte in Deutschland davon abhalten, auf konservierende Bodenbearbeitung oder Direktsaat umzusteigen (ZIKELI & GRUBER 2017, 13). Der Einsatz nicht abfrierender Zwischenfrüchte oder die Beseitigung des Ausfalls einer Vorfrucht können weitere Gründe sein, auf wendende Bodenbearbeitung zurückzugreifen. Alternativen, die von ökologischen LandwirtInnen derzeit in Deutschland zu reduzierter Bodenbearbeitung genutzt werden, sind folgende (ZIKELI & GRUBER 2017, 2):

- Reduzierung des Pflugeinsatzes in der Rotation der Fruchtfolge
- Beibehaltung der wendenden Bodenbearbeitung mit Reduzierung der Arbeitstiefe
- nicht-wendende Bodenbearbeitung auf flachgründigen Standorten
- Methode der Direktsaat

4.3.3 Darstellung des Szenarios , Viehlose ökologische Landwirtschaft

Aufstellung der Fruchtfolge

Bei der Aufstellung der Fruchtfolge werden gewonnene Informationen durch die SWOT-Analyse, fachliche Überlegungen auf Basis der Literaturrecherche sowie wirtschaftliche Überlegungen herangezogen.

Um die Böden mit ausreichend organischer Substanz zu versorgen und das Risiko der unzureichenden Nährstoffversorgung zu minimieren, wird zweijähriges Luzernegras in die Fruchtfolge aufgenommen. Bei den von BROCK et al. (2017a, 296) angesprochenen Zielen entsteht ein Konflikt zwischen der betriebswirtschaftlichen Rentabilität und der Versorgung der Böden mit organischer Substanz. Bei diesem Konflikt muss zugunsten der Versorgung der Böden entschieden werden. Die mehrjährige Bodenruhe sowie eine hohe Menge an Ernte- und Wurzelrückstände tragen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei (BRAUN et al. 2009, 42), was besonders unter ökologischer Bewirtschaftung von Bedeutung ist. Die Wahl fällt auf eine Mischung bestehend aus Luzerne und Gräsern mit einem Anteil zu jeweils 50 %, um ein möglichst gleichmäßiges Wurzelbild in verschiedenen Bodenschichten zu erreichen. Gründe für die Wahl der Luzerne sind neben erhöhten Erträgen die erhöhte N-Fixierung durch

Rhizobien im Vergleich zu Rot- und Weißklee (STARZ et al. 2013, 15). Sollte die Ansaat nicht erfolgreich sein, kann auf den gegenüber Bodenbedingungen anspruchsloseren Weißklee ausgewichen werden (HOF & RAUBER 2003, 30f). Langfristig besteht auch die Möglichkeit nach dem Vorbild von BRAUN et al. (2009, 35ff), eine eigene Mischung herzustellen, um beispielsweise eine gleichmäßigere Durchwurzelung des Bodens zu erreichen. Zunächst wird aber eine Handelsmischung verwendet, um Prozesse bei der Umstellung zu vereinfachen. Die Ansaat erfolgt zweijährig, um positive Effekte auf die Wurzelmassebildung, die Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern oder den Abbau von Schaderregern in der Fruchtfolge vollständig nutzen können (FREYER 2003, 104).

Bei der Nutzung der Luzernegrasmischung muss entschieden werden, ob eine Schnittnutzung mit anschließendem Transport in eine Biogasanlage oder eine Mulchung erfolgt. Trotz der hohen Ertragswirkung durch eine Gärrestausbringung (BROCK et al. 2017a, 297) wird der Aufwuchs der Luzernegrasmischung gemulcht. Grund hierfür ist, dass in Biogasanlagen in der Umgebung der Fallstudie keine Trennung von ökologisch und konventionell produziertem Material erfolgt. Zudem können Gärreste auf ökologisch bewirtschafteten Flächen nur ausgebracht werden, wenn von der Biogasanlage Protokolle zur Behandlung des Materials angefertigt werden. Dies wird in den entsprechenden Biogasanlagen nicht protokolliert (mündliche Mitteilung LEHNER 2017). Bei einer Mulchung des Luzernegrasbestandes muss die geringere N-Fixierleistung durch Rhizobien im Vergleich zur Schnittnutzung in Kauf genommen werden (LOGES et al. 2002, 14f; HEUWINKEL et al. 2002, 72f).

Als Nachfrucht auf Luzernegras folgen in der Fruchtfolge Kartoffeln. Um das N-Verlust-Risiko durch Auswaschung möglichst gering zu halten, wäre es zu bevorzugen, den Bestand im Frühjahr umzubrechen (DREYMANN et al. 2003, 86). Allerdings ist hier fraglich, ob im Frühjahr der Umbruch erfolgreich durchgeführt werden kann, bevor Kartoffeln gepflanzt werden. FREYER (2003, 105) gibt bei Kartoffeln an, den Umbruch im oder am Ende des Winters durchzuführen.

Nach zweijährigem Luzernegras folgen in der Fruchtfolge Kartoffeln, Winterweizen, Sojabohne und Emmer. Durch die Wahl der Früchte soll die wirtschaftliche Rentabilität der Fruchtfolge gewährleistet werden. Nötige Anbaupausen werden eingehalten, um den Krankheitsdruck zu verringern. Neben der Eindämmung von Krankheiten ist das Management von Beikräutern von Bedeutung. Ziel ist es, Beikräuter soweit zurückzudrängen, sodass keine großen Ertragsverluste entstehen. Der Wechsel von Winterungen und Sommerungen in der Fruchtfolge gilt als präventive Maßnahme. Eine regelmäßige Reinigung der Maschinen verhindert, Beikrautsamen oder vegetative Pflanzenteile von einem zum anderen Feld zu transportieren. Bei der Bodenbearbeitung wird versucht, den Pflugeinsatz zu verringern, eine vollkommen reduzierte Bodenbearbeitung findet jedoch nicht statt. Diese würde nach PEKRUN & CLAUPEIN (2006, 423) die Aktivität von Prädatoren fördern, die durch Fraß die Samenanzahl von Beikräutern reduzieren. Allerdings sind in der Umgebung der Flächen der Fallstudie wenige Habitatstrukturen wie Hecken oder Gehölze vorhanden, die nach MAUCHLINE et al (2005,161) für eine ausreichende Abundanz der Prädatoren notwendig sind.

Die Literaturrecherche zu *Cirsium arvense* hat gezeigt, dass die Art möglichst oft in ihrem Wachstum und ihrer Entwicklung gestört werden muss (BÖHM & VERSCHWELE 2004, 43f; PEKRUN et al. 2003, 33). Daher erfolgt ein möglichst häufiger Einsatz von Striegel und Grubber, um neben *Cirsium arvense* auch alle weiteren Arten zurückzudrängen. Ist im Laufe der Zeit zu erkennen, dass der Einsatz eines Grubbers nicht ausreicht, besteht ebenso die Option, den Pflug einzusetzen. BÖHM & VERSCHWELE (2004, 43f) konnten die größte Abnahme von *Cirsium arvense* bei zweimaligem Pflugeinsatz in Form einer Herbst- und Frühjahrsfurche feststellen. Aufgrund der Störung von Bodenorganismen und der Wasserversorgung der Folgekultur im Frühjahr ist dies jedoch kritisch zu betrachten. Zudem ist ein zweimaliger Pflugeinsatz kostenintensiv.

Um die bereits genannten Vorteile von Zwischenfrüchten nutzen zu können, werden Zwischenfrüchte integriert. Zeitlich möglich ist dies in der Fruchtfolge jedoch nur zwischen Winterweizen und Sojabohne. Um im Frühjahr die Bodenbearbeitung zu erleichtern, werden abfrierende Arten in der Zwischenfruchtmischung verwendet. Zudem wird auf Leguminosen verzichtet, um die Anbaupause zur Luzerne nicht zu unterbrechen. Eine Mischung aus Phacelia und Buchweizen ist denkbar, ebenso können aber auch weitere Arten hinzu genommen oder es kann auf handelsübliche Mischungen zurückgegriffen werden.

In Tab. 6 ist eine Übersicht über die aufgestellte Fruchtfolge und den damit verbundene Bewirtschaftungsmaßnahmen zu finden.

 $Tabelle\ 6\ \ddot{U}bersicht\ \ddot{u}ber\ Fruchtfolge\ und\ Bewirtschaftungsmaßnahmen\ im\ Szenario\ , Viehlose\ \ddot{o}kologische\ Landwirtschaft\ 'bersicht\ \ddot{u}bersicht\ \ddot{u}b$

Bodenbearbeitung	Pflanzung / Saat	Kultur	Ernte / Schnitte	Zwischenfrucht
Grubber zur Lockerung und Beikrautbekämpfung // Säkombination aus Kreiselegge und Säma- schine zur Aussaat//	August	Luzernegras	3 bis 4 Schnitte (von Mai bis September)	
Grubber zum flachen Einarbeiten des Pflanzenmaterials im Herbst		Luzernegras	3 bis 4 Schnitte (von Mai bis September)	
Grubber zur Lockerung // Kreiselegge zur Bekämpfung der Beikräuter // Kartoffellegemaschine zur Pflanzung // Häufelkörper / Dammfräse zum Anhäufeln	April	Kartoffeln	August	
Grubber zur Lockerung und Beikrautreduzierung // Saarkombinationsgerät zur Aussaat // Striegel zur Beikrautbekämpfung	Oktober	Winterweizen	Juli / August	Phacelia und Buch- weizen
Kreiselegge zur Beikrautunterdrückung // Einzelkornsägerät / Sämaschine zur Aussaat // Hackmaschine / Striegel zur Beikrautbekämpfung	April / Mai	Sojabohne	September	
Grubber zur Lockerung und Beikrautreduzierung // Saarkombinationsgerät zur Aussaat // Striegel zur Beikrautbekämpfung // Grubber zur Stoppelbearbeitung	Oktober	Emmer	Juli / August	

Produktionsverfahren der einzelnen Kulturen

Die einzelnen Schritte im Produktionsverfahren der einzelnen Kulturen basieren auf Erfahrungen, die durch die bisherige Bewirtschaftung des Betriebes gemacht werden konnten. Gesammelte Erfahrungen werden durch Informationen aus Literatur entsprechend ergänzt.

Luzernegras

Die Ansaat der Luzernegrasmischung erfolgt als Blankansaat im Spätsommer mit einer Säkombination aus Kreiselegge und Sämaschine im Anschluss an die Vorfrucht Emmer. Nach einem Grubbereinsatz zur Lockerung des Bodens sowie zur Bekämpfung des Beikrautes und des Ausfallgetreides sollte die Ansaat bereits bis Mitte August erfolgen. Luzerne unterliegt ansonsten der Gefahr der Auswinterung. Um im Frühjahr einen raschen Wiederaustrieb zu gewährleisten, sollte die Mischung mit einer Bestandeshöhe von etwa 10 cm in den Winter gehen. Von einem Schnitt im Spätherbst sollte daher abgesehen werden, wenn dabei durch den Wiederaustrieb eine zu große Erschöpfung der Reservestoffe verursacht wird (HEß 1989, 23). In den beiden Jahren erfolgen etwa drei bis vier Mulchschnitte. Hier wird eine geringere N-Fixierleistung in Kauf genommen. Bei der Unterdrückung von Beikräutern können sie jedoch vorteilhaft sein (LOGES et al. 2002, 14f; HEUWINKEL et al. 2002, 72f).

Um im zweiten Jahr eine hohe Mineralisationsrate des Materials im Herbst zu verhindern, können verschieden Möglichkeiten diskutiert werden. Heß (1989, 87) konnte aufzeigen, dass ein Umbruch des Luzernegrasbestandes im Herbst zu weitaus höheren N-Verlusten führt als ein Umbruch im Frühjahr. Ob jedoch im Frühjahr die Einarbeitung des Bestandes rechtzeitig vor dem Legen der Kartoffeln erfolgen kann, ist fraglich. Als Alternative können nach einem Umbruch im Herbst abfrierende Zwischenfrüchte angebaut werden oder der Umbruch wird zum spätmöglichsten Zeitpunkt ohne Zwischenfrucht durchgeführt. Die geringsten N-Verluste konnten bei einem späten Umbruchtermin festgestellt werden (Heß 1989, 95). Daher wird diese Variante für das Szenario gewählt. Bei einer praktischen Umsetzung müssen jedoch standortbezogene Erfahrungen gemacht werden. Milde Winter können beispielsweise zu höheren Verlusten führen, da sich die Mineralisationsrate erhöht.

Das Luzernegras kann entweder durch wendende oder nicht-wendende Bodenbearbeitung umgebrochen werden. Bei HEß (1989, 90f) konnten hier keine signifikanten Effekte auf die Höhe der N-Verluste ermittelt werden. Bei einem Pflugeinsatz wäre der Vorteil, dass einer Schorfbildung bei den Kartoffeln im Folgejahr vorgebeugt werden kann. Im Vergleich zu einer Mulchpflanzung ist in den Dämmen weniger Sauerstoff enthalten. Nachteil ist jedoch, dass keine Bodenbedeckung über den Winter vorhanden und der Boden daher stärker der Erosionsgefahr ausgesetzt ist. Daher wird vorerst der Grubber für den Luzernegrasumbruch eingesetzt.

Kartoffel

Im Frühjahr wird der Boden Mitte bis Ende März mit dem Grubber nicht zu tief gelockert. Nachdem der Boden etwas abgetrocknet ist, wird die Kreiselegge eingesetzt, um Beikräuter und wiederaustreibendes Luzernegras zu vernichten. Je nach Witterung wird der Vorgang im Abstand von etwa 8 Tagen zwei bis drei Mal durchgeführt.

Bis etwa Mitte April werden die Kartoffeln in Dämmen gelegt. Um ein feines Saatbett zu erreichen, wird unmittelbar vorher nochmals die Kreiselegge eingesetzt. Nach etwa 14 Tagen sollte das erste Anhäufeln erfolgen. Hierfür ist der Einsatz eines Häufelkörpers oder einer Dammfräse denkbar. Die Fräse setzt eine größere Menge an Erde in Bewegung und ermöglicht somit ein größeres Dammvolumen. Gleichzeitig können am Damm keimende Beikräuter verschüttet werden. Im weiteren Verlauf wechseln sich Einsätze zum Striegeln und Anhäufeln mit je zwei bis drei Durchgängen ab. Zur Ernte ist die Möglichkeit des Abflammens des Krautes bei der Gelbreife zwei bis drei Wochen vor der eigentlichen Ernte gegeben. Ein Vorteil wäre hier, dass der Übergang von *Phytophtora infestans* vom Kraut auf die Knollen durch Regenwasser verringert werden kann. Hohe Dämme verringern ebenfalls einen Befall der Knollen, da die Sporangien tiefer in den Boden eindringen müssen. Das Abflammen des Krautes ist jedoch sehr kostenintensiv. Alternativ kann das Kraut abgeschlagen werden, wobei hier sowohl bei der Beikrautbekämpfung als auch bei der Bekämpfung von *Phytophtora infestans* Teilerfolge erzielt werden können. Da die Vermarktung der Kartoffeln über den Handel erfolgt, muss zur Rodung die Schalenfestigkeit eingetreten sein.

Winterweizen (- Zwischenfrucht)

Im Anschluss an die Kartoffelrodung wird der Grubber je nach Witterung und Beikrautdruck zwei bis drei Mal zur Grundbodenbearbeitung eingesetzt. Der Winterweizen sollte nicht vor Mitte Oktober ausgesät werden, um eine zu rasche Beikrautentwicklung im Herbst zu unterbinden. Im Frühjahr wird, sobald der Boden befahrbar ist, im Abstand von etwa acht Tagen drei bis vier Mal gestriegelt. Die Ernte wird im Juli/August durch ein Lohnunternehmen durchgeführt, danach erfolgt eine flache Stoppelbearbeitung mit Grubber mit etwa dreimaliger Wiederholung. Im Anschluss wird eine abfrierende Zwischenfrucht ausgesät, einer Mischung aus Phacelia und Buchweizen.

Sojabohne

Mit einer Kreiselegge wird im Frühjahr das abgestorbene Pflanzenmaterial der Zwischenfrucht zerkleinert und aufgelaufene Beikräuter werden zurückgedrängt. Je nach Witterung erfolgt der Vorgang zwei bis drei Mal vor Aussaat der Nachfrucht.

Bei der Aussaat der Sojabohne ist ein Einzelkornsägerät mit einem Reihenabstand von 50 cm oder eine breitflächige Aussaat mit Sämaschine denkbar. Zur Beikrautbekämpfung kann bei einer Reihenkultur zwischen den Reihen eine Hackmaschine, in der Reihe ein Striegel eingesetzt werden. Bei einer

breitflächigen Aussaat wird nur der Striegel eingesetzt. Die Ernte der Sojabohne führt ein überbetriebliches Lohnunternehmen durch. Am Ende ist eine Trocknung der Sojabohnen notwendig.

Emmer

Die maschinellen Arbeitsschritte sind bei Emmer vergleichbar mit Weizen. Je nach Witterung und verfügbarem Zeitrahmen wird der Grubber zur Grundbodenbearbeitung etwa zwei Mal eingesetzt. Die Aussaat des Getreides erfolgt ebenfalls etwa Mitte Oktober. Im Frühjahr wird zur Pflege des Bestandes der Striegel eingesetzt. Im Anschluss an die Ernte erfolgt eine Stoppelbearbeitung mit dem Grubber.

4.4 Entwicklung Szenario , Viehhaltende ökologische Landwirtschaft

4.4.1 Entstehung des Szenarios ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'

Im zweiten Szenario werden Tiere in den Betrieb integriert. Dadurch wird versucht, dem Risiko einer ausreichenden Nährstoffversorgung der Flächen zu begegnen. Allerdings werden auch bei Tierhaltung sowohl pflanzliche als auch tierische Produkte abgefahren, sodass es zu Nährstoffdefiziten kommen kann. Die Risiken des Beikrautdrucks auf den Ackerflächen und eine mögliche Ertragsreduktion bleiben auch in diesem Szenario bestehen.

Bezüglich der Wahl der Tierart stehen mehrere Optionen zur Auswahl. Zunächst ist eine Entscheidung zwischen Wiederkäuern und Nichtwiederkäuern notwendig. Da Wiederkäuer Grünfutter verwerten und somit keine oder eine geringere Nahrungsmittelkonkurrenz zum Menschen darstellen, fällt die Wahl auf Wiederkäuer. Die Haltung von Milchkühen wird aufgrund der damit verbundenen hohen Investitionskosten in entsprechende Stall- und Melkvorrichtungen ebenfalls ausgeschlossen. Denkbar wäre daher die Haltung von Fleischrindern, Schafen oder Ziegen. Aufgrund der Arbeit auf einem Hof in Südengland konnte die potentielle Betriebsleiterin Erfahrungen im Bereich der Schafhaltung sammeln, weswegen sich die Haltung von Schafen anbieten würde. Die Luzernegrasflächen, die im Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft' gemulcht werden, könnten ebenso von Schafen beweidet werden. Kleine Wiederkäuer können von Fläche zu Fläche transportiert werden, ohne dass Dauergrünland etabliert werden muss. Die Haltung von Fleischrindern oder Mutterkühen wäre in Verbindung mit Dauergrünland denkbar. Hier wiederum gestaltet es sich jedoch schwierig, den Mist der Tiere auf die übrigen Flächen zu verteilen. Daher fällt die Entscheidung auf die Haltung von Schafen, die während der Vegetationsperiode vor allem die Luzernegrasflächen beweiden. Die Fruchtfolge wird aus dem Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft' übernommen, sodass die Tiere im Laufe der Fruchtfolge von Fläche zu Fläche rotieren.

Aufgrund der Notwendigkeit neuer Investitionen wird in diesem Szenario das Risiko verstärkt, da größerer Investitionen zu tätigen sind. Zum einen müssen die Tiere zugekauft werden, zum anderen sind entsprechende Stallanlagen, Zäune sowie ein entsprechendes Transportmittel notwendig, um die Tiere zu halten. Die Schlachtung der Tiere erfolgt über einen lokalen Metzger. Ziel ist es, bei KonsumentInnen ein Bewusstsein gegenüber der Erzeugung von Fleisch zu schaffen. So kann wiederum die Chance genutzt werden, neue Märkte für tierische Produkte zu erschließen. Ein Eintritt in tiefere Formen der Wertschöpfungskette beispielsweise durch eine Veredlung der Produkte könnte hier ebenso umgesetzt werden. Dies wird jedoch langfristig angedacht, da die Tiere zunächst am Betrieb etabliert werden müssen.

Im ersten Szenario konnte die Schwäche des fehlenden Wissens bezüglich Tierhaltung völlig ausgeklammert werden, in diesem Szenario jedoch kommt sie vollständig zum Tragen. Während eines viermonatigen Praktikums in England konnten zumindest in einem gewissen Umfang Erfahrungen gesammelt werden. Reagiert werden kann auf diese Schwäche nur, indem eine entsprechende Vorbereitung sattfindet. Neben der Wissensaneignung durch Fachliteratur oder Beratung ist es wichtig, Kontakte mit viehhaltenden Betrieben aufzunehmen. Auf den Betrieben vor Ort können Informationen gesammelt werden, auf welche Weise Haltungssysteme funktionieren, welche Erfahrungen gemacht wurden oder inwieweit es Probleme gibt. So wird die Schwäche zwar nicht ausgeklammert, aber es kann entsprechend darauf eingegangen werden.

Als Folge der Tierhaltung verstärkt sich zudem der Arbeitsaufwand. Es entstehen dadurch konstante Arbeitsschritte, die meist täglich ausgeführt werden müssen. Eine Entscheidung für die Haltung von Tieren bedeutet jedoch auch, dass man sich mit diesen Bedingungen auseinandergesetzt hat und der entsprechende Arbeitsaufwand akzeptiert wird. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass genügend Arbeitskräfte für die Bewältigung der Aufgaben vor Ort sind.

Erfolgt eine Einordnung der Strategie im Szenario nach WEIHRICH (1982, S. 11), handelt es sich um die ST-Strategie, bei der der Fokus auf den Stärken und Risiken liegt. Zwar werden auch Chancen beispielsweise in Form der Erschließung neuer Märkte bezüglich tierischer Produkte genutzt, geprägt wird das Szenario jedoch von der Etablierung von Tieren am Betrieb, um der ausreichenden Versorgung der Flächen mit Nährstoffen gerecht zu werden. Jedoch muss mit der Nährstoffbilanzierung erst untersucht werden, ob eine ausgeglichene Bilanz erreicht werden kann. Hinsichtlich der Stärken werden ökologische Aspekte berücksichtigt, die um tiergerechte Haltungsweisen erweitert werden. Gemüsebau wird hier nicht berücksichtigt, da der Schwerpunkt des Betriebes auf der Tierhaltung sowie auf Acker- und Futterbau liegt.

4.4.2 Wissenschaftliche Grundlagen zu Aspekten in der Schafhaltung

Nutzung und Fütterung von Schafen

Während in den vergangenen Jahrhunderten Fleisch, Wolle, Milch und Felle von Schafen und Ziegen gleichermaßen genutzt wurden, fand mittlerweile eine Spezialisierung in der Produktion statt. Während in Europa Schafe vor allem für die Fleischerzeugung eingesetzt werden, wird Milch nur in dafür

spezialisierten Einrichtungen erzeugt. Wolle und Felle fallen, abgesehen von wenigen Ländern wie z.B. Island oder Teile Schwedens, nur noch als Nebenprodukte an (DŶRMUNDSSON 2006, 152).

Aufgrund der Eigenschaften eines Wiederkäuers können Schafe für den Menschen unverdauliches Pflanzenmaterial verwerten. Je nachdem, welche Leistung von den Tieren erwartet wird, ist eine Zugabe von Kraftfutter möglich. Erfolgt die Haltung extensiv, ist eine Fütterung mit reinem Grün- und Raufutter möglich. Rohfaserreiche Rationen ermöglichen eine lange Wiederkaudauer und hohe Speichelmengen. Mögliche Formen der Fütterung sind Heu, Silage oder Gras zur freien Aufnahme, Körner und Samen als Energielieferanten, Laub und Zweige als Grobfuttermittel oder Wurzeln und Knollen als Saftfutter. Vor allem im Winter können zusätzliches Mineralfutter und Vitamine notwendig werden, wenn der Bedarf durch das Grundfutter nicht gedeckt werden kann (RAHMANN 2010, 85ff). Salz muss den Tieren das ganze Jahr über zur Verfügung gestellt werden, da Natriumchlorid im Körper nicht gespeichert wird. Dieses wird benötigt, um den Ablauf biochemischer Vorgänge wie etwa die Aufrechterhaltung des osmotischen Druckes zu gewährleisten. Je nach Nutzung der Schafe liegt der Salzbedarf zwischen 2-5 g pro Tag. Da der Salzgehalt bei Gräsern nur etwa 0,2-0,3 g kg⁻¹ TS beträgt, muss den Tieren zusätzliches Salz zur Verfügung gestellt werden (KUNZ & PROBST 2015, s.p.). Unter ökologischen Bedingungen muss der Raufutteranteil einen Anteil von mindesten 60 % ausmachen. Während der Vegetationsperiode kann Frischfutter auf der Weide oder im Stall gegeben werden. Im Winter ist Heu, Gras- oder auch Maissilage verfütterbar (RAHMANN 2010, 85ff). Nicht alle im konventionellen Landbau zugelassene Futtermittel sind auch im Ökolandbau erlaubt. Eine Übersicht ist hierzu ist im Anhang V der EU-ÖKÖ-VO (889/2008) aufgelistet.

Luzerne eignet sich aufgrund ihres hohen Proteingehaltes, ihrem hohen Aufnahmepotential und ihrer guten Verdaulichkeit als geeignete Futterkomponente für Wiederkäuer. Aufgrund einer raschen Verdauung im Pansen wird die Futteraufnahme stimuliert. Die grobe Futterstruktur fördert das Wiederkauen und die Speichelbildung, die bezüglich des pH-Wertes im Pansen von Bedeutung ist (MIRZAEI-AGHSAGHALI et al. 2008, 1227). Durch eine entsprechende Zusammensetzung des Raufutters wird der Proteinbedarf bei Schafen bereits zu 90 % gedeckt (GRIFFITH 1978, 209). In Weidesystemen beeinflussen Zeitraum, Häufigkeit und Intensität der Beweidung die botanische Zusammensetzung, den Wiederaustrieb und die räumliche Verteilung des Aufwuchses und somit den ernährungsphysiologischen Wert des Aufwuchses (MIRZAEI-AGHSAGHALI et al. 2008, 1229).

Untersuchungen von BAILEY et al. (1994, 174ff) haben ergeben, dass eine Fütterung von Luzerne, Weidelgras oder Klee in den letzten Wochen kurz vor der Schlachtung positiv mit der Intensität des Geschmacks von Lammfleisch korreliert. Bei der Fütterung von Schwingel und Mais hingegen fiel die Geschmacksintensität am geringsten aus. Dies hängt mit den Konzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen zusammen, die im Fett der Lämmer enthalten sind. Deren Konzentrationen fielen bei der Fütterung von Weidelgras am höchsten, bei der Fütterung von Mais am geringsten aus. Aus dieser Untersuchung kann geschlossen werden, dass eine reine Fütterung mit Weidefutter in Form von Gräsern und Leguminosen die Geschmacksintensität des Fleisches verstärkt.

Auf Basis zahlreicher Literarturangaben gibt RAHMANN (2010, 87) bezüglich des Erhaltungsbedarfes bei Schafen bei einer Verdaulichkeit des Futters von etwa 60 % einen Richtwert von 430 kJ ME pro kg LG^{0,75} an. Aufgrund der Bewegung sind bei intensiven Weidesystemen 50 %, bei extensiven 25 % des Erhaltungsbedarfes hinzuzurechnen.

Besatzstärke und Weideverfahren

Als maximale Besatzstärke sieht die EG-ÖKO-VO (889/2008, Anhang IV) 13,3 Tiere pro ha vor. Als Grundlage bei der Festlegung der Anzahl wurden die Nährstoffgehalte des Mistes herangezogen, sodass 170 kg N ha⁻¹ a⁻¹ nicht überschritten werden. Nach RAHMANN (2010, 100f) sollte hier jedoch zusätzlich die Futterproduktion mit berücksichtigt werden. Auf der Grundlage von 1500 m² Futterfläche pro Tier empfiehlt er eine Besatzstärke von 6,67 Tieren pro ha und a. Wird ein Fünftel des Futterbedarfs durch Kraft- und/oder Saftfutter ersetzt, reduziert sich die benötigte Weidefläche pro Tier auf 1200 m². Die mögliche Besatzstärke steigt somit auf 8,3 Tiere pro ha und a, was RAHMANN (2010, 101) bereits als intensive Nutzung im Ökolandbau betrachtet.

Hinsichtlich des Weideverfahrens kann, ähnlich wie bei allen Wiederkäuern, zwischen Stand-, Umtriebs- und Portionsweide unterschieden werden. Zwar ist bei einer Standweide der geringste Arbeitsaufwand nötig, aufgrund eines verstärkten Infektionsdruckes mit Endoparasiten jedoch nicht empfehlenswert. Zudem wird die Weide nicht gleichmäßig abgefressen, da verstärkt die Möglichkeit der Futterselektion besteht. Bevorzugte Pflanzenarten werden dadurch zurückgedrängt, weniger schmackhafte Arten werden gefördert. Zudem tritt zu Beginn der Beweidung im Frühjahr aufgrund des verstärkten Aufwuchses eine Unterbeweidung, im Herbst jedoch eine Überbeweidung ein (ELLENBERG 1986, 779). Bei der Portionsweide werden Nachteile der Standweide ausgeklammert, dafür ist sie jedoch arbeitsintensiver. Täglich muss den Tieren eine neue Portion zugeteilt, Zäune müssen gesteckt und die Wasserversorgung muss gesichert werden. Mit einer Beweidungsdauer von zwei bis drei Wochen stellt die Umtriebsweide einen Mittelweg zwischen Stand- und Portionsweide dar. Hier ist darauf zu achten, dass den einzelnen Flächen eine Ruhephase von mindestens sechs Wochen gegeben wird. Zum einen kann dadurch dem Pflanzenaufwuchs genug Zeit zur Regeneration gegeben werden, zum anderem wird der Zyklus einiger wichtiger Endoparasiten unterbrochen (RAHMANN 2010, 105f).

Werden die Tiere auf Koppeln und nicht in der für Schafe traditionellen Hütehaltung gehalten, ist eine Einzäunung der Tiere notwendig. Beim Zaunsystem für kleine Wiederkäuer stehen verschiedene Optionen zur Auswahl. Damit Zäune von den Tieren respektiert werden und um das Ausbruchsrisiko möglichst gering zu halten, ist Elektrizität mit einer ausreichenden Stromstärke notwendig. Grundsätzlich kann zwischen festen Zäunen, Litzenzäunen und Elektronetzen unterschieden werden, die jeweils klare Vor- und Nachteile aufweisen. Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes sind feste Zäune als gering einzustufen, da sich die Arbeit nach einmaligem Aufstellen nur noch auf Wartungsarbeiten beschränkt. Umso höher sind hier jedoch die Kapitalkosten. Bei mobilen Elektronetzen sind sowohl Arbeitsaufwand als auch Kapitalkosten als gering einzustufen. Deutlicher Nachteil ist hier jedoch, dass sich vor

allem gehörnte Tiere darin häufiger verfangen. Auch für wildlebende Tiere ist ein Gefahrenpotential gegeben. Die Konstruktion der Litzenzäune hingegen verhindert diese Problematik. Die erste stromführende Litze sollte etwa auf einer Höhe von 20 cm über dem Boden geführt werden. Dies ist vor allem bei hohem Aufwuchs ein Vorteil. Bei Elektronetzen wird durch bodennahe Drähte Strom über den Aufwuchs in den Boden abgeleitet. Bei den Litzen wiederum kann die Höhe der ersten Litze an den Bestand angepasst werden, sodass keine Energie in den Boden verloren geht. Während die Länge bei Elektronetzen meist auf 50 m festgelegt ist, kann die Länge bei Litzenzäunen variabel gestaltetet werden. Auch heterogenes Gelände bereitet bei Litzen weniger Probleme als bei Elektronetzen. Die Kapitalkosten liegen hier im unteren Bereich, der Arbeitsbedarf für das Aufstellen und den Abbau des Litzenzaunes ist jedoch etwas höher als bei Elektronetzen einzuordnen. Bei den Netzen kann Auf- und Abbau jeweils in einem Schritt erledigt werden, während bei den Litzenzäunen mehrere Arbeitsgänge notwendig sind (RAHMANN 2010, 67ff).

Stalleinrichtungen

Beim Stallbau für die Wintermonate ist abzuwägen, inwieweit bestehende Gebäude als Stall genutzt bzw. an die Bedürfnisse eines Stalls angepasst werden können. Um Krankheiten zu vermeiden, sollen Zugluft und eine zu hohe Stallfeuchtigkeit vermieden werden. Eines der am meisten verbreiteten Haltungssysteme sind Tiefstreubuchten. Wird immer wieder nachgestreut, kann die Strohauflage über den Winter auf bis zu 1 m anwachsen. Um entsprechend die Fütterung anpassen zu können, ist eine Aufteilung der Herde im Stall in Gruppen mit leeren, nieder- und hochträchtige Schafen, der Lämmeraufzucht sowie einer Quarantäne sinnvoll (LENZ 2004, S.13). Pro Tier sollten mindesten 3 m² Brutto-Grundfläche zur Verfügung stehen (RAHMANN 2010, 54). Nach RAHMANN (2010, 54) und LENZ (2004, 14) ist ein für Schafe ausreichender Kaltstall mit folgenden Funktionsbereichen auszustatten:

- Bereich für Tiere: zwei Drittel der Stallgrundfläche für Ruhe- und Bewegungsphasen sowie
 Schlaf- und Fresstätigkeiten der Tiere
- Bereich für Tierversorgung: Tränk- und Fressplätze
- Bereich für Lagerung von Futter und Einstreu
- Bereich für Lagerung von Mist: bei regelmäßig frischen Strohgaben erfolgt eine vollständige
 Entmistung relativ selten
- nicht überdachter Auslauf: 2,5 m² pro Schaf; 0,5 m² pro Lamm

Bei Absperrungen im Stall sind Materialien aus Holz oder verzinktem Metall zu nutzen (RAHMANN 2010, 90). Für Schafe ist eine Höhe von 90 cm ausreichend. Um eine Finanzierbarkeit sicherzustellen, empfiehlt LENZ (2004, 13), kostengünstige Bauweisen anzustreben. Vor allem bei kleineren Herden ist es möglich, bestehende Gebäude den Bedürfnissen eines Schafstalls anzupassen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit konnte BALDINGER (2007, 44) nachweisen, dass die benötigte Menge an Einstreu pro Tier im Stall neben der Platzverfügbarkeit auch mit der Lebendmasse des Tieres zusammenhängt. Um die Stabilität der Mistmatratze zu gewährleisten, ist bei einer Lebendmasse von 65 kg eine Einstreumenge von 0,30 - 0,56 kg pro Tier und Tag erforderlich. Bei einer Lebendmasse von 86 kg erhöht sich die Menge auf 0,40 - 0,66 kg pro Tier und Tag.

Schafrassen und Nachzucht

Schafe können in die vier Rassegruppen Merino-, Fleisch-, Land- und Milchschafe untergliedert werden. In Bayern werden Landschafe zudem in Land- und Bergschafe unterteilt. Während Merinoschafe hauptsächlich extensiv bewirtschaftete Flächen beweiden und Landschafe zur Landschaftspflege eingesetzt werden, werden Fleischschafe hautsächlich in Koppelhaltung gehalten. Die verschiedenen Rassen werden in Bayern in insgesamt 370 Zuchtbetrieben züchterisch bearbeitet. Je nach Rasse variieren die Leistungsmerkmale Körper- und Vliesgewicht, Ablammergebnis, Widerristhöhe und Rumpflänge. Zuchtziele werden an die Nutzung der verschiedenen Rassen angepasst. Für die Fleischproduktion werden hauptsächlich die Rassen schwarz- und blauköpfiges Fleischschaf, Suffolk, Texel, Ile de France und Shropshire genutzt (LfL Bayern s.a., s.p.). Im Rahmen der "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK) wird in Bayern zudem die Haltung gefährdeter Schafrassen wie das "Rhönschaf" oder das "Coburger Fuchsschaf" gefördert (StMELF Bayern s.a., s.p.).

Bei einer natürlichen Befruchtung sollte das Verhältnis von Bock zu Mutterschafen etwa 1:50 betragen. Verläuft die Befruchtung erfolgreich, erkennt das Immunsystem des Mutterschafes nach etwa 12 Tagen die Trächtigkeit. Insgesamt umfasst die Trächtigkeitsphase durchschnittlich 147 Tage, deren genaue Anzahl in Abhängigkeit von Rasse, Alter des Mutterschafe und Anzahl der Lämmer variiert. Nach der Geburt dauert es etwa sechs bis acht Wochen, die das Mutterschaf zur Erholung benötigt, bis eine erneute Befruchtung möglich ist. Die Reproduktionsleistung beginnt mit einem Alter von vier bis sechs Jahren deutlich zu sinken, sodass nach diesem Zeitraum meist eine Keulung der Tiere erfolgt. Nichtsdestotrotz sind jedoch auch nach sechs Jahren Trächtigkeiten möglich, so konnten trächtige Mutterschafe mit einem Alter von 17 Jahren dokumentiert werden (GOOTWINE 2011, 887f).

Werden die Schafe im Stall gehalten, kann die Befruchtung der Mutterschafe durch den Bock in einer mehrwöchigen Phase im Herbst erfolgen. So kann am Ende die Ablammung unter geschützten Stallbedingungen erfolgen. Auf der Weide ist es schwieriger, die Geburten zu beobachten beziehungsweise gegebenenfalls einzugreifen. Um die Ablammung besser planen zu können, kann die Trächtigkeit der Tiere im Dezember durch einen Ultraschall ermittelt werden. Je nach Management der Herde ist es möglich, die Mutterschafe in Leistungsgruppen mit Einlings-, Zwillings- oder Drillingsträchtigkeiten einzuteilen. Die Aufzucht kann im Anschluss auf der Weide erfolgen. Werden die Lämmer während der Säugeperiode nicht zugefüttert, sollte das Absetzten nach etwa acht Wochen erfolgen. Dieser Zeitraum wird benötigt, um die Tiere auf das Fressen von Gras und Wiederkautätigkeiten vorzubereiten. Bei einer Zufütterung kann der Zeitraum verkürzt werden. Hier muss jedoch darauf geachtet werden,

dass das Futter zunächst rohfaserarm sowie energie- und proteinreich ist, da die Wiederkautätigkeit in den ersten Wochen nicht vollständig ausgebildet ist (THOMAS 2011, 883).

4.4.3 Darstellung des Szenarios ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'

Im Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft' werden Schafe zur Produktion von Lammfleisch auf dem Betrieb integriert.

Während der Vegetationsperiode ist es das Ziel, die Tiere mit Frischfutter der Luzernegrasflächen zu versorgen, indem die Tiere die Flächen beweiden. Nach MIRZAEI-AGHSAGHALI et al. (2008, 1227) eignet sich Luzerne aufgrund des Proteingehaltes gut als Futterkomponente. Insgesamt stehen 18 ha pro Jahr an Luzernegrasflächen zur Verfügung. Nach der EG-ÖKO-VO (889/2008, Anhang IV) sind zwar bis zu 13,3 Tiere pro ha erlaubt, jedoch sollte die Futterproduktion der Flächen ebenso berücksichtigt werden (RAHMANN 2010, 100f). Daher wird die Zahl der Muttertiere auf 90 Mutterschafe mit durchschnittlich zwei Lämmern (LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.). begrenzt. Für die Befruchtung der Tiere werden 2 Böcke gehalten (GOOTWINE 2011, 887f). Somit liegt der Tierbesatz bei 10,1 Tieren pro ha und a, wenn von einer sechsmonatigen Aufzucht der Lämmer bis zur Schlachtreife (LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.) ausgegangen wird. Dies liegt zwar über den Vorgaben von RAHMANN (2010, 101), jedoch ist in der Angabe die Nachzucht integriert, die vor allem in den ersten Monaten wenig Futter von den Flächen verwerten kann.

Einige Flächen werden im Sommer nicht beweidet, damit für den Winter genug Heu produziert werden kann. Soweit der ernährungsphysiologische Bedarf gedeckt wird, werden die Tiere nur mit Grünund Raufutter gefüttert. Im Winter oder zur Ablammsaison müssen eventuell zusätzliches Mineralfutter und Vitamine gegeben werden, um den Energiebedarf der Tiere zu decken (RAHMANN 2010, 85ff). Salz wird den Tieren das ganze Jahr über zur Verfügung gestellt (KUNZ & PROBST 2015, s.p.). Wird der Geschmack des Lammfleisches zu intensiv, kann versucht werden, den Grasaufwuchs mit Wiesenschwingel anzureichern, um eventuell die Geschmacksintensität des Lammfleisches zu senken (BAILEY et al. 1994, 174ff).

Die Weideflächen werden den Tieren in Form einer Umtriebsweide angeboten. Hier muss darauf geachtet werden, den Flächen genügend Zeit für ihre Regeneration zu geben (RAHMANN 2010, 105f). Als Zaunsystem werden Litzenzäune verwendet, die zügig auf- und abgebaut werden können. Da die Höhe der ersten Litze an den Aufwuchs angepasst werden kann, ist die Gefahr, dass der Strom in den Boden abgegeben wird, nicht gegeben (RAHMANN 2010, 67ff).

Abb. 5 zeigt einen möglichen Aufbau des Stalls nach den Vorgaben von RAHMANN (2010, 54) und LENZ (2004, 14). Der Stall sollte so gestaltet werden, dass die Tiere bei der Ablammung in verschiedene Gruppen eingeteilt werden können. Die Abgrenzungen zu den verschiedenen Gruppen sind mobil, um die Fläche an die jeweilige Anzahl der Schafe anpassen zu können. Die Futterraufen sind ebenfalls mobil, die Tränken sind an den jeweiligen Wasseranschluss gebunden. Eine Scheune, die am Betrieb momentan als Lagerfläche genutzt wird, wird zu einem Stall umgebaut. Es steht eine Fläche

von 250 m² zur Verfügung, die entsprechend den Anforderungen des Schafstalls angepasst werden kann. Nach der EG-ÖKO-VO (889/2008, Anhang IV) müssen pro Schaf 1,5 m² und pro Lamm 0,35 m² Stallfläche zur Verfügung stehen. Somit wird für 90 Mutterschafe und 135 Lämmer eine Fläche von mindestens 182,25 m² benötigt. Die restliche Fläche wird als Lager genutzt bzw. kann den Tieren zusätzlich zur Verfügung gestellt werden.

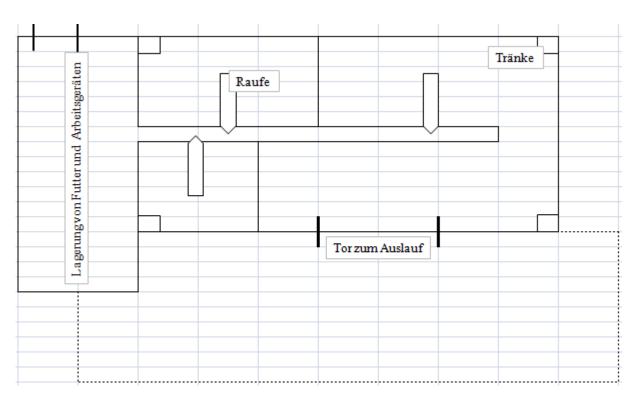


Abbildung 5 Möglicher Aufbau des Schafstalles (erstellt nach den Vorgaben von RAHMANN [2010, 54] und LENZ [2004, 14]; ohne Maßsstab)

Bei der Wahl der Rasse ist zu entscheiden, ob eine auf Fleisch gezüchtete oder eine in Bayern heimische, gefährdete Rasse gewählt wird. Die Haltung gefährdeter Rassen wird zwar im Rahmen der GAK gefördert, jedoch besitzen die Tiere zumeist eine geringere Fleischleistung. Die meisten geförderten Rassen sind in Gebirgsregionen beheimatet, Ausnahmen sind hier das 'Rhönschaf', das 'Coburger Fuchsschaf' und das 'Waldschaf', die auch im Flachland anzutreffen sind (StMELF Bayern s.a., s.p). Bei den Fleischrassen ist das in Deutschland gezüchtete 'Schwarzköpfige Fleischschaf' verbreitet, zudem sind 'Suffolk' und 'Shropshire' aus Großbritannien sowie 'Ile de France' und das 'Blauköpfige Fleischschaf' aus Frankreich im Süden Deutschlands anzutreffen (LfL Bayern s.a., s.p.).

Das 'Rhönschaf' oder das 'Coburger Fuchsschaf' würden sich bei Direktvermarktung eignen, da die Haltung gefährdeter Rassen Teil einer Marketingstrategie sein könnte. Bei Fleischrassen wie dem 'Schwarzköpfige Fleischschaf' wiederum kann eine genauere Kalkulation im Vorfeld erfolgen, da Züchtungsdaten und Leistungsangaben vorliegen (LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.). Um im Folgenden

eine Deckungsbeitragsrechnung pro Mutterschaf mit plausiblen Daten zu hinterlegen, wird als Rasse daher das "Schwarzköpfige Fleischschaf" gewählt.

Pro Jahr ist eine Ablammsaison vorgesehen. Ziel ist es, dass die Mutterschafe im Herbst befruchtet werden, sodass die Ablammung geschützt im Stall erfolgen kann. Die Mutterschafe können aufgrund der Anzahl der erwarteten Lämmer (Ein-, Zwillinge oder Drillinge) in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Im Anschluss an die Geburt werden die Lämmer nach sechs bis acht Wochen abgesetzt, die anschließende Aufzucht erfolgt auf der Weide (THOMAS 2011, 883).

5 Humusbilanzierung

5.1 Methodik der Humusbilanzierung

Die Humusversorgung landwirtschaftlicher Böden nimmt im ökologischen Landbau eine zentrale Stellung ein. Klima, Bodeneigenschaften, Fruchtfolge sowie zu- und abgeführte organische Materialien beeinflussen Humusgehalt und -umsetzung im Boden. Bei einer Humusbilanzierung werden Veränderungen der Humusvorräte im Boden aus Humuszufuhr und -abfuhr ermittelt. Ziel soll es sein, zwischen humusauf- und -abbauenden Prozessen ein Fließgleichgewicht herzustellen, um somit die Fruchtbarkeit der Böden zu erhalten. Betriebssysteme sollten den Anforderungen einer ausreichenden Humusversorgung Rechnung tragen, da diese sich unter anderem auf das Ertragspotential des Bodens auswirkt.

Die Einschätzung von Humusgehalten im Boden ist aufgrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität von Humusgehalten, der Dauer bis zum Erreichen von Fließgleichgewichten und der fehlenden standortspezifischen Richtwerten zu optimalen Humusgehalten nicht einfach (BROCK et al. 2008, 17). Verschiedene Methoden wurden hierfür entwickelt, über die von BROCK et al. (2008, 20f) ein kurzer Überblick gegeben wird. Zum einen kann der Gehalt an organischem Kohlenstoff (Core) analytisch gemessen werden. Bereits angesprochene Probleme wie die räumliche und zeitliche Variabilität von Humusgehalten können jedoch hier zum Tragen kommen. Jährliche Analysen unterliegen hohen Schwankungen, sodass Trends hinsichtlich des Humusgehaltes im Boden erst nach Jahren abgeleitet werden können (KOLBE 2013, 8). Zum anderen werden C/N-Simulationsmodelle angewandt, um Prozesse der C/N-Dynamik im Boden darzustellen. Als Nachteil gilt hier jedoch, dass zahlreiche Angaben notwendig sind, um entsprechende Modelle zu simulieren. Eine weit verbreitete Methode ist die Aufstellung von Humusbilanzierungen. Hier werden nicht Veränderungen von Humusgehalten im Boden errechnet, sondern es werden Humusbedarf und Humuszufuhr unter einem bestimmten Bewirtschaftungssystem einander gegenübergestellt. Die Idee hierbei ist, dass sich im Laufe der Zeit optimale Humusgehalte einstellen, wenn Humusbedarf und -zufuhr übereinstimmen Im Gegensatz zu C/N-Simulationsmodellen ist die Datenerhebung hier vergleichsweise einfach. So können Fruchtfolgen und Düngungssysteme auf ihre Fähigkeit zur Humusreproduktion hin überprüft werden. Im Falle der Bewirtschaftungsänderung wirken die Bilanzierungen bei der Planung unterstützend. In pflanzenbaulicher Hinsicht erfordert eine ausgeglichene Humusbilanz, dass humuszehrenden Fruchtarten ein ausreichender Anteil an humusmehrenden Fruchtarten gegenübersteht. Die Methodik der Humusbilanzierung ist in der Praxis zwar leicht umzusetzen, Methodenfehler können hier jedoch nicht ausgeschlossen werden (BROCK et al. 2008, 20f).

Tabelle 7 Übersicht über Methoden der Humusbilanzierung (nach HÜLSBERGEN 2005, 62 f; eigene Erweiterung)

Methode	Einheit
ROS (ASMUS & HERRMANN 1977)	Reproduktionswirksame organische Substanz (ROS) = organische Trockenmasse (TM) von Stalldung 1 t ROS = 1 t org. TM von Stalldung
HU (LEITHOLD & HÜLSBERGEN 1998)	Humuseinheiten (HE) = 1 t Humus mit 55 kg N und 580 kg C 1 t ROS = 0,35 HE
VDLUFA (2004, 2014)	Humusäquivalent = 1 kg Humus-C 1 t ROS = 200 kg Humus-C; 1 HE = 580 kg Humus-C
HU-MOD (BROCK et al. 2008)	Humusäquivalent = 1 kg Humus-C Modellbasierte Berechnung von Humusbilanzkoeffizienten Weiterentwicklung der dynamischen HE-Methode
STAND (KOLBE 2008, 2010a)	Humusäquivalent = 1 kg Humus-C Kalibrierung der VDLUFA-Methode auf Basis von sechs standortspezifischen Klassen

Ein Problem für ökologische Betriebe ist, dass die meisten Bilanzierungsmethoden unter konventionellen Bedingungen erarbeitet wurden (BROCK et al. 2008, 17). In Tab. 7 ist eine Übersicht über die bekanntesten Bilanzierungsmethoden zu finden. Eine gängige Anwendung in der Praxis ist die Humusbilanzierung nach der VDLUFA-Methode. Auf Basis langjähriger Feldversuche wurden hierfür der Humusbedarf verschiedener Feldfrüchte sowie die Humusreproduktionsleistung verschiedener organischer Substanzen ermittelt. Als Grundlage dienten Feldversuche mit organischer und mineralischer Düngung (KÖRSCHENS et al. 2004, 4; EBERTSEDER et al. 2014, 5). LEITHOLD et al. (2007, 28) gehen jedoch davon aus, dass es mit dieser Methode in der ökologischen Landwirtschaft zu Fehleinschätzungen kommt, da spezifische Bedingungen nicht beachtet werden. Nach der VDLUFA-Methode wurde von den Autoren bei 227 untersuchten ökologischen Betrieben bei nur einem Betrieb eine Humusunterversorgung festgestellt, woraufhin angenommen werden könnte, dass bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben eher ein Problem der Humusüberversorgung besteht. Bei der Humuseinheiten-Methode wurde eine etwa gleichgroße Anzahl an Betrieben mit Humusüberversorgung bzw. untersversorgung festgestellt. Aus diesem Ergebnis wird von den Autoren abgeleitet, dass die VDLUFA-Methode für ökologische wirtschaftende Betriebe nicht angewendet werden sollte (BROCK et al. 2008, 25) und sehen es daher als Notwendigkeit, eine passendere Methode für die ökologische Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen.

Daher erfolgte die Entwicklung der Methode HU-MOD, bei der die Errechnung der Humusreproduktionskoeffizienten auf einer Anwendung von Algorithmen basiert. Nach Aussage der Autoren sind

errechnete Humusreproduktionskoeffizienten nach HU-MOD vergleichbar mit denen anderer Bilanzierungsmethoden. Da jedoch zusätzlich Informationen des Ertrages und des Standortes mit einfließen, erfolgt die Bewertung der Humusreproduktion dynamischer und differenzierter. Bei der Berechnung der Humusreproduktionsleistung von Stroh wird der durch Stroh zugeführte N als Basis verwendet. Bei Kleegras korreliert die Humusreproduktion nach HU-MOD positiv mit dem Anteil an Leguminosen. Hier wird angenommen, dass die benötigten Nährstoffe vom Grasanteil im Gemenge selbst beim Verbleiben der Biomasse auf der Fläche nicht vollständig im System gehalten werden können. Mineralisierungsprozesse, die zu Verlusten führen, treten ein. Allerdings können diese Annahmen in der Praxis nicht immer bestätigt werden. Zudem kommt bei mehrjährigen Kulturen der Faktor der Bodenruhe hinzu, der sich auf die Humusreproduktion auswirkt (BROCK et al. 2008, 127f).

Von KOLBE wurde im Jahr 2007 (300ff) eine Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität entwickelt. Als Basis diente die VDLUFA-Methode, die um eine Standort-Differenzierung erweitert wurde. Die Grundlage der Methodenoptimierung stellten Ergebnisse aus 39 konventionellen und ökologischen Langzeitversuchen dar. Zunächst wurden sechs Standortgruppen identifiziert, die sich durch Bodenart, Niederschlags- und Temperaturverhältnisse auszeichnen. Bodenart und Klima spielen eine entscheidende Rolle für die Umsetzungs- und Humifizierungseigenschaften der Standorte. Zusätzlich erfolgte eine Betrachtung der bestehenden Humusreproduktionskoeffizienten der Fruchtarten und der organischen Materialien. Bei der Auswertung der Langzeitversuche konnte ermittelt werden, dass bei VDLUFA die Koeffizienten für verschiedene organische Dünger zu hoch angesetzt waren. Dieses Ergebnis stimmt wiederum mit BROCK et al. (2008, 25) überein, da hier vor allem bei der VDLUFA-Methodik bei zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben eine Humusüberversorgung festgestellt wurde. Um die Anwendung der Methodik auch für ökologisch wirtschaftende Betriebe zu ermöglichen, wurden die Koeffizienten entsprechend angepasst. Am Ende bewertete KOLBE (2007, 302f) die VDLUFA-Versorgungsgruppen neu. Berechnete Humussalden und ermittelte N-Flächensalden der Versuche wurden hierfür einander gegenübergestellt. Mithilfe der adaptierten VDLUFA-Methode können im ökologischen Landbau höhere Humussalden angestrebt werden (KOLBE 2010, 679). Versorgungsgruppe C wurde so eingeteilt, dass hier Humusgehalte vorliegen, die eine dem Standort und der Bewirtschaftung entsprechende Versorgung des Bodens mit Humus ermöglichen und Pflanzenerträge positiv beeinflussen (KOLBE 2013, 8).

Im Jahr 2014 wurde von VDLUFA (EBERTSEDER et al. 2014) erneut ein Standpunkt bezüglich der Humusbilanzierung herausgegeben. Der ökologische Landbau wird hier insofern berücksichtigt, dass auf eine notwendige abweichende Bewertung der Humussalden im Vergleich zum integrierten Landbau hingewiesen wird (EBERTSEDER et al. 2014, 9). Als Reaktion wurde eine dreistufige Koeffizientenskala eingeführt (KÖRSCHENS et al. 2004: zweistufig), nach der der Humusreproduktionsbedarf der Hauptkulturen eingeteilt wird (EBERTSEDER et al. 2014, 13 Tab 2a). Eine weiter Abänderung ist, dass eine Einteilung der Versorgungsgruppen A bis E speziell für den ökologischen Landbau zur Verfügung gestellt wurde (EBERTSEDER et al. 2014, 15 Tab 3b). Hier wird dem Umstand

Rechnung getragen, dass unter ökologischer Bewirtschaftung eine erhöhte Zufuhr an organischem Material notwendig ist.

BROCK und LEITHOLD (2015, 292) weisen darauf hin, dass jedoch nur sehr vage Angaben gemacht werden, in welchen Bereichen die drei Stufen der Koeffizientenskala jeweils angewandt werden können. Daher haben sie den Anwendungsbereich der neu eingeführten Skala für den ökologischen Landbau mit Hilfe des von ihnen entwickelten Humusbilanzmodells HU-MOD überprüft. Bei Getreide konnte aufgezeigt werden, dass bei der VDLUFA-Methode der Humusbedarf als zu gering eingestuft wurde. Selbst die oberste Stufe der Koeffizientenskala gibt einen Humusreproduktionsbedarf an, der bei Winterweizen einem Ertragsniveau von etwa 30 dt ha⁻¹ entspricht. Bei Hackfrüchten und Körnerleguminosen konnten plausible Angaben in der dreistufigen Skala festgestellt werden.

LEITHOLD et al. (2015, 4ff) gingen dem Grund nach, warum die Menge an organischer Substanz, die dem Boden unter ökologischen Bedingungen zugeführt wird, höher angesetzt werden muss im Vergleich zu konventionellen Bedingungen. Die organische Bodensubstanz stellt einen wichtigen Faktor dar, von dem zahlreiche Bodeneigenschaften positiv beeinflusst werden. Grundsätzlich besteht die Annahme, dass positiven Bodeneigenschaften für Böden unter ökologischer Bewirtschaftung von größerer Bedeutung sind, da nicht auf mineralische Dünger zurückgegriffen wird. Daraus resultiert ein höherer Bedarf an organischem Material (LEITHOLD et al. 2015, 5). Eine Düngung mit mineralischem N führt nicht nur zu einer Ertragssteigerung, sondern auch zu einer Erhöhung der Biomasse. Dies wiederum wirkt sich positiv auf die Menge der Ernterückstände aus, die auf dem Feld verbleiben. Zusammengefasst führen LEITHOLD et al. (2015, 12) folgende drei Punkte auf, warum eine erhöhte Zufuhr an organischer Substanz notwendig ist:

- Verzicht auf mineralischen Dünger als N-Quelle für Pflanzen und Bodenorganismen
- erhöhte Abhängigkeit von Bodeneigenschaften, die wiederum positiv von organischer Substanz beeinflusst werden
- positive Korrelation zwischen Versorgung mit organischem Material und Umsetzungsprozessen im Boden

5.2 Szenario , Viehlose ökologische Landwirtschaft

5.2.1 Durchführung der Humusbilanzierung

Im Folgenden wird eine Humusbilanzierung durchgeführt. In der engeren Auswahl standen hier die HU-MOD-Methode und die STAND-Methode, da beide vor dem Hintergrund der ökologischen Landwirtschaft entwickelt worden sind. Die Entscheidung fiel letztendlich auf die STAND-Methode nach KOLBE (2008, 2010a), da hier der Standort zusätzlich als Faktor Beachtung findet und die Methodik in der Praxis ohne größere Probleme angewendet werden kann. Zudem ist für die Durchführung

eine übersichtliche Erklärung vorhanden (KOLBE 2008, 1ff). Vergleichbare Datenquellen konnten für die HU-MOD-Methode nicht gefunden werden.

In Tab. 8 ist eine Übersicht über die Fruchtfolge und entsprechende Erträge zu finden. Bei den Ertragsdaten handelt ist sich um einen Durchschnitt von Praxiserträgen in Bayern, gemittelt über den Zeitraum 2011 bis 2015 (Lfl nach TUM). Da bei Emmer keine durchschnittlichen Ertragsdaten vorhanden sind, Ertragserwartungen jedoch von 2 bis 3,5 t ha⁻¹ angegeben werden, wird hier mit einem Ertrag von 2,8 t bilanziert (Lfl nach TUM). Bei den Biomasseerträgen von Luzernegras wird von 16 t ha⁻¹ ausgegangen, dem liegen Untersuchungsergebnisse zum Anbau von Luzerne durch GIEBELHAU-SEN (2008, 209) zugrunde. Bei der Zwischenfruchtmischung aus Phacelia und Buchweizen kann weder auf Erträge aus der Literatur noch auf eigene Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Da bei Phacelia von einer Biomasse von 0,2-0,6 t ha⁻¹ (LEMBACHER & WASNER 2009, 3) und bei Buchweizen von etwa 1,5-4,0 t ha⁻¹ (Blatt- und Kornerträge) (TFZ Bayern 2007, s.p.) ausgegangen werden kann, wird ein Ertrag von etwa 1 t geschätzt. Dies ist natürlich von der genauen Zusammensetzung der Mischung abhängig. Zusätzlich wird das Stroh/Korn-Verhältnis (nach KOLBE 2008, 4) bei den entsprechenden Kulturen angegeben, da die Stroherträge für die Humusbilanzierung von Bedeutung sind. Für Emmer ist das Stroh/Korn-Verhältnis etwas höher als bei Weizen anzusetzen. Bei Kartoffeln und Sojabohne fließt die auf dem Feld verbleibende Biomasse nicht in die Kalkulation der Humusreproduktion mit ein, da die zurückbleibenden Mengen zu gering sind.

Tabelle 8 Übersicht über Fruchtfolge, marktfähige Erträge, Korn/Stroh-Verhältnisse und die auf dem Feld verbleibende Biomasse

<u>Fruchtfolge</u>				
Jahr	Fruchtart	Ertrag in t ha ⁻¹	Stroh/Korn-Verhältnis	Biomasse in t ha ⁻¹ zur Humusreproduktion
1	Luzernegras	-	-	16,0
2	Luzernegras	-	-	16,0
3	Kartoffeln	24,4	-	-
4	Winterweizen	4,3	1,1	4,7
	Zw.fr. Pha + Bu	-	-	1,0
5	Sojabohne	1,9	-	-
6	Emmer	2,8	1,3	3,6

In Tab.9 wird die Humusbilanz berechnet. Die dafür verwendeten Daten der STAND-Methode sind bei Kolbe (2008, 1ff) zu finden. Da es sich um eine standortangepasste Methode handelt, erfolgt zunächst die Einteilung in die Standortgruppe. Gruppe 5 wird durch die Bodenart sandiger Lehm/Lehm mit einer Durchschnittstemperatur ≥ 8,5 °C charakterisiert, was auf den Standort der Fallstudie zutrifft. Um eine bessere Übersicht zu erreichen, wird im Folgenden der Humusbedarf pro ha berechnet. Den Fruchtarten der Fruchtfolge teilt man ihren jeweiligen Humusbedarf zu, den man aus dem Datensatz

der STAND-Methode entnimmt. Der Humusbedarf wird in kg Humusäquivalente (HÄQ) angegeben. Ein HÄQ entspricht einem kg Humus-C. Aus dem Anbauumfang (hier: 1 ha) und dem Humusbedarf der jeweiligen Fruchtart wird das Produkt in kg HÄQ ermittelt. Aufsummiert ergeben sie den Humusbedarf eines ha für die gesamte Fruchtfolge.

Die Reproduktionsleistung organischer Materialien bildet das Produkt aus der Menge an organischem Material sowie dem entsprechenden Reproduktionskoeffizienten. Dieser kann den Tabellen nach STAND (2008, 1ff) entnommen werden und ist von Art und Menge des organischen Materials abhängig. Bei den Reproduktionskoeffizienten entspricht ein HÄQ einem kg Humus-C pro t Substrat.

Der Humussaldo ergibt sich aus der Differenz der Reproduktionsleistungen organischer Materialien vom Humusbedarf pro ha in einem Jahr. Am Ende wird die Bilanzierung bewertet. Abhängig vom Ergebnis des Saldos bestimmt man den Versorgungsgrad durch die Einteilung in die Versorgungsgruppe A (sehr niedrig) bis E (sehr hoch).

Tabelle 9 Berechnung der Humusbilanz

Humusbedarf der Fruchtarten					
Jahr	Fruchtart	Fläche in ha	Reproduktionskoeffizient der Fruchtart in kg HÄQ ha ⁻¹	Humusbedarf der Fruchtart in kg HÄQ	
1	Luzernegras	1,0	+600,0	+600,0	
2	Luzernegras	1,0	+600,0	+600,0	
3	Kartoffeln	1,0	-760,0	-760,0	
4	Winterweizen	1,0	-280,0	-280,0	
	Zw.fr. Pha+Bu	1,0	+80,0	+80,0	
5	Sojabohne	1,0	+160,0	+160,0	
6	Emmer	1,0	-280,0	-280,0	
Gesamt ha ⁻¹ je Fruchtfolge +120,0					
Gesamt ha ⁻¹ a ⁻¹ $+20.0$					

Reproduktionsleistungen der organischen Materialien

organisches Material	Menge in t ha ⁻¹	Reproduktionskoeffizient in kg HÄQ ha ⁻¹	Summe in kg HÄQ
Gründüngung (Luzernegras)	16,0	3,2	51,2
Gründüngung (Luzernegras)	16,0	3,2	51,2
Stroh (Winterweizen)	4,7	67,9	319,1
Stroh (Emmer)	3,6	67,9	244,4
Gründüngung (Zw.fr.)	1,0	5,5	5,5
Gesamt ha ⁻¹ je Fruchtfolge			671,4
Gesamt ha ⁻¹ a ⁻¹			111,9

<u>Humussaldo</u>	
kg HÄQ ha ⁻¹ je Fruchtfolge	786,7
kg HÄQ ha ⁻¹ a ⁻¹	131,2

5.2.2 Ergebnisse und Diskussion der Humusbilanzierung

Mit einem Wert von 131,2 kg HÄQ ha⁻¹ a⁻¹ kann der Humussaldo in die Versorgungsgruppe C eingeordnet und somit als 'optimal' beschrieben werden. Mit diesem Ergebnis kann darauf geschlossen
werden, dass kein negativer Trend in der Humusversorgung der Böden bei der aufgestellten Fruchtfolge vorliegt. Eine Veränderung des Humusgehaltes kann dadurch jedoch nicht festgestellt werden. Zudem ist die Anwendung von Reproduktionskoeffizienten mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.
Neben Ernte- und Wurzelrückständen sowie organischer Düngung beeinflussen standörtliche Gegebenheiten die Humusreproduktion. Dazu zählen neben Form der Bewirtschaftung und Bodeneigenschaften das Klima hinsichtlich Temperatur, Niederschläge oder Höhenlage. Zwar reagiert KOLBE
(2008, 5) durch sechs verschiedene Standortgruppen, die jeweils einen unterschiedlichen Humusbedarf
der Kulturen und unterschiedliche Reproduktionskoeffizienten nach sich ziehen. Die Frage dabei ist
jedoch, ob diese sechs Gruppen der Variabilität in bodenkundlichen und klimatischen Bedingungen
gerecht werden. Vor allem bei der Klassifizierung von Tonböden weist KOLBE (2010a, 689) daraufhin,
dass aufgrund fehlender Versuche Fragen offen bleiben. Zumindest kann durch die Bilanzierung aber
eine Tendenz aufgezeigt werden und zudem ist sie praxistauglich einsetzbar.

5.3 Szenario , Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'

5.3.1 Durchführung der Humusbilanzierung

Um im Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft' eine Humus- und eine Nährstoffbilanzierung durchzuführen, ist zunächst die Ermittlung des Mistanfalls der Tiere notwendig.

Bei der Kalkulation des Festmistanfalls bei Schafen werden Daten nach KTBL (2009) herangezogen. Hier wird angegeben, mit welcher Menge an Festmist pro Tier zu rechnen ist. Entsprechend den Angaben wird der Festmistanfall für 90 Mutterschafe, 2 Böcken und 180 Saug- bzw. Mastlämmer berechnet (Tab. 10). Die Anzahl der Lämmer basiert auf 2 Nachkommen pro Mutterschaf. Bezüglich der Harnausscheidungen bei kleinen Wiederkäuern sind in der Literatur aufgrund der geringen Mengen keine Angaben zu finden. Bei KTBL (2009) wird lediglich vermerkt, dass dieser vollständig durch Einstreu gebunden wird, sofern eine ausreichende Menge verwendet wird. In Anlehnung an BALDINGER (2007, 44) wird pro Tier etwa 0,5 kg Stroh pro Tag als Einstreu verwendet. Für Mastlämmer kann aufgrund des geringeren Gewichtes eine geringere Menge angesetzt werden, für die Berechnung des Strohbedarfs werden 0,4 kg Stroh pro Tag veranschlagt, was aufgrund des geringeren Platzbedarfes mehr als ausreichend sein sollte. So wird bei einer Stallperiode von etwa 5 Monaten bei insgesamt 272 Tieren ein Strohbedarf von ca. 175 dt veranschlagt. Die Menge entspricht etwa der Strohmenge, die auf knapp 4 ha Winterweizen anfällt (46,5 dt ha⁻¹). Das zusammen mit dem Mist auf die Flächen zurückgeführte Stroh ist in den Daten bereits enthalten.

Im weiteren Vorgehen der Bilanzierung wird wie bereits beschrieben vorgegangen.

170,60

Tabelle 10 Anfall von Festmist bei Schafen

Anfall von Festmist pro Tier und Monat in m ³					
[Festmistgewicht ca. 7,00 - 8,00 dt m ⁻³] (nach KTB	Anzahl an Tiere gesamt				
Weibliches Schaf	0,14	90,0			
Männliches Schaf	0,20	2,0			
Schaf Sauglamm (1 6. Woche)	0,02	180,0			
Schaf Mastlamm (7 22. Woche)	180,0				
Kalkulation des Anfalls von Festmist					
Menge in dt pro Tier und a (weibliches Schaf)	12,60				
Menge in dt pro Tier und a (männliches Schaf)	18,00				
Menge in dt pro Tier und a (Saug- bzw. Mastlamm	2,03				
Menge in dt pro Bestand und a		1535,40			
Menge in dt pro ha und a (54 ha LF)	28,43				

Da die Tiere für sieben Monate auf den Luzernegrasflächen und für fünf Monate im Stall stehen, wird der Luzernegrasaufwuchs zu 60 % als Frischfutter und zu 40 % als Heu für die Monate im Stall verwendet. Geht man von einem Ertrag von 130 dt TM pro ha und a (BUCHGRABER 2002, 30) aus, so werden im Laufe der zwei Jahre etwa 156 dt als Frischfutter und 104 dt als Heu verwendet, was in der Nährstoffbilanz (Tab. 11) als Abfuhr von der Fläche zu bewerten ist. So findet bei Luzernegras keine Reproduktionsleistung auf den Flächen mehr statt. Da ein Teil des Strohs als Einstreu verwendet wird, werden bei Winterweizen nur noch 2,75 dt ha⁻¹ auf die Flächen zurückgeführt.

Tabelle 11 Berechnung der Humusbilanz

Menge in dt pro ha und Fruchtfolge

Humusbedarf der Fruchtarten				
Jahr	Fruchtart	Fläche in ha ⁻¹	Reproduktionskoeffizient der Fruchtart in kg HÄQ ha ⁻¹	Humusbedarf der Fruchtart in kg HÄQ ha ⁻¹
1	Luzernegras	1,0	+600,0	+600,0
2	Luzernegras	1,0	+600,0	+600,0
3	Kartoffeln	1,0	-760,0	-760,0
4	Winterweizen	1,0	-280,0	-280,0
	Zw.fr. Pha + Bu	1,0	+80,0	+80,0
5	Sojabohne	1,0	+160,0	+160,0
6	Emmer	1,0	-280,0	-280,0
Gesamt ha ⁻¹ je Fruchtfolge +120,0				
Gesan	nt ha ⁻¹ a ⁻¹			+20,0

Reproduktionsleistungen der organischen Materialien				
organisches Material	Menge in t ha ⁻¹	Reproduktionskoeffizient in kg HÄQ ha ⁻¹	Summen in kg HÄQ	
Stroh (Winterweizen)	2,75	67,9	186,7	
Stroh (Emmer)	3,6	67,9	244,4	
Gründüngung (Zw.fr.)	1,0	5,5	5,5	
Festmist Schafe	2,8	37,5	105,0	
Gesamt ha ⁻¹ je Fruchtfolge			541,6	
Gesamt ha ⁻¹ a ⁻¹			90,3	
	<u>Hı</u>	umussaldo		
kg HÄQ ha ⁻¹ je Fruchtfolge	2)		661,6	
kg HÄQ ha ⁻¹ a ⁻¹			110,3	

5.3.2 Ergebnisse und Diskussion der Humusbilanzierung

Die Humusbilanz fällt im Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft' mit 110,3 kg HÄQ ha⁻¹ a⁻¹ etwas geringer als im vorangegangenen Szenario aus. Dennoch kann das Ergebnis immer noch in Versorgungsgruppe C und daher als ,optimal' eingestuft werden. Somit ist auch hier eine ausgeglichene Humusbilanz gewährleistet. Die Reproduktionsleistung des abgeführten Strohs und des Luzernegrases ist nach den Berechnungen etwas höher einzustufen als der Festmist der Schafe.

Dieselben bereits angeführten Diskussionspunkte sind auch hier relevant. Das Ergebnis weist lediglich einen Trend auf, ohne dass jedoch genaue Aussagen über die Veränderungen des Humusgehaltes im Boden getroffen werden können.

6 Nährstoffbilanzierung

6.1 Methodik der Nährstoffbilanzierung

Nährstoffbilanzierungen haben den Zweck, Landwirten einen Überblick über die Nährstoffe zu geben, die dem System zugeführt werden oder das System verlassen. Kann kein Gleichgewicht zwischen Zuund Abfuhr hergestellt werden, führt dies zu einem Überfluss oder Mangel an Nährstoffen.

Betriebsinhaber mit Betriebsgrößen über 15 ha sind nach der DÜNGEVERORDNUNG (2017, Art. 1 § 8 Abs. 1) dazu angehalten, jährlich einen Nährstoffvergleich für N und P zu erbringen. Es ist freigestellt, ob Bilanzen über die gesamte landwirtschaftliche Fläche oder über einzelne Schläge bzw. Bewirtschaftungseinheiten gezogen werden.

Nach BAUMGÄRTEL et al. (2007, 5ff) unterscheidet man zwischen einer gesamtbetrieblichen Bilanz in Form einer Hoftorbilanz, einer Feld- und einer Schlagbilanz. Die in die Bilanzierung einfließenden Daten können belegter, berechneter, aufgezeichneter oder geschätzter Natur sein. Je nach Datengrundlage ist die Bilanzierung daher mit geringeren oder größeren Unsicherheiten behaftet.

Bei der Hoftorbilanz werden Nährstoffeinträge inkl. symbiontischer N-Bindung in den Betrieb und Nährstoffausträge aus dem Betrieb gegenüber gestellt. Um bezüglich des N-Saldos eine Vergleichbarkeit zu erreichen, ist es sinnvoll, die N-Bilanzierung bei viehhaltenden Betrieben in eine Stall- und eine Flächenbilanz aufzuteilen. Bei einer alleinigen Hoftorbilanz können keine Aussagen über Nährstoffverluste gemacht werden, die innerhalb des Betriebes anfallen. Für P und K entspricht das Ergebnis der Flächenbilanz dem Ergebnis der Hoftorbilanz (BAUMGÄRTEL et al. 2007, 8).

Die Stallbilanz erfolgt auf Basis der Nährstoffe, die im Stall zu- und abgeführt werden. Futter und Einstreu-Material (selbst produziert oder zugekauft) sowie zugekaufte Tiere stehen tierischen Produkten, verkauften und toten Tieren sowie dem Hofdünger gegenüber. Hier können Rückschlüsse auf Nährstoffverluste innerhalb des Stalls gezogen und somit die Effizienz der tierischen Produktion bewertet werden (STEIN-BACHINGER et al. 2004, 26).

Die Fruchtfolge-Rotation eines Schlages dient als Grundlage bei der Schlagbilanz. Die Zufuhr an Nährstoffen erfolgt über Samen, eventuelle Wirtschaftsdünger und durch symbiotische N₂-Fixierung. Dem steht die Nährstoffabfuhr durch Ernteprodukte gegenüber. Vor allem bei viehhaltenden Betrieben beeinflussen geschätzte Werte in Bezug auf Wirtschaftsdünger, Futterabfuhren und Grünlanderträge das Ergebnis (BAUMGÄRTEL et al. 2007, 8). Auch bei Körner- und Futterleguminosen muss die N₂-Fixierung geschätzt werden (STEIN-BACHINGER et al. 2004, 22).

Auch bei der Nährstoffbilanzierung ist es problematisch, allgemeine Faustzahlen, die auf Basis einer konventionellen Datengrundlage ermittelt worden sind, für die ökologische Landwirtschaft anzuwenden. Niedrigere Erträge und Nährstoffgehalte in den Kulturen führen insgesamt zu eineme niedrigerem Nährstoffniveau im Betrieb (STEIN-BACHINGER et al. 2004, 33). Daher wurden von STEIN-

BACHINGER et al. (2004, 35ff) auf Basis von Untersuchungsergebnissen aus dem ökologischen Landbau Nährstoffgehalte und einfache Ertragsschätzverfahren ermittelt.

6.2 Szenario , Viehlose ökologische Landwirtschaft'

6.2.1 Durchführung der Nährstoffbilanzierung

Für die Nährstoffbilanzierung zum Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft' werden die allgemeinen Faustzahlen zur Bilanzierung von STEIN-BACHINGER et al. (2004, 34ff) verwendet, da diese vor dem Hintergrund der ökologischen Landwirtschaft entwickelt wurden. Zusätzlich wurden Nährstoffvergleiche von KERSCHBERGER et al. (2001, 9ff) als Quelle herangezogen. Da bei der Bewertung ein Schwerpunkt darauf liegt, ob die Flächen mit einer ausreichen Menge an Nährstoffen versorgt werden, wird in beiden Szenarien eine Schlagbilanz durchgeführt. So kann die Fruchtfolge auf ihr Nährstoffsaldo hin untersucht werden. Aufgrund der unterschiedlichen Größe der Schläge der Fallstudie und um wiederum eine bessere Übersicht zu erreichen, wird die Bilanz auf einen ha bezogen berechnet.

Die Zufuhr an Nährstoffen auf den Schlag erfolgt über Samen und Pflanzgut sowie über die N-Fixierung durch Knöllchenbakterien. In Tab. 12 ist eine Übersicht über eingesetzte Saat- und Pflanzmengen sowie Erträge zu finden. Eigene Wirtschaftsdünger fallen aufgrund der viehlosen Bewirtschaftung nicht an. Durch die Abfuhr der Ernteprodukte von Kartoffeln, Winterweizen, Sojabohne und Emmer werden Nährstoffe abgeführt. Mithilfe der Bilanzierung in Tab. 13 werden Zufuhr und Abfuhr von Nährstoffen einander gegenübergestellt. Bei der symbiontischen N-Bindung handelt es sich um berechnete Daten, während es sich hingegen bei der Zufuhr durch Samen oder der Abfuhr durch Ernteprodukte um aufgezeichnete Daten handelt (BAUMGÄRTEL et al. 2007, 8). Bei der hier durchgeführten Bilanzierung können jedoch keine aufgezeichneten Daten verwendet werden. Daher werden Daten aus der Literatur oder Durchschnittswerte herangezogen. Dies führt dazu, dass die Ergebnisse mit einer gewissen Ungenauigkeit behaftet sind, da es sich um keine an den Betrieb angepassten Daten handelt.

Tabelle 12 Übersicht über Saat- und Pflanzmenge, Korn-, Knollen- und Biomasseertrag

Jahr	Fruchtart	Saat-/ Pflanzmenge in dt ha ⁻¹	Korn-/ Knollenertrag in dt ha ⁻¹	Biomasseertrag in dt ha ⁻¹
1	Luzernegras	0,22	-	160,00
2	Luzernegras	-	-	160,00
3	Kartoffeln	24,00	244,00	-
4	Winterweizen	1,80	43,00	47,00
	Zw.fr. Ph + Bu	0,30	-	10,00
5	Sojabohne	2,00	19,00	-
6	Emmer	2,00	28,00	36,00

Anmerkungen Saatmenge:

Luzernegras: Untersuchungen zum Anbau von Luzerne (GIEBELHAUSEN 2008, 207)

Kartoffeln: betriebliche Erfahrungswerte Winterweizen: betriebliche Erfahrungswerte

Zwischenfrucht Phacelia und Buchweizen (50:50): Phacelia 8-12 kg/ha (LEMBACHER & WASNER

2009, 2); Buchweizen 50-60 kg/ha (TFZ Bayern 2007, s.p.)

Sojabohne: 70 Körner m⁻² (TKG 150 g; Keimfähigkeit 80 %) (IMGRABEN & RECKNAGEL 2016,2)

Emmer: Kulturanleitung Emmer und Einkorn (LEMBACHER & SCHALLY 2015, 3)

Tabelle 13 Berechnung der Nährstoffbilanz

Zufuhr an Nährstoffen								
			Nährstoffzufuhr in kg dt ⁻¹			Nährstoffzufuhr gesamt in kg		
	Menge in	Fläche in		Ü				
Produkt	dt ha ⁻¹	ha	N	P	K	N	P	K
N-Fixierung Luzernegras (50:50)	160,00	1,00	1,75	-	-	280,00	-	-
N-Fixierung Luzernegras (50:50)	160,00	1,00	1,75	-	-	280,00	-	-
Samen Luzer- negras	0,22	1,00	3,86	0,49	0,80	0,85	0,11	0,18
Pflanzgut Kartoffeln	24,00	1,00	0,35	0,06	0,5	8,40	1,44	12,00
Samen Win- terweizen	1,80	1,00	1,60	0,35	0,40	2,88	0,63	0,72
Samen Zwischen- frucht	0,30	1,00	2,50	0,40	2,90	0,75	0,12	0,87
N-Fixierung Sojabohne	19,00	1,00	4,00	-	-	76,00	-	-
Samen Soja- bohne	2,00	1,00	5,40	0,72	1,87	10,80	1,44	3,74
Samen Emmer	2,00	1,00	1,60	0,35	0,40	3,20	0,70	0,8
Gesamt in kg						662,88	4,44	18,31
Gesamt in kg ha	a ⁻¹ u. a ⁻¹					110,48	0,74	3,05

Abfuhr an Nährstoffen

	,					toffabfuhi in kg	r gesamt	
Produkt	Menge in dt ha ⁻¹	Fläche in ha	N	P	K	N	P	K
Kartoffeln	243,90	1,00	0,35	0,06	0,5	85,37	14,63	121,95
Winterwei- zen Körner	42,30	1,00	1,60	0,35	0,40	67,68	14,80	16,92

Sojabohne	19,20	1,00	5,40	0,72	1,87	103,68	13,82	35,90
Emmer Kör-	27,50	1,00	1,60	0,35	0,40	44,00	9,63	11,00
ner Gesamt in kg Gesamt in kg ha ⁻¹ u. a ⁻¹						300,73	52,89	185,77
						50,12	8,81	30,96
Saldo (Zufuhr - Abfuhr) in kg							-48,45	-167,46
Saldo in kg ha ⁻¹ u. a ⁻¹							-8,07	-27,91

6.2.2 Ergebnisse und Diskussion der Nährstoffbilanzierung

Die Ergebnisse der Bilanz zeigen eine Zufuhr von 110 kg N, 0,74 kg K und 3 kg P pro ha auf. Dem gegenüber steht eine Abfuhr von 50 kg N, 9 kg P und 31 kg K pro ha. Eine Zufuhr von N findet hauptsächlich mit Hilfe des Luzernegrases statt, das einen positiven Saldo mit etwa 60 kg N pro ha ermöglicht. Durch Sojabohne erfolgt ein Eintrag von 87 kg pro ha (Samen und N-Fixierung), dem gegenüber steht jedoch ein Austrag von 104 kg pro ha und ist somit negativ. Die Zufuhr von P und K erfolgt nur in geringer Form durch das Saat- bzw. Pflanzgut. Die Nährstoffabfuhr von K wird zu einem großen Teil durch die Kartoffelernte bedingt (122 kg pro ha), an zweiter Stelle ist Sojabohne mit 36 kg pro ha zu nennen. Bei P ist die Abfuhr durch die jeweiligen Kulturen etwas ausgeglichener und liegt zwischen 10 und 15 kg pro ha.

Wie bereits in der SWOT-Analyse angesprochen, kann die langfristige Versorgung des Bodens mit Nährstoffen in der ökologischen Landwirtschaft ein Problem darstellen. Die aufgestellte Fruchtfolge ermöglicht zumindest auf N bezogen eine positive Bilanz. Diese ist vor allem auf die N-Fixierleistung zurückzuführen, die mit dem Anbau von zweijährigem Luzernegras einhergeht. Mögliche N-Verluste wurden bei der Bilanzierung jedoch nicht berücksichtigt. Den Verlusten steht der Eintrag von atmosphärischem N gegenüber, der ebenfalls nicht berücksichtigt wurde. BERRY et al. (2003, 115) untersuchten neun ökologisch wirtschaftenden Betriebe hinsichtlich ihrer N-Bilanz. Hier wurden sowohl der atmosphärischem N-Eintrag als auch N-Verluste berücksichtigt. Bei fünf Betrieben waren Eintrag und Verluste in etwa ausgeglichen, bei den restlichen Betrieben dominierten jedoch die N-Verluste. Bei der vorliegenden N-Bilanzierung wird davon ausgegangen, dass atmosphärischem N-Eintrag und N-Verluste ausgeglichen sind. Dies bedeutet jedoch auch, dass Produktionsverfahren optimiert werden müssen, um N-Verluste zu vermeiden

Bei den neun ökologisch wirtschaftenden Betriebe, die von BERRY et al. (2003, 114f) genauer untersucht wurden, wiesen sieben Betriebe über die gesamte Bilanzierung eine positive N-Bilanz zwischen 18 und 64 kg N ha⁻¹ a⁻¹ auf. Bei zwei Betrieben wurde eine negative Bilanz zwischen -15 und -19 kg N ha⁻¹ a⁻¹ festgestellt. Auch hier beruhte bei viehlosen Betrieben der Großteil der N-Zufuhr auf dem Anbau von Leguminosen. Gleichzeitig liegt bei der Einschätzung der N-Fixierung durch Knöllchenbakterien jedoch auch eine der größten Fehlerquellen (BERRY et al. 2003, 115), wodurch das Ergebnis der N-Bilanzierung als unsicher betrachtet werden muss.

Sowohl bei P als auch bei K weist die Nährstoffbilanzierung negative Werte auf, beide Nährstoffe werden somit langfristig abgebaut. Werden über mögliche Düngungsformen nicht genügend Nährstoffe für optimales Pflanzenwachstum geliefert, sollte gewährleistet werden, dass die Pflanzen über Bodenreserven Zugang zu den entsprechenden Nährstoffen erhalten. Die Erschließung der Bodenreserven wird zum einen durch Verwitterungs- und Mineralisierungsvorgängen, zum anderen durch Bodenorganismen und von Pflanzen selbst unterstützt. Bei niedrigem Nährstoffgehalt im Boden reagieren Pflanzen durch verstärktes Wurzelwachstum und durch die Abgabe von Wurzelexudaten, um eine größere Menge an Nährstoffen aus dem Boden erschließen zu können (KOLBE 2010b, 117). Untersuchungen an ökologischen Betrieben in Sachsen zeigen, dass nur wenige der Betriebe hinsichtlich P und K in die Versorgungklasse A (nach VDLUFA; KERSCHBERGER et al. 1997, 5) eingestuft werden können (KOLBE 2010b, 118). Auf Basis der Schlag- und Hoftorbilanzen der Betriebe kann jedoch vor allem bei ökologischen Marktfruchtbetrieben abgeleitet werden, dass Reserven im Boden genutzt werden, da die Zufuhr über die Fruchtfolge nicht ausreicht. P-Salden der untersuchten Betriebe schwanken zwischen -64 und +134 kg ha⁻¹, K-Salden liegen im Bereich von -16 bis +24 kg ha⁻¹ (KOLBE 2010b, 118). Abgeleitet aus der Auswertung von Dauerversuchen empfiehlt KOLBE (2010b, 132), dass bezüglich von P eine ausgeglichene Bilanz erreicht werden soll, um langfristig lösliche P-Gehalte im Boden konstant zu halten. Bei Empfehlungen bezüglich K wird zusätzlich der Standort mit in Betracht gezogen. Während bei leichten Böden ein positiver Saldo von 10 bis 20 kg ha⁻¹ erreicht werden sollte, kann auf schweren Boden ein negativer Saldo von bis zu -40 kg ha⁻¹ akzeptiert werden. Voraussetzung hierbei ist, dass wiederum lösliche K-Gehalte im Boden nicht abgebaut werden.

Aufgrund ausreichender Reserven von P und K in den Böden der Fallstudie können die Flächen vorläufig ohne eine Grunddüngung mit P und K bewirtschaftet werden. Pflanzenbaulich kann hier das Nährstoffnachlieferungspotential des Bodens durch ein verstärktes Zwischenfrucht- und Gründüngungsmanagement verbessert werden (Kolbe 2010b, 133). Langfristig muss jedoch über Maßnahmen nachgedacht werden, um einem weiteren Abbau der Nährstoffe entgegenzuwirken. Möglichkeiten wären hier Kooperationen mit viehhaltenden Betrieben, die jedoch im unmittelbaren Umkreis der Fallstudie kaum vorhanden sind. Als mineralische P-Dünger sind im ökologischen Landbau weicherdige Rohphosphate zugelassen, deren Wirkung vor allem bei hohen pH-Werten beschränkt ist (MÜLLER et al. 2007, 373). Eine Kombination mit elementarem Schwefel in Form von Biosuperphosphat kann die Wirksamkeit der Düngung erhöhen, da hier eine mikrobielle Oxidation des Schwefels das Rohphosphat aufschließt (STEFFENS & LEITHOLD 2011, 190). Da mit der Oxidation jedoch auch ein pH-Abfall einhergeht, muss dies wiederum mit der jeweiligen Kultur vereinbar sein (STEFFENS & LEITHOLD 2011, 191).

6.3 Szenario ,Viehhaltende ökologische Landwirtschaft'

6.3.1 Durchführung der Nährsoffbilanzierung

Die Nährstoffbilanzierung im Szenario ,Viehlose ökologische Landwirtschaft' (Tab. 14) wird wie bereits beschrieben durchgeführt. Die Werte bezüglich der Nährstoffzufuhr durch Schafmist sind dem ,Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland' (Lfl 2012, 92) entnommen, da in den bereits angegebenen Quellen zur Nährstoffbilanzierung keine Daten für den Festmist von Schafen zu finden sind. Das zusammen mit dem Mist auf die Flächen zurückgeführte Stroh ist in den Daten bereits enthalten. Bei der Abfuhr von Luzernegras muss unterschieden werden, ob der Aufwuchs als Grünfutter oder in Form von Heu genutzt wird. Je nach Nutzung unterscheiden sich die Faustzahlen bezüglich der Nährstoffabfuhr (STEIN-BACHINGER et al. 2004, 34ff; KERSCHBERGER et al. 2001, 9ff). 60 % des Aufwuchses wird als Grünfutter genutzt, 40 % als Heu für die Wintermonate.

Tabelle 14 Berechnung der Nährstoffbilanz

Zufuhr an Nährstoffen								
	N	EI 1	Nährstoffzufuhr in kg dt ⁻¹			Nährstoffzufuhr gesamt in kg		
Produkt	Menge in dt ha ⁻¹	Fläche in ha	N	P	K	N	P	K
N-Fixierung Luzernegras (50:50)	130,00	1,00	1,75	-	-	227,50	-	-
N-Fixierung Luzernegras (50:50)	130,00	1,00	1,75	-	-	227,50	-	-
Saatgut Luzer- negras	0,22	1,00	3,86	0,49	0,80	0,85	0,11	0,18
Pflanzgut Kar- toffeln	24,00	1,00	0,35	0,06	0,5	8,40	1,44	12,00
Saatgut Winter- weizen	1,80	1,00	1,60	0,35	0,40	2,88	0,63	0,72
Saatgut Zwischenfrucht	0,33	1,00	2,50	0,40	2,90	0,83	0,13	0,96
N-Fixierung Sojabohne	19,20	1,00	4,00	-	-	76,80	-	-
Saatgut Soja- bohne	2,00	1,00	5,40	0,72	1,87	10,80	1,44	3,74
Saatgut Emmer	2,00	1,00	1,60	0,35	0,40	3,20	0,70	0,80
Festmist Schafe (inkl. Stroh)	170,58	1,00	0,47	0,28	1,11	80,17	47,76	189,34
Gesamt in kg	1 1					638,93	52,21	207,74
Gesamt in kg ha	' u. a ⁻¹					106,48	8,70	34,62

		<u>At</u>	orum an i	Nanrstone	<u> </u>			
			Näh	rstoffabfi kg dt ⁻¹	uhr in	Nährstoffabfuhr gesa kg		gesamt in
Produkt	Menge in dt ha ⁻¹	Fläche in ha	N	P	K	N	P	K
Kartoffeln	243,90	1,00	0,35	0,06	0,5	85,37	14,63	121,95
Winterwei- zen Körner	42,30	1,00	1,60	0,35	0,40	67,68	14,81	16,92
Sojabohne	19,20	1,00	5,40	0,72	1,87	103,68	13,82	35,90
Emmer Kör- ner	27,50	1,00	1,60	0,35	0,40	44,00	9,63	11,00
Luzernegras Grünfutter 60% (1. u. 2. Jahr)	156,00	1,00	2,83	0,35	2,63	441,48	54,60	410,28
Luzernegras Heu 40 % (1.u. 2. Jahr)	104,00	1,00	2,20	0,30	2,86	228,80	31,20	297,44
Winterwei- zen Stroh	46,50	1,00	0,30	0,10	0,70	13,95	4,65	32,55
Gesamt in kg						984,96	143,34	926,04
Gesamt in kg							154,34	
Saldo (Zufuhr - Abfuhr) in kg -346,03 -91,13 -718,30 Saldo in kg ha ⁻¹ u. a ⁻¹ -57,67 -15,18 -119,76						•		

Abfuhr an Nährstoffen

6.3.2 Ergebnisse und Diskussion der Nährstoffbilanzierung

Die Nährstoffbilanzierung zeigt auf, dass das Ziel dieses Szenarios, eine ausgeglichene Nährstoffbilanz mit Hilfe von Tierhaltung zu erreichen, durch Schafe nicht eintritt. Der Menge an Nährstoffen, die den Flächen in Form der Wirtschaftsdünger zugeführt werden, steht eine zu große Menge an abgeführten Nährstoffen gegenüber. So tritt bei N ein negativer Saldo von -58, bei P von -15 und bei K von -120 kg pro ha und a auf.

Ein Großteil der von der Fläche abgeführten Nährstoffe ist auf das Luzernegras zurückzuführen, dass den Tieren als Futter zur Verfügung steht. Indem tierische Produkte in Form der Lämmer abgefahren werden, erfolgt ein Nährstofftransfer über die Grenzen des Betriebes hinaus. Da die Harnausscheidungen der Tiere aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt wurden, ist eine leichte Abmilderung des negativen Saldos möglich. Aufgrund der geringen Mengen an Harnausscheidungen ist dies jedoch nicht von großer Bedeutung.

Um den negativen Saldo zumindest etwas abzumildern, könnte nur die Hälfte der für Luzernegras genutzten Fläche durch Schafe genutzt werden, während der Aufwuchs der zweiten Hälfte auf der Fläche verbleibt. Dadurch würde sich jedoch auch der Tierbestand reduzieren, da nach EG-ÖKO-VO

(889/2008, Anhang IV) eine Anzahl von 13,3 Tieren pro ha nicht überschritten werden sollte. Eine weitere Option wäre, den Luzernegrasanbau auf drei Jahre auszuweiten, um die Anzahl der Tiere beizubehalten, jedoch im dritten Jahr den Aufwuchs auf der Fläche zu belassen. Allerdings ist es hier sehr fraglich, ob diese Möglichkeit in wirtschaftlicher Hinsicht in Betracht gezogen werden kann.

7 Betriebswirtschaftliche Evaluation

7.1 Grundlagen betriebswirtschaftlicher Rechnungen

Rechnungen zur Unterstützung herangezogen werden. Sie stellen eine Möglichkeit dar, um Änderungen auf Seiten der Leistungen oder der Kosten zu ermitteln, die mit einer unternehmerischen Entscheidung einhergehen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einer Teil- und einer Vollkostenrechnung, deren Wahl vom Bedarf an Informationen abhängt (Mußhoff und Hirschauer 2013, 120f). Bei einer Teilkostenrechnung wird nach Mußhoff und Hirschauer "nur ein Teil der Kosten dem Kalkulationsobjekt "Endprodukt" zugeordnet" (2013,124). Wie der Begriff vielleicht suggeriert ist diese jedoch nicht unvollständig, vielmehr liegt der Unterschied zur Vollkostenrechnung "im Grad der Aufteilung der einzelnen Kostenelemente auf die jeweilige Bezugsgröße" (ODENING & BOCKELMANN 2001, 300). Auf Basis des Verursacherprinzips werden bei der Teilkostenrechnung der jeweiligen Kostenstelle die Einzelkosten zugeordnet (ODENING & BOCKELMANN 2001, 300). Für ihre Durchführung können Deckungsbeitragsrechnungen herangezogen werden. Diese basieren auf der Differenz von Leistungen und variablen Kosten. Der Deckungsbeitrag ist folgendermaßen definiert (KUHLMANN 2007, 355):

Um produktionswirtschaftliche Entscheidungen zu treffen, können sogenannte Leistungs-Kosten-

DB = L - KV mit

- DB: Deckungsbeitrag einer Handlungsalternative, gemessen in € je Produktionsperiode
- L: Leistungen der Handlungsalternative, gemessen in € je Produktionsperiode
- KV: variable Kosten einer Handlungsalternative, gemessen in € je Produktionsperiode

Da bei Deckungsbeitragsrechnungen nur variable Kosten berücksichtigt werden, ist eine Unterscheidung von variablen und fixen Kosten notwendig. Kosten, die sich gleichzeitig mit dem Umfang der Produktion verändern, können als variabel angesehen werden. Fix sind hingegen diejenigen Kosten, die konstant unabhängig von den produzierten Mengen anfallen (KUHLMANN 2007, 356).

Bei einer Vollkostenrechnung werden die Stückkosten je Produkteinheit ermittelt. Der Stückgewinn lässt sich aus den Stückkosten und dem Preis des Endprodukts ableiten (MUßHOFF und HIRSCHAUER 2013, 131). Auf Basis des Einwirkungsprinzips werden Fixkosten je nach Beanspruchung auf die Produktionsmenge aufgeteilt und stehen somit in Widerspruch zum Verursacherprinzip. Gemeinkosten werden dadurch willkürlich verteilt. Die Durchführung einer Vollkostenrechnung ist in Bezug auf die Suche nach Potentialen zur Kostensenkung denkbar. Des Weiteren können Ergebnisse der Vollkostenrechnung im Rahmen zwischenbetrieblicher Vergleiche als Kennziffern herangezogen werden, da die absoluten Werte aufgrund unterschiedlicher Betriebsstrukturen meist keinen sinnvollen Vergleich zulassen und zu Fehlinterpretationen führen. Eine Bedingung ist hier jedoch, dass die Schlüssel der Kostenverteilung bei den zu vergleichenden Betrieben identisch sind (ODENING & BOCKELMANN

2001, 305). Benötigt man keine unmittelbare Entscheidungsunterstützung, sondern eher eine Art Prognosehilfe, ist die Anwendung einer Vollkostenrechnung ebenso denkbar. Dadurch fällt die Einschätzung leichter, inwieweit unter welchen Bedingungen Gewinne oder Verluste erzielt werden (SCHNEIDER 1994, 372 f).

7.2 Szenario , Viehlose ökologische Landwirtschaft"

7.2.1 Durchführung der Deckungsbeitragsrechnungen

Da bei den beiden Szenarien die wirtschaftliche Rentabilität geprüft werden soll, wird eine Teilkostenrechnung in Form von Deckungsbeitragsrechnungen herangezogen. Damit kann überprüft werden, inwieweit errechnete Deckungsbeiträge Fixkosten als auch Gewinnansprüche abdecken (KUHLMANN 2007, 356).

In den folgenden Tab. 15 bis 25 werden die Deckungsbeiträge der einzelnen Kulturen der vorgestellten Fruchtfolge errechnet. Anmerkungen zu den jeweiligen Berechnungen sind direkt im Anschluss zu finden. Die Mehrwertsteuer ist in den Berechnungen enthalten, da es sich um einen pauschalierenden Betrieb handelt. Beim Einkauf von Produkten zahlt der Betrieb die reguläre Umsatzsteuer von 19 % oder 7 %. Beim Verkauf von Produkten wird die Umsatzsteuer von 10,7 % (für landwirtschaftliche Erzeugnisse) wieder an den Betrieb zurückgeführt. Ein Vorteil dabei ist, dass umsatzsteuerliche Aufzeichnungspflichten gegenüber dem Finanzamt nicht notwendig sind. Über den ganzen Sektor betrachtet sollten sich Vorleistungen und eingenommene Umsatzsteuern ausgleichen. Der Wechsel von einem pauschalierenden zu einem optierenden Betrieb würde sich in dem Falle lohnen, wenn größere Investitionen anstehen. Der angesetzte Zeitraum dafür umfasst jedoch mindestens fünf Jahre (MUßHOFF & HIRSCHAUER 2013, 75).

Die Deckungsbeiträge werden für die Fruchtfolge als eine Rotation berechnet. Genau genommen müsste zu Beginn der Umstellung jeweils von den Vorfrüchten ausgegangen werden, die vor der Umstellung angebaut wurden. Maschinelle Arbeitsschritte müssten hier an die jeweilige Vorfrucht angepasst werden, wodurch die variablen Maschinenkosten leicht variieren. Allerdings ist hier das Ziel, die Fruchtfolge in ihrer gesamten Rotation zu betrachten, um auch zukünftige Aussagen treffen zu können. Neben den Deckungsbeiträgen in der Umstellungsphase werden auch die Deckungsbeiträge nach der Umstellungsphase angegeben. Bei Getreidearten, die als Futtermittel geeignet sind, ist es möglich, diese bereits im Zeitraum der Umstellung als Futtermittel mit dem Hinweis 'Produkte aus der Umstellung auf ökologischen Landbau' zu vermarkten (LEHNER, mündliche Mitteilung). Bei Winterweizen erfolgt die Berechnung des Deckungsbeitrages daher mit Preisen, die mit Ökofuttermitteln zu erzielen sind.

Tabelle 15 Deckungsbeitrag Luzernegras

	Erträge und Preise	
Ertrag	dt ha ⁻¹	0,00
Erzeugerpreis	$\in \mathrm{dt}^{\text{-}1}$	0,00

Deckungsbeitragsberechnung

Leistungen		
Verkauf Korn	€ ha ⁻¹	0,00
variable Kosten		
Saatgut	€ ha ⁻¹	234,00
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹	341,00
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹	575,00
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	-575,00

Anmerkungen:

Saatgut: als Grundlage dient DSV Country Öko Luzernegras (Grundpreise: 7,80 € kg⁻¹ incl. MwSt. [Stand 2017]); Aussaatmenge 30 kg ha⁻¹; Quelle: Deutsche Saatveredlung AG variable Maschinenkosten: siehe Tab. 16

Tabelle 16 variable Maschinenkosten Luzernegras

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoffkos- ten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamt- kosten aller Durchgänge in € ha ⁻¹
Grundbodenbearbeitung mit Grubber (2)	1,00	13,50	5,00	4,00	45,00
Saatbettbereitung + Aussaat (1)	1,00	13,50	5,00	8,00	26,50
Mulchschnitte (6-8)	1,00	13,50	5,00	20,00 (MR)	269,50
Gesamt					341,00

Anmerkungen:

Arbeitszeit: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes;

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): $0.90 \in l^{-1}$; beim Pflugeinsatz werden 201 pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 151 pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

Maschinen- und Reparaturkosten Anbaugeräte: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes;

MR: Maschinen- und Betriebshilfsring Deggendorf e.V.: Verrechnungssatz für das Ausleihen von Maschinen

Mulchschnitte: 6-8 Schnitte über einen Zeitraum von 2 Jahren; Kosten mit 7 Schnitten berechnet

Tabelle 17 Deckungsbeitrag Kartoffeln

	Erträge und Preis	se	
			n der Umstellungsphase
Ertrag	dt ha ⁻¹		243,9
Erzeugerpreis	€ dt ⁻¹	16,50 / 1,75	53,41 / 3,87
_	Deckungsbeitragsbere	chnung	
Leistungen			
Verkauf Kartoffeln	€ ha ⁻¹	2.945,10	9.401,86
variable Kosten			
Pflanzgut	€ ha ⁻¹		2.607,90
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹		1.067,06
Hagelversicherung	€ ha ⁻¹		40,00
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹		3.714,96
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	-769,86	5.686,90

Anmerkungen:

Ertrag: durchschnittliche Praxiserträge für Speise- und Futterkartoffeln in Bayern (2011-2015); Quelle: Lfl nach TUM; 70 % des Ertrages werden als Speisekartoffeln kalkuliert, 30 % als Futterkartoffeln

Erzeugerpreis: durchschnittlicher Marktpreis für Speisekartoffeln/Öko-Speisekartoffeln in Bayern (2011-2015); Quelle: Lfl nach BBV-Marktbericht

Pflanzgut: als Grundlage dient die Sorte *Adretta*; zunächst wird 100 % Pflanzgut zugekauft, da keine eigenen Pflanzkartoffeln vorhanden sind; Quelle: Bioland-Handelsgesellschaft Baden-Württemberg mbH

variable Maschinenkosten: siehe Tab. 18

Hagelversicherung: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes

Tabelle 18 Variable Maschinenkosten Kartoffeln

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoffkos- ten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamt- kosten aller Durchgän- ge in € ha ⁻¹
Grundbodenbearbeitung mit Grubber (2)	1,00	13,50	5,00	4,00	45,00
Kreiselegge (3)	1,00	13,50	5,00	6,00	73,5
Pflanzung (1)	1,00	13,50	5,00	40,00 (MR)	58,50
Kartoffeldammfräse (3)	1,00	13,50	5,00	55,00 (MR)	220,50
Pflege mit Striegel (2)	0,15	2,03	0,75	2,00	9,56
Lohnarbeit Rodung (1)	-	-	-	600,00	600,00
Manuelle Aussortierung	6,00	-	-		60,00
Gesamt					1.067,06

Anmerkungen:

Arbeitszeit: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes;

Striegel: 12 m Breite, 6,7 ha h⁻¹;

- \triangleright 8 km h⁻¹ * 12 m = 9,6 ha h⁻¹
- $ightharpoonup 9,6 \text{ ha h}^{-1} * 70\% = 6,7 \text{ ha h}^{-1} [30 \% \text{ Wendetätigkeiten}]$
- \rightarrow 1h / 6,7 ha = 0,15 h ha⁻¹

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): $0.90 \in l^{-1}$; beim Pflugeinsatz werden 201 pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 151 pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

Maschinen- und Reparaturkosten Anbaugeräte: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes; Kosten für Striegeleinsatz nach KTBL (MaKost)

MR: Maschinen- und Betriebshilfsring Deggendorf e.V.: Verrechnungssatz für die Ausleihe von Maschinen

Manuelle Aussortierung: Lohn 10 € h⁻¹

Tabelle 19 Deckungsbeitrag Winterweizen

	Erträge und Pre	<u>ise</u>	
	in	n Zeitraum der / na	ch der Umstellungsphase
Ertrag	dt ha ⁻¹		42,28
Erzeugerpreis	€ dt ⁻¹	34,01	41,12
	Deckungsbeitragsber	echnung	
Leistungen			
Verkauf Korn	€ ha ⁻¹	1437,94	1.738,60
variable Kosten			
Saatgut	€ ha ⁻¹		188,10
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹		247,30
Reinigung	€ ha ⁻¹		63,42
Hagelversicherung	€ ha ⁻¹		20,00
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹		518,82
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	919,12	1.219,78

Anmerkungen:

Ertrag: durchschnittliche Praxiserträge in Bayern (2011-2015); Quelle: Lfl nach TUM

Erzeugerpreis: durchschnittlicher Marktpreis für Ökofutterweizen in Bayern (2011-2015); Quelle:

Lfl nach AMI

Saatgut: als Grundlage dient die ertrags- und qualitätsbetonte Sorte *Graziaro B* (Z-Saatgut aus ökologischer Züchtung: 98,98 € dt⁻¹ incl. MwSt. [Stand 2017]); zunächst wird 100 % Saatgut zugekauft, da kein eigener Nachbau aus ökologischer Produktion vorhanden ist; Aussaatmenge 1,90 dt ha⁻¹; Quelle: Bioland-Handelsgesellschaft Baden-Württemberg mbH

variable Maschinenkosten: siehe Tab. 20 Reinigung: Richtwert von 1,50 € pro dt

Hagelversicherung: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes

Tabelle 20 Variable Maschinenkosten Winterweizen

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoff- kosten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamtkosten aller Durchgänge in € ha ⁻¹
Grundbodenbearbeitung mit Grubber (2)	1,00	13,50	5,00	4,00	45,00
Saatbettbereitung + Aussaat (1)	1,00	13,50	5,00	8,00	26,50
Pflege mit Striegel (4)	0,15	2,03	0,75	2,00	19,12
Lohnarbeit Mähdrusch (1)	-	-	-	-	150,00
logistische Tätigkeiten (1)	0,35	4,73	1,75	0,20	6,68
Gesamt					247,30

Gesamt 247,30

Anmerkungen:

Arbeitszeit: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes; Striegel: 12 m Breite, 6,7 ha h⁻¹;

- ightharpoonup 8 km h⁻¹ * 12 m = 9,6 ha h⁻¹
- ightharpoonup 9,6 ha h⁻¹ * 70% = 6,7 ha h⁻¹ [30 % Wendetätigkeiten]
- \rightarrow 1h / 6,7 ha = 0,15 h ha⁻¹

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): $0.90 \in l^{-1}$; beim Pflugeinsatz werden 201 pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 151 pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

Maschinen- und Reparaturkosten Anbaugeräte: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes; Kosten für Striegeleinsatz nach KTBL (MaKost)

Tabelle 21 Deckungsbeitrag Zwischenfrucht

	Erträge und Preise	
Ertrag	dt ha ⁻¹	0,00
Erzeugerpreis	€ dt ⁻¹	0,00

Deckungsbeitragsberechnung

Leistungen		
Verkauf Korn	€ ha ⁻¹	0,00
variable Kosten		
Saatgut	€ ha ⁻¹	70,00
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹	71,50
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹	141,50
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	-141,50

Anmerkungen:

Saatgut: als Grundlage dienen die Preise für Gelbsenf und Phacelia; Aussaatmenge 12 kg ha⁻¹ Gelbsenf, 5 kg ha⁻¹ Phacelia; Quelle: Bioland-Markt

variable Maschinenkosten: siehe Tab. 22

Tabelle 22 Variable Maschinenkosten Zwischenfrucht

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoffkos- ten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamt- kosten aller Durchgän- ge in € ha ⁻¹
Grundbodenbearbeitung mit Grubber (2)	1,00	13,50	5,00	4,00	45,00
Saatbettbereitung + Aussaat (1)	1,00	13,50	5,00	8,00	26,50
Gesamt	4,00	60,75	20,00	18,20	71,50

Anmerkungen:

Arbeitszeit: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes;

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): 0,90 € l⁻¹; beim Pflugeinsatz werden 20 l pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 15 l pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

Maschinen- und Reparaturkosten Anbaugeräte: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes; Kosten für

Striegeleinsatz nach KTBL (MaKost)

Tabelle 23 Deckungsbeitrag Sojabohne

	Erträge und Pre	<u>ise</u>	
	in	n Zeitraum der / na	ach der Umstellungsphase
Ertrag	dt ha ⁻¹		19,20
Erzeugerpreis	€ dt ⁻¹	47,46	97,20
	Deckungsbeitragsber	echnung	
Leistungen			
Verkauf Korn	€ ha ⁻¹	911,27	1.866,24
variable Kosten			
Saatgut	€ ha ⁻¹		280,00
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹		251,30
Reinigung und Trocknung	€ ha ⁻¹		57,60
Hagelversicherung	€ ha ⁻¹		30,00
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹		618,90
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	292,37	1.247,34

Anmerkungen:

Ertrag: durchschnittliche Praxiserträge in Bayern (2011-2015); Quelle: Lfl nach TUM

Erzeugerpreis: durchschnittlicher Marktpreis für Sojabohnen/Öko-Sojabohnen (2011-2015); Quelle:

Saatgut: als Grundlage dient die Sorte *Solena* (Z-Saatgut aus ökologischer Züchtung: 98,98 €/dt incl. MwSt. [Stand 2017]); Aussaatmenge 55000 Körner ha⁻¹; Quelle: Bayerische Futtersaatbau GmbH

variable Maschinenkosten: siehe Tab. 24 Reinigung: Richtwert von 3,00 € pro dt

Hagelversicherung: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes

Tabelle 24 Variable Maschinenkosten Sojabohne

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoffkos- ten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamtkosten aller Durchgänge in € ha ⁻¹
Grundbodenbearbeitung mit Kreiselegge (2)	1,00	13,50	5,00	6,00	49,00
Saatbettbereitung + Aussaat (1)	1,00	13,50	5,00	8,00	26,50
Pflege mit Striegel (4)	0,15	2,03	0,75	2,00	19,12
Lohnarbeit Mähdrusch (1)	-	-	-	-	150,00
logistische Tätigkeiten (1)	0,35	4,73	1,75	0,20	6,68
Gesamt					251,30

Anmerkungen:

Arbeitszeit: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes;

Striegel: 12 m Breite, 6,7 ha h⁻¹;

- \triangleright 8 km h⁻¹ * 12 m = 9,6 ha h⁻¹
- $ightharpoonup 9,6 \text{ ha h}^{-1} * 70\% = 6,7 \text{ ha h}^{-1} [30 \% \text{ Wendetätigkeiten}]$
- \rightarrow 1h / 6,7 ha = 0,15 h ha⁻¹

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): $0.90 \in l^{-1}$; beim Pflugeinsatz werden 201 pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 151 pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

Maschinen- und Reparaturkosten Anbaugeräte: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes; Kosten für Striegeleinsatz nach KTBL (MaKost)

Tabelle 25 Deckungsbeitrag Emmer

	Erträge und Prei	<u>se</u>	
	im	Zeitraum der / na	ch der Umstellungsphase
Ertrag	dt ha ⁻¹		27,50
Erzeugerpreis	€ dt ⁻¹	41,50	83,03
	<u>Deckungsbeitragsbere</u>	echnung	
Leistungen			
Verkauf Korn	€ ha ⁻¹	1141,25	2.283,33
variable Kosten			
Saatgut	€ ha ⁻¹		380,00
variable Maschinenkosten	€ ha ⁻¹		247,30
Reinigung	€ ha ⁻¹		41,30
Hagelversicherung	€ ha ⁻¹		20,00
Summe variable Kosten	€ ha ⁻¹		688,6
Deckungsbeitrag	€ ha ⁻¹	452,65	1.594,73

Anmerkungen:

Ertrag: Orientierung an Praxiserträgen (Lfl nach TUM)

Erzeugerpreis: durchschnittlicher Marktpreis für Öko-Emmer in Bayern (2011-2015); Quelle: Lfl; stark schwankend; fehlende Angaben Emmer im konventionellen Anbau → Erzeugerpreis wird im Vergleich zum ökologischen Anbau halbiert

Saatgut: als Grundlage dient die Sorte *Ramses* (Z-Saatgut aus ökologischer Züchtung: 200,00 € dt⁻¹ incl. MwSt. [Stand 2016]); 100 % Saatgut wird zugekauft; Aussaatmenge 1,90 dt ha⁻¹;

Quelle: Bioland-Handelsgesellschaft Baden-Württemberg mbH

variable Maschinenkosten: siehe Tab. 20 (vergleichbar mit Winterweizen)

Reinigung: Richtwert von 1,50 € pro dt

Hagelversicherung: auf Basis von Erfahrungswerten der aktuellen Bewirtschaftung des Betriebes

7.2.2 Kalkulation von Fixkosten

Kosten, die in einem Betrieb unabhängig von der produzierten Menge anfallen, werden als fix bezeichnet. Sie werden von dauerhaften Produktionskapazitäten verursacht (MUßHOFF & HIRSCHAUER 2013, 115). In Tab. 26 ist eine Übersicht über die Fixkosten der Fallstudie zu finden. Zur Vereinfachung erfolgt keine Aufteilung der Fixkosten auf die verschiedenen Hierarchiestufen des Betriebes. Ziel ist es, in den Ergebnissen den Gesamtdeckungsbeitrag und die Fixkosten einander gegenüberzustellen, um Aussagen über die Rentabilität des Szenarios treffen zu können.

Tabelle 26 Fixkosten der Fallstudie

Auflistung der Fixkosten						
Betriebsversicherungen	in € a ⁻¹	Sonstiger Betriebsaufwand	in € a ⁻¹			
Gebäudeversicherung	2.200,00	Unterhaltung Gebäude	1.000,00			
PKW-Versicherungen	800,00	Unterhaltung PKW	750,00			
Rechtsschutzversicherung	350,00	Beiträge für Verbände	500,00			
Haftpflichtversicherung	500,00	Steuerberatung, Buchführung	3.500,00			
Maschinenversicherung	700,00	Telekommunikation	500,00			
		Sonstiger Betriebsaufwand	2.000,00			
Abschreibungskosten						
Neuanschaffung Striegel	800,00					
vorhandene Maschinen	11.000,00					
Gebäude	5.000,00					
Summe Fixkosten in € a ⁻¹		29.600,00				

Im Rahmen des Szenarios wird in einen Striegel investiert. Um Arbeitsgänge bei der Beikrautbekämpfung effektiver zu gestalten, wird eine Arbeitsbreite von 9 oder 12 m angestrebt. Für den Kauf wird ein Preis von etwa 12.000 € veranschlagt (auf exakte Herstellerangaben wird hier verzichtet). Die Finanzierung erfolgt mit Eigenkapital, abgeschrieben wird über einen Zeitraum von 15 Jahren, sodass ohne Restewert kalkuliert wird. Bei den vorhandenen Maschinen werden die Abschreibungskosten je nach Art der Maschine über einen Zeitraum von 20 Jahren berechnet.

7.2.3 Staatliche Förderungen

Im Rahmen der EU-Agrarpolitik werden landwirtschaftliche Betriebsinhaber in Form von Direktzahlungen unterstützt. Die dazu benötigten Mittel werden von der EU bereitgestellt. Die Zahlungen setzten sich aus Basis-, Greening-, und Zusatzprämie sowie einem Zuschlag für JunglandwirtInnen zusammen. Während Basis- und Greeningprämie jährlich neu berechnet werden, sind die Zusatzprämie und der Zuschlag für JunglandwirtInnen konstant. Bei der Basisprämie sollen ab dem Jahr 2019 einheitliche Prämien über alle Bundesländer hinweg ausbezahlt werden. Für Bayern bedeutet dies eine

Absenkung der Basisprämie, da momentan ein überdurchschnittlich hohes Prämienniveau vorliegt. Die Greeningprämie wird von 2014 bis 2019 von 87 auf 85 € ha⁻¹ gesenkt. Insgesamt muss sie 30 % der Direktzahlungen umfassen (ZENGER 2013, 6f).

Zusätzlich werden in Bayern im Rahmen des Kulturlandschaftsprogrammes umweltschonende Bewirtschaftungsmaßnahmen gefördert. Neben dem ökologischen Landbau im Gesamtbetrieb werden Maßnahmen bezüglich dem Klima-, Boden- und Wasserschutz, der Biodiversität sowie der Erhaltung der Kulturlandschaft gefördert. Dabei wird der Zweck verfolgt, Emissionen zu vermeiden, Wasserrahmenrichtlinie sowie FFH- und Vogelschutzrichtlinie umzusetzen, regionaltypische Kulturlandschaften zu pflegen und Nutztiere tiergerecht zu halten (StMELF & StMUV 2017, 5). Die Finanzierung des Programmes erfolgt durch EU, Bund und dem Freistaat Bayern (StMELF 2011, 2).

In Tab. 27 ist ein Überblick über die Förderungen zu finden, die der Fallstudie bei der Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft gewährt werden. Ausgangspunkt ist das Jahr 2019, da bis zu diesem Jahr die Basis- und Greeningprämie auf ihr Minimum gesunken sind. Wie sich die Förderungen allerdings ab dem Jahr 2021 verändern, ist momentan noch nicht abzusehen. Im Jahr 2012 wurde das Landesprogramm "BioRegio Bayern 2020" unter anderem mit dem Ziel initiiert, den Anteil des Ökolandbaus in Bayern bis 2020 auf etwa 12 % zu verdoppeln. Unter die initiierten Maßnahmen fällt auch die Förderung des Ökolandbaus im Rahmen des KULAP (StMELF 2012, 6). Bis 2017 konnte der Anteil um etwa 2 % erhöht werden. Sollten die politischen Zielsetzungen in den nächsten Jahren beibehalten werden, ist ab 2020 eine ähnliche Förderung des Ökolandbaus zu erwarten.

Tabelle 27 Zusammensetzung der Förderungen (nach ZENGER 2013; StMELF 2016)

Art der Förderung	Höhe der Förderung in \in ha ⁻¹	Anmerkungen
Basisprämie	175	
Greeningprämie	85	
Zusatzprämie	50 / 30	50 € ha ⁻¹ für die ersten 30 ha; 30 € ha ⁻¹ für weitere 16 ha
Zuschlag für JunglandwirtInnen	50	bis zu 92 ha
Ökologischer Landbau im Gesamtbetrieb (KULAP – B10)	350	Fördersatz im 1. und 2. Jahr für Neueinsteiger; ab dem 3. Jahr 273 € ha ⁻¹
Gesamte Förderung in € ha ⁻¹	710 / 690 / 660	
Gesamte Betriebsförderung der Fallstudie (54 ha) in € a ⁻¹	37.620	710 € ha ⁻¹ für 30 ha; 690 ha ⁻¹ für 16 ha; 660 ha ⁻¹ für 8 ha
Gesamte Betriebsförderung der Fallstudie (54 ha) in € a ⁻¹	30.762	273 € ha ⁻¹ Fördersatz KULAP und ohne Zuschlag für Jung- landwirtInnen und

7.2.4 Ergebnisse und Diskussion der Wirtschaftlichkeit

Damit überprüft werden kann, ob das Szenario "Viehlose ökologische Landwirtschaft" wirtschaftlich rentabel ist, müssen Marktleistung der Früchte und Kosten gegenübergestellt werden. In Tab. 28 sind die Ergebnisse der Deckungsbeitragsrechnungen und staatliche Förderungen sowie die Fixkosten in einer Gegenüberstellung zu finden.

Tabelle 28 Gegenüberstellung von Marktleistung (abzügl. variabler Kosten) der Früchte, staatlicher Betriebsförderung und Fixkosten

Kulturart	Deckungsbeitrag in € ha ⁻¹ im Zeitraum / nach d. Umstellung		Anbau in ha	Deckungsbeitrag in € im Zeitraum / nach d. Umstellu	
Luzernegras (2 Jahre)	-575,00	-575,00	18	-10.350,00	-10.350,00
Kartoffeln	-769,86	+5.686,90	9	-6.928,74	+51.182,1
Winterweizen	+919,12	1.219,78	9	+8.272,08	+10.978,02
Zwischenfrucht	-141,50	-141,50	9	-1.273,50	-1.273,50
Sojabohne	+292,37	+1.247,34	9	+2.631,33	+11.226,06
Emmer	+452,65	+1.594,73	9	+4.073,85	+14.352,57
Marktleistung i	in € a ⁻¹			-3.574,98	+76.115,25
Betriebsförderu	ıng in € a ⁻¹			+37.620,00	+30.762,00
Summe Fixkost	en in € a ⁻¹			-29.600,00	-29.600,00
Gewinn in € a ⁻¹				+4.445,02	+77.277,25

Die Ergebnisse aus Tab. 28 zeigen, dass während der Umstellungsphase durch die Marktleistung der Früchte kein wirtschaftlich positives Ergebnis erzielt werden kann. Der Anbau von Luzernegras und Zwischenfrüchten bringt sowohl vor als auch nach der Umstellung keine positive Bilanz mit sich, da hier keine Marktleistung entsteht. Bei Winterweizen fällt die Differenz des Deckungsbeitrages bezogen auf 9 ha während und nach der Umstellung mit etwa 2.700 € am geringsten aus, da Winterweizen auch bereits während der Umstellungsphase als Öko-Futterweizen verkauft werden kann. Bei Sojabohne beträgt die Differenz etwa 8.600 €, bei Emmer etwa 10.300 €. Bei Kartoffeln ist es aufgrund hoher Pflanzgutkosten während der Umstellungsphase nicht möglich, einen positiven Deckungsbeitrag zu erzielen. Vor allem zu Beginn muss das Pflanzgut zu 100 % eingekauft werden, da auf keine eigenen Pflanzkartoffeln zurückgegriffen werden kann. Aufgrund der großen Differenz zwischen konventionellen und ökologischen Preise für Kartoffeln kann nach der Umstellung ein Deckungsbeitrag von über 51.000 € pro Jahr auf einer Fläche von 9 ha erzielt werden. Das Resultat beläuft sich somit die Summe der Deckungsbeiträge während der Umstellungsphase auf knapp -3.600 €. Nach der Umstellung kann ein positives Ergebnis von etwa 76.100 € erzielt werden.

Direktzahlungen und die Förderung des ökologischen Landbaus im Rahmen des KULAP belaufen sich auf knapp 38.000 €. Nach zwei Jahren sinkt die Förderung des Ökolandbaus von 350 auf 273 € pro ha, nach 5 Jahren entfällt der Zuschlag für JunglandwirtInnen. Daher wird nach der Umstellungsphase mit einer Betriebsprämie von knapp 31.000 € pro Jahr kalkuliert, der Zuschlag für JunglandwirtInnen ist bereits abgezogen. Fixkosten belaufen sich zusammen auf 24.100 €. Werden die Kosten von der Marktleistung der Früchte und der Betriebsförderung abgezogen, kann sowohl während der Umstellung mit knapp 4.500 € als auch nach der Umstellung mit 77.000 € eine positive Bilanz verzeichnet werden.

O'RIORDAN & COBB (2000, 31) bezeichnen die Umstellungsphase als Tiefpunkt in finanzieller Hinsicht. HUXHAM et al. (2004, 289) geben sie als einen der Hauptgründe an, warum bei Betriebsumstellungen gezögert wird. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die im ökologischen Landbau stärker ausgeprägte Ertragsunsicherheit, die Landwirte an der Umstellung hindert (ACS et al. 2009, 408).

In Zeitraum der Umstellung kann auf Basis der Marktleistung der Früchte kein positives Ergebnis erzielt werden. Mit Hilfe der Betriebsförderung können die negativen Ergebnisse abgefedert werden, sodass eine positive Bilanz von knapp 4.500 € pro Jahr gezogen werden kann. Diese Summe reicht jedoch zur Deckung der Lebensunterhaltungskosten der wirtschaftenden Person nicht aus. Die mit einkalkulierten Fixkosten müssen daher im Umstellungszeitraum vernachlässigt werden, bzw. muss die Deckung von Abschreibungskosten für Maschinen und Gebäude für den Zeitraum der Umstellung ausgesetzt werden. Vor allem die Pflanzung von Kartoffeln trägt zum negativen Ergebnis bei. Gründe sind das zu 100 % zugekaufte Pflanzgut sowie weitaus geringere konventionelle Marktpreise für Speise- und Futterkartoffeln. Auch Sojabohne und Emmer weisen weitaus geringere Deckungsbeiträge im Vergleich zur Vermarktung unter ökologischen Bedingungen auf.

Hinsichtlich der Fruchtfolge wäre es sinnvoll, Kartoffeln aufgrund des negativen Deckungsbeitrages erst nach der Umstellungsphase zu produzieren. Zudem wäre nach der Umstellung ein langsamer Einstieg in die Produktion möglich, indem zu Beginn der Anbauumfang weniger als 9 ha beträgt, sodass Schritt für Schritt eigenes Pflanzgut produziert werden kann. Der Zukauf kann somit reduziert werden. In der Umstellungsphase könnte als Alternative für Kartoffeln Luzernegras ein Jahr länger auf der Fläche verbleiben, Kosten entstehen hier nur durch zusätzliche Schnitte im dritten Jahr.

Da die Berechnung der Deckungsbeiträge der Früchte auf Durchschnittswerten in Bayern von 2011 bis 2015 beruht, können die daraus gewonnen Daten neben der Fallstudie auch von anderen Betrieben in Bayern mit vergleichbaren Bedingungen aufgegriffen werden. Gleichzeitig bedeutet die Verwendung von Durchschnittswerten jedoch auch, dass errechnete Deckungsbeiträge mit einer gewissen Unsicherheit belastet sind. Inwieweit beispielsweise entsprechende Erträge erreicht werden, mit denen kalkuliert wurde, kann nicht vorausgesagt werden. Da es sich jedoch um ein Szenario handelt und keine genauen betrieblichen Erträge unter ökologischer Bewirtschaftung vorhanden sind, besteht nur die Möglichkeit, auf Durchschnittswerte zurückzugreifen. Marktpreise für Lebensmittel sind ebenfalls großen Schwankungen unterworfen. Diese können nur in sehr geringem Umfang von Betrieben beein-

flusst werden. Steigt beispielsweise das Angebot an ökologisch produzierten Lebensmitteln in Bayern aufgrund der politischen Strategie, können gleichzeitig die gebotenen Preise aufgrund des steigenden Angebotes sinken. Eine vollständige Sicherheit bezüglich der Marktpreise für Lebensmittel ist kaum möglich.

7.3 Szenario ,Viehhaltende Ökologische Landwirtschaft'

7.3.1 Durchführung der Deckungsbeitragsrechnungen

Um den Deckungsbeitrag pro Mutterschaft berechnen zu können, sind zunächst Grundlagen festzulegen, auf denen die Deckungsbeitragsberechnung basiert. Hierzu gehören beispielsweise Angaben über die Nutzungsdauer der Tiere oder die Anzahl der Lämmer. Eine Übersicht über die Berechnungsgrundlagen ist in Tab. 29 zu finden. Auf Grundlage der fünfjährigen Nutzungsdauer der Muttertiere werden 10 % der Lämmer zur eigenen Nachzucht verwendet. Bei der Fütterung der Tiere wird auf eine Kraftfuttergabe verzichtet. Um jedoch eine entsprechende Tageszunahme zu erreichen, sind nach RAHMANN (2010, 99) etwa 0,5 kg Kraftfutter pro Tag erforderlich. Die Tageszunahme der Tiere ohne die Zugabe von Kraftfutter fällt daher geringer aus, weswegen das handelsübliche Lebendgewicht von 42 kg nach einer etwas längeren Mastphase erreicht wird. Die Schlachtausbeute beträgt beim "Schwarzköpfige Fleischschaf" 48 bis 50 % (LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.).

Wird die Bewirtschaftung der Ackerflächen wie im ersten Szenario aufrecht erhalten, ist für die Schafhaltung eine zusätzliche Arbeitskraft erforderlich. In Anlehnung an KIRNER (2010, 6) wird dabei von 12 AKh pro Muttertier und Jahr ausgegangen.

Tabelle 29 Verschiedene Faktoren (bezogen auf ein Mutterschaf) als Grundlage zur Deckungsbeitragsberechnung für Mutterschafe

Faktor	Einheit		Quelle
Nutzungsdauer des Muttertieres	a	5,0	GOOTWINE 2011, 887f
Anzahl Lämmer	Stück a ⁻¹	2,0	LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.
Lammverluste	%	8,0	KIRNER 2010, 6
Eigene Nachzucht	%	10,0	-
Anzahl Lämmer zum Verkauf	Stück a ⁻¹	1,7	-
Lebendgewicht bei Verkauf	kg	42	verändert n. LfL Tierzucht B. s.a., s.p.
Schlachtgewicht bei Verkauf	kg	21	LfL Tierzucht Bayern s.a., s.p.
Arbeitszeit je Muttertier	AKh a ⁻¹	12	KIRNER 2010, 6

In Tab. 30 ist die Deckungsbeitragsberechnung für Mutterschafe zu finden. Da der Umstellungszeitraum für Schafe 6 Monate beträgt, werden die Lämmer erst vermarktet, wenn sie bereits als ökologisches Produkt verkauft werden können. In diesem Zeitraum müssen bereits Haltungs- und Fütterungsbedingungen der EG-ÖKO-VO (889/2008) eingehalten werden.

Tabelle 30 Deckungsbeitragsrechnung Mutterschafe

	Erträge und Preise	
Schlachtgewicht	kg	35,70
Erzeugerpreis	€ kg ⁻¹	6,97
<u>D</u> c	eckungsbeitragsberechnung	
Leistungen		
Verkauf Lämmer	€ je Muttertier	248,83
Alttier, Lammfelle und Wolle	€ je Muttertier	10,00
variable Kosten		
Mineralfutter	€ je Muttertier	6,42
Tiergesundheit	€ je Muttertier	8,00
Transport	€ je Muttertier	4,00
Anteil Bockhaltung	€ je Muttertier	2,22
Klauenpflege + Schur	€ je Muttertier	7,50
Heuproduktion für Stallhaltung	€ je Muttertier	29,95
Arbeitskosten	€ je Muttertier	168,00
Summe variable Kosten	€ je Muttertier	226,09
Deckungsbeitrag	€ je Muttertier	32,74

Anmerkungen:

Schlachtgewicht: resultiert aus 1,7 verkauften Lämmern je Mutterschaf mit 21 kg Schlachtgewicht

Erzeugerpreis: schriftliche Anfrage an Metzgerei Kammermeier GmbH

Alttiere, Lammfelle und Wolle: geringe Marktpreise, orientiert an KIRNER 2010, 7

Mineralfutter: VILOMIN ÖVO-Schafmineral (Bio-Mineralfutter): 0,88 € kg⁻¹; 0,02 kg pro Mutter-

tier (inkl. Lämmer) und Tag (RAHMANN 2010, 100)

Tiergesundheit: Kosten für Tierarzt und Medikamenteneinsatz, orientiert an KIRNER 2010, 7

Transport: Transport der Tiere zu Weideflächen und zur Schlachtung (Schätzung)

Anteil Bockhaltung: Zwei Böcke (je 500 €) mit einer Nutzungsdauer von 5 Jahren

Klauenpflege + Schur: 1x Schur (3 € je Tier) und 2x Klauenpflege (je 2 € je Tier) pro Jahr (RAH-

MANN 2010, 126)

Heuproduktion für Stallhaltung: siehe Tab. 31

Arbeitskosten: 12 h je Muttertier zu je 14 € (inkl. Sozialversicherung)

Um die Tiere während der Stallhalteperiode von etwa Anfang November bis Ende März zu versorgen, wird Heu produziert. Eine Übersicht über entstehende Kosten ist in Tab. 31 dargestellt. Pro Muttertier werden inkl. Nachzucht etwa 3 bis 4 kg Heu pro Tag berechnet (RAHMANN 2010, 99). Da zu Beginn eigene Erfahrungswerte für den Heuverbrauch der Tiere fehlen, wird mit 4 kg kalkuliert, um einen möglicherweise notwendigen Puffer an Heu zu haben. Für 90 Muttertiere und 2 Böcken ergeben sich somit etwa 54.000 kg Heu, die für die Fütterung von November bis März zur Verfügung stehen sollten. Diese Menge könnte beim ersten Schnitt auf den zur Verfügung stehenden 18 ha eingeholt werden. Die Heuwerbung muss jedoch auf den ersten und zweiten Schnitt verteilt werden, da den Schafen mit Beginn der Weideperiode bereits Frischfutter zur Verfügung stehen muss. Daher kann nicht der gesamte erste Schnitt für die Heuwerbung verwendet werden.

Tabelle 31 Kosten für die Heuproduktion

Arbeitsgang (Anzahl der Durchgänge)	Arbeits- zeit in Akh ha ⁻¹	Treib- stoffkos- ten in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Schlepper in € ha ⁻¹	Ma und Rep.kosten Anbaugeräte in € ha ⁻¹	Gesamt- kosten aller Durchgän- ge in € ha ⁻¹
Schnitt mit Mähwerk (1)	1,00	13,50	5,00	18,00 (MR)	36,50
Zetten und Wenden mit Heuwender (2)	1,00	13,50	5,00	8,00 (MR)	26,50
Schwaden mit Kreiselschwader (1)	1,00	13,50	5,00	12,00 (MR)	30,5
Gesamt pro ha	3,00	40,50	15,00	38,00	93,50
Gesamt pro 18 ha	27	364,50	135,00	342,00	1683,00
Lohnarbeit Ballen Pressen					1012,50
Gesamtkosten Heuproduk	ärz		2695,50		

Anmerkungen:

Treibstoffkosten: aktueller Dieselpreis (Stand: August 2017 unter Berücksichtigung der Agrardieselvergütung): 0,90 € l⁻¹; beim Pflugeinsatz werden 20 l pro h veranschlagt, bei allen anderen Arbeitsgängen 15 l pro h

Maschinen- und Reparaturkosten Schlepper: auf Basis von Erfahrungswerten werden pro h Schleppereinsatz 5 € veranschlagt

MR: Maschinen- und Betriebshilfsring Deggendorf e.V.: Verrechnungssatz für die Ausleihe von Maschinen

Ballen Pressen und Wickeln: Lohnarbeit durch MR mit 7,50 € pro Ballen (400 kg)

7.3.2 Erforderliche Investitionen

Um Schafhaltung in den Betrieb zu integrieren, müssen einige Voraussetzungen geschaffen werden. Für die Weidehaltung sind Zaun- und Tränkesysteme und ein mobiler Unterstand erforderlich. Von November bis März werden die Tiere im Stall gehalten, wofür ein bereits vorhandener ehemaliger Stall am Betrieb entsprechend umgebaut wird. Für den Transport der Schafe zu den Flächen wird ein Tiertransporter angeschafft. Die jeweiligen Anschaffungs- und Stallumbaukosten zeigt die Übersicht in Tab. 32. Um die Kosten abwägen zu können, wurden die Preise notwendiger Anschaffungen ermittelt. Mögliche Anbieter werden in der Übersicht gelistet.

Tabelle 32 Investitionskosten für die Schafhaltung

Aufbau Tierbestand	Kosten in €	möglicher Anbieter
Muttertiere (90)	18.000,00	W. und R. Huber: Schwarzkopfschaf-Zucht
Böcke (2)	1.000,00	W. und R. Huber: Schwarzkopfschaf-Zucht
Notwendige Anschaffungen	Kosten in €	möglicher Anbieter
Zaunsysteme	1.240,00	VOSS GmbH & Co. KG: Kosten für Weidezaun- geräte, Weidezaunlitzen, Batterien, Kunststoff- pfähle und Isolatoren
Weidetränken	499,00	PATURA: Kosten für drei Tränken
Tiertransporter Anhänger	9.092,00	Firma Volker Landgraf GmbH (Händler): Pronar T046
Mobiler Unterstand	1.999,00	ShelterLogic Corp.
Stallhaltung	Kosten in €	Quelle
Stallumbau	22.500,00	orientiert an KIRNER 2010, 8; 250 € je Muttertier
Summe Anschaffungs- und Stallumbaukosten in €	54.330,00	

Um einen Investitionsplan aufzustellen, werden zunächst Ein- und Auszahlungen dargestellt, die durch die Investition ausgelöst werden. Kalkulatorische Größen wie Abschreibungen werden hier nicht berücksichtigt (Mußhoff & Hirschauer 2013, 246). Die berechneten Investitionskosten aus Tab. 32 werden auf 60.000 € aufgerundet. Während im Jahr 0 die Investition getätigt wird und noch keine Einnahmen zu verzeichnen sind, könnten im Folgejahr die Einnahmen aus dem Verkauf der Lämmer einberechnet werden. Die Ein- und Ausgaben entsprechen den Angaben in der Deckungsbeitragsberechnung, bezogen auf insgesamt 90 Mutterschafe. Ob Ein- und Auszahlungen über die Jahre hinweg konstant bleiben, kann nicht mit Sicherheit ausgesagt werden. Es wird daher angenommen, dass sowhl Ein- als auch Ausgaben in gleichem Verhältnis steigen und die Differenz somit gleich bleibt (Tab. 33). Die Nutzungsdauer der Investition wird auf 30 Jahren angesetzt

Tabelle 33 Investitionsplan für die Etablierung einer Schafhaltung auf dem Betrieb

Jahr t	0	1	2	3	4	5-30
e _t (in €)		23.300	23.300	23.300	23.300	
a_t (in \in)	60.000	20.350	20.350	20.350	20.350	•••
e _t - a _t	-60.000	2.950	2.950	2.950	2.950	2.950

Die Investition wird mit 50 % Eigen- und 50 % Fremdkapital finanziert. Aufgrund der derzeitigen Zinssituation wird der Zinssatz für das Eigenkapital bei nur 0,5 % angesetzt. Der Zinssatz für das Fremdkapital liegt nach Angaben eines Sachbearbeiters der Bank (mündliche Mitteilung HALLER 2018) bei 2 %. Daraus ergibt sich ein Kalkulationszinsfuß i_{kalk} von 1,25 %.

Um nun die Rentabilität der Investition zu beurteilen, müssen alle Zahlungen vergleichbar gemacht und somit auf einen Zeitpunkt bezogen werden. Mit der Berechnung des Kapitalwertes (Tab. 34) wird der Gegenwartswert der Einzahlungsüberschüsse ermittelt, die durch eine Investition verursacht werden (MUßHOFF & HIRSCHAUER 2013, 250 f).

Tabelle 34 Berechnung des Kapitalwertes

Formel Kapitalwert	$KW = \sum_{t=0}^{N} (e_t - a_t) * q^{-1}$ (Mußhoff & Hirschauer 2013, 251)
	mit e_t - a_t : Einzahlungsüberschuss zum jeweiligen Zeitpunkt t
	und $q = 1 + i_{kalk}$
	und q^{-t} : Diskontierungsfaktor des jeweiligen Jahres
Kapitalwert der Investition in €	<i>KW</i> = -60.000,0+2913,58+2877,61+2842,08+ = 13.422,27

7.3.3 Ergebnisse und Diskussion der Wirtschaftlichkeit

Nach 30 Jahren beläuft sich der Kapitalwert der Investition auf $13.422 \in$ und ist somit positiv. Mit einer Nutzungsdauer von 30 Jahren und einem i_{kalk} von 1,25 % kann die Investition als rentabel eingestuft werden. Opportunitätskosten der Investition sind eher gering einzustufen, da sich durch das Anlegen des Eigenkapitals bei einer Bank aufgrund des derzeitigen niedrigen Zinsniveaus kein Gewinn erwirtschaften lässt. Eine Alternative wäre, das Geld anderweitig zu investieren, was in diesem Rahmen jedoch ausgeschlossen wird.

Trotz des positiven Kapitalwertes ist die Investition kritisch zu hinterfragen. Das aktuell niedrige Zinsniveau ist ausschlaggebend dafür, dass der Kapitalwert nach 30 Jahren bei 13.422 € liegt. Würde man die Nutzungsdauer der Investition auf 20 Jahre ansetzten, wäre der Kapitalwert trotz niedrigem Zinsniveau negativ. Um die Investition rentabler zu gestalten, müssten die Einnahmen aus der Schafhaltung erhöht bzw. die Kosten der Schafhaltung gesenkt oder die Investitionskosten verringert werden.

Der Deckungsbeitrag je Mutterschaf liegt bei 32,74 €, was bei 90 Mutterschaften einen Gesamtdeckungsbeitrag von rund 2.950 € ergibt. Die eigene Nachzucht wurde hier bereits mit einkalkuliert, sodass dadurch keine weiteren Kosten entstehen. Mit den Erlösen aus dem Marktfruchtanbau ergibt sich ein Gesamtdeckungsbeitrag von knapp 80.000 €. Die Betriebsförderung bleibt mit 30.762 € konstant, da es sich bei der gewählten Rasse um keine gefährdete Rasse handelt, die zusätzlich gefördert wird. Die Fixkosten von 29.600 € erhöhen sich um Abschreibungskosten für den Stall und der für die Tierhaltung notwendigen Anschaffungen auf etwa 32.000 €.

Der Deckungsbeitrag aus dem Ackerbau liegt weit über dem Deckungsbeitrag der Schafhaltung, was die Frage nach der Rentabilität der Schafhaltung nochmals verstärkt.

Der größte Kostenfaktor bei der Haltung der Tiere sind die Arbeitskosten, da eine zusätzliche Arbeitskraft benötigt wird. Eine Möglichkeit der Kostensenkung gäbe es in Form von Beschäftigungsverhält-

nissen, bei der keine Sozialabgaben geleistet werden müssen. Allerdings sollten vor allem im Bereich der praktischen Landwirtschaft soziale Arbeitsbedingungen nicht außer Acht gelassen werden. Zudem kann es auch problematisch sein, entsprechendes Personal für die Aufgaben zu finden.

Eine weitere Möglichkeit, Einnahmen aus der Schafhaltung zu erhöhen, wäre neben der Fleischproduktion Lämmer heranzuziehen und diese als Zuchttiere zu verkaufen. Nach KIRNER (2010, 7) ist aufgrund des höheren Preises für Zuchttiere eine Erhöhung des Deckungsbeitrages um etwa 50 % möglich. Die variablen Kosten bleiben nahezu identisch.

Um höhere Preise für das Schaffleisch zu erzielen, kann die Direktvermarktung des Fleisches angestrebt werden. Dies setzt jedoch voraus, dass genügend Abnehmer vorhanden sind, die das Fleisch direkt vom Hof beziehen. Der erhöhte Arbeitszeitbedarf für die Direktvermarktung muss in die Kalkulation mit einbezogen werden. Zusätzlich sollte geklärt werden, ob die Schlachtung am Hof erfolgt oder ausgelagert wird. Bei einer Schlachtung am Hof sind wiederum Investitionen in geeignete Schlachteinrichtungen notwendig.

Die Senkung der Investitionskosten ist wenig realistisch, da am Betrieb zunächst die Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um die Haltung der Tiere zu ermöglichen. Es kann jedoch versucht werden, Teil eines Agrarinvestitionsförderprogramms zu werden, bei dem vom Freistaat Bayern Investitionen in die Tierhaltung mit bis zu 25 % bezuschusst werden. Um in die Förderung mit aufgenommen zu werden, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden. Durch ein Punktesystem wird entschieden, ob die jeweilige Investition förderfähig ist (StMELF Förderwegweiser s.a., s.p.).

Auf der Grundlage der berechneten Daten ist die Etablierung der Schafhaltung am Betrieb als fragwürdig anzusehen. Sollten unvorhergesehene Situationen bezüglich der Schafhaltung eintreten, die monetäre Rücklagen erfordern, können diese nicht gebildet werden. Möglicherweise folgende Investitionen können ebenso wenig finanziert werden. Vorerst sollte daher von einer Investition in die Schafhaltung abgesehen werden.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Auf Basis einer SWOT-Analyse wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei Szenarien erstellt, um der Frage nachzugehen, ob in einer von konventionellem Ackerbau geprägten Region die Umstellung eines Betriebes auf eine ökologische Landwirtschaft erfolgreich durchgeführt werden kann. Die beiden Szenarien wurden in ökologischer Hinsicht durch Humus- und Nährstoffbilanzen sowie in ökonomischer Hinsicht durch die Berechnung von Deckungsbeiträgen untersucht. Grundlegender Unterschied zwischen den Szenarien ist eine viehhaltende und eine viehlose ökologische Landwirtschaft.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Umstellung des Betriebes auf einen ökologischen Ackerbau erfolgreich verlaufen kann. Durch zweijähriges Luzernegras ist es möglich, sowohl einer ausgeglichenen Humusbilanz als auch einer N-Versorgung der Böden gerecht zu werden. Die P- und K-Versorgung ist in diesem Szenario langfristig jedoch nicht gesichert. Eine Möglichkeit wäre hier, viehhaltende Betriebe ausfindig zu machen, die Interesse an entsprechenden Futter-Mist-Kooperationen haben. In ökonomischer Hinsicht kann das Szenario als rentabel eingestuft werden, die beiden Jahre der Umstellung sind jedoch von geringen Einnahmen geprägt. Eine ökologische Produktion kombiniert mit konventionellen Produktpreisen verhindern, dass genug erwirtschaftet werden kann, um Lebensunterhaltungskosten der wirtschaftenden Person(en) zu decken. Staatliche Förderungen im Rahmen der KULAP- und Direktzahlungen sind hier unabdingbar, um zumindest ein positives Ergebnis zu erzielen. Wird der Umstellungszeitraum jedoch überwunden, trägt sich das Szenario in finanzieller Hinsicht. Erfolgt eine Umstellung des Szenarios in der Realität, sollten zunächst die ersten Jahre abgewartet werden, damit genügend praktische Erfahrungen gesammelt werden können. Zusätzlich ist dann eine Betrachtung der finanziellen Entwicklung des Betriebes möglich. Langfristig können neue Betriebszweige wie Gemüsebau und andere Vermarktungswege angedacht werden.

Im Rahmen des zweiten Szenarios wurde Schafhaltung in den Betrieb integriert. Die Wahl der Schafe als Tierart ist vor allem aufgrund ihrer Wiederkautätigkeit und aufgrund der geringen Investitionskosten im Vergleich zu anderen Tierarten zu begründen. Leider führen in diesem Szenario Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung sowie der Investitions- und Deckungsbeitragsberechnung zu dem Schluss, dass von einer Umsetzung dieses Szenarios vorerst abzuraten ist. Bei den Hauptnährstoffen N, P und K wurde in allen drei Fällen langfristig ein Mangel festgestellt. Durch den Mist der Tiere kann die Abfuhr an Nährstoffen durch den Verkauf der Lämmer nicht ausgeglichen werden. In wirtschaftlicher Hinsicht wurde der Zeitraum der Umstellung ausgeklammert, da die Tiere erst nach diesem Zeitraum vermarktet werden. Dennoch konnte keine positive Bilanz gezogen werden. Der Deckungsbeitrag pro Mutterschaf fällt vor allem aufgrund von Arbeitskraftkosten gering aus. Auf Basis der Ergebnisse kann daher nicht empfohlen werden, das Szenario in die Realität umzusetzen. Würde man dennoch Schafhaltung am Betrieb etablieren wollen, müssten vorher einige Weichen wie ein sichererer Absatzmarkt der Lämmer, möglichst in Form einer Direktvermarktung, gestellt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- ACS S., BERENTSEN, P., HUIRNE, R., van ASSELDONK, M. (2009): Effect of yield and price risk on conversion from conventional to organic farming. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 53. S. 393–411
- AGARWAL, R., GRASSL, W., PAHL, J. (2012): Meta-SWOT: Introducing a new strategic planning tool. Journal of Business Planing 33 (2). S. 12–21.
- ASMUS, F., HERRMANN, V. (1977): Reproduktion der organischen Substanz des Bodens, Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft, Bd. 15, H.11. Akad. d. Landwirtschaftswiss. d. DDR, Berlin (Ost).
- BAILEY M. E., SUZUKI J., L. FERNANDO N., SWARTZ H. A., PURCHAS R. W. (1994):Influence of Finishing Diets on Lamb Flavor. American Chemical Society. Washington, DC. Series Number 11, 990. S. 170-185.
- BALDINGER, L. (2007): Streustrohbedarf von Schafen in Tiefstreuhaltung -Erprobung bildanalytischer Methoden zur Erhebung der Sauberkeit von Tiefstreu und Anwendung derselben in einem Versuch mit unterschiedlich schweren Schafen. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein.
- BAUMGÄRTEL, G., BREITSCHUH, G., EBERTSEDER, T., ECKERT, H., GUTSER, R., HEGE, U., HEROLD, L., WIESLER, F., ZORN, W. (2007): Standpunkt "Nährstoffbilanzierung im landwirtschaftlichen Betrieb". Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Selbstverlag, Speyer.
- BENGTSSON, J., AHNSTRÖM, J., WEIBULL, A.-C. (2005): The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. Journal of Applied Ecology 42. S. 261–269.
- BERRY, P. M., STOCKDALE, E. A., SYLVESTER-BRADLEY, R., PHILIPPS, L., SMITH, K. A., LORD, I., WATSON, C. A., FORTUNE, S. (2003): N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. Soil Use and Management 19. S. 112–118.
- BERRY, P. M., SYLVESTER-BRADLEY, R., HATCH, D. J., PHILIPPS, L., CUTTLE, S. P., RAYNS, F. W., GOSLING, P. (2002): Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? Soil Use and Management 18. S. 248–255.
- BLUM, P. (2011): Entwurf einer kulturlandschaftlichen Gliederung Bayerns als Beitrag zur Biodiversität. 33 Dungau (Gäuboden). Bayerisches Landesamt für Umwelt. S. 1-6.
- BLUMENSTEIN, B., DANNEHL, T., BROCK, C., MÖLLER D. (2017) Humusersatzstrategien aus ökonomischer Perspektive: Notwendiges Übel oder gewinnbringende Investition?. Tagungsband der 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 300-303.
- BÖHM, H., VERSCHWELE, A. (2004): Ampfer- und Distelbekämpfung im Ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 273. S. 39-47.
- BÖLW- Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (2017): Zahlen Daten Fakten. Die Bio-Branche 2017. Berlin.
- BRAUN, M., SCHMID, H., GRUNDLER, T. (2009): Vergleich verschiedener Klee-Gras-Mischungen anhand der Wurzel- und Sprossleistung. Wiesinger K., Cais K. (Hrsg.): Angewandte For-

- schung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag 2009, Schriftenreihe der LfL 7. S. 35-42.
- BROCK C., BLUMENSTEIN B., DANNEHL T., MÖLLER D. (2017a): Optionen zur Sicherung der Humusversorgung im viehlosen Ökolandbau unter Berücksichtigung von Humusbilanz und Betriebswirtschaft. Tagungsband der 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 296-299
- BROCK C., DANNEHL T, BLUMENSTEIN, B., MÖLLER, D. (2017b): Humusersatzstrategien für viehlose Öko-Betriebe. Tagungsband der 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 292-295.
- BROCK, C, LEITHOLD, G. (2015): Ergebnisse zur Anwendbarkeit der neuen VDLUFA-Methode für die Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Tagungsband der 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 292-295.
- BROCK, C., HOYER, U., LEITHOLD, G., Hülsbergen, K.-J. (2008): Entwicklung einer praxisanwendbaren Methode der Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Abschlussbericht zum Projekt 03OE084. Lehrstuhl für Ökologischen Landbau der Technischen Universität München und Professur für Organischen Landbau der Universität Gießen.
- BUCHGRABER, K. (2002): Moderner Feldfutterbau. Die ertragreichste Grundfutterbasis in der Milchviehhaltung im Alpenraum. Silomaisfachtagung. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.
- BUND ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT E.V. (2017): Zahlen Daten Fakten. Die Bio-Branche 2017. Berlin.
- CHAPLIN-KRAMER, R., O'ROURKE, M. E., BLITZER, E. J., KREMEN, C. (2011): A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. Ecology Letters 14. S. 922–932.
- CHERMACK, T. J. (2004):The Role of System Theory in Scenario Planning. Journal of Futures Studies 8(4). S. 15 30.
- CHERMACK, T. J., LYNHAM, S. A. (2002): Definitions and Outcome Variables of Scenario Planning. Human Resource Development Review 1(3) S. 366-383.
- COMAN, A., RONEN, B. (2009): Focused SWOT: diagnosing critical strengths and weaknesses. International Journal of Production Research 47 (20). S. 5677–5689.
- CROMAR, H.E., MURPHY S.D., SWANTON, C.J. (1999): Influence of tillage and crop residue on postdispersal predation of weed seeds. Weed Science Society of America 47. S. 184-194.
- de PONTI, T., RIJK, B., van ITTERSUM, M. K. (2012): The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricultural Systems 108. S. 1–9.
- Dreymann, S., Loges, R., Taube, F. (2003): Einfluss der Kleegras-Nutzung auf die N-Versorgung und Ertragsleistung marktfähiger Folgefrüchte. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 15. Verlag Günter Heimbach, Stuttgart, S. 83-86.
- DÜNGEVERORDNUNG (2017): Verordnung zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen. Art. 1, § 8, Abs. 1. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 32, Bonn.
- DŶRMUNDSSON O. R. (2005): Sustainability of sheep and goat production in North European countries From the Arctic to the Alps. Small Ruminant Research 62. S. 151-157.

- EBERTSEDER, T., C. ENGELS, C., HEYN, J., REINHOLD, J., BROCK, C., FÜRSTENFELD, F., HÜLSBERGEN, K.-J., ISERMANN, K., KOLBE, H., LEITHOLD, G., SCHMID, H., SCHWEITZER, K., WILLMS, M. ZIMMER, J. (2014): Standpunkt "Humusbilanzierung Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland". Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Selbstverlag, Speyer.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer Verlag, Stuttgart. 2. Auflage.
- EUROPÄISCHE UNION (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- EUROPÄISCHE UNION (2007): Verordnung (EG) Nr. 834/2007 der Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.
- EUROPÄISCHE UNION (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle.
- EUROPÄISCHE UNION (2009): Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union. Art. 39 AEUV.
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen konventionell integriert . biologisch. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- FULLER, R. J. (2000): Relationships between recent changes in lowland British agriculture and farmland bird populations: an overview. Ecology and Conservation of Lowland Farmland Birds. Proceedings of the 1999 BOU Spring Conference. British Ornithologists' Union. S. 5–16.
- GALLAGHER, R.S., CARDINA, J. (1998): The effect of light environment during tillage on the recruitment of various summer annuals. Weed Science Society of America 46. S. 214–246.
- GHAZINOORY, S., ABDI, M., AZADEGAN-MEHR, M. (2011): Swot Methodology: A State-Of-The-Art Review For The Past, A Ftemework For The Future. Journal of Business Economics and Management 12 (1). S. 24–48.
- GIEBELHAUSEN H. (2008): Untersuchungen zum Anbau von Luzerne in Reinsaat und im Luzernegras-Gemenge in Abhängigkeit von Sorte und Stickstoffdüngung auf einem lehmigen Sandstandort. ArbeitsGemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF) der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., Tagungsband 2008. S. 207-210.
- GOOTWINE, E. (2011): Sheep: Reproductive Management. Husbandry of Dairy Animals. S. 889-892.
- GOY, I., MAACK, K., WAIBEL, H.: Ökologischer Gemüsebau in Deutschland: Strukturen und Entwicklungen. Vortrag: Zwischen Tradition und Globalisierung 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Universität Hohenheim, Stuttgart, Deutschland.
- GRIFFITH, W. K. (1978): Forages in the United States, a Perspective. Journal of Animal Science 47 (3). S. 208-2011.
- GRUBER, S., CLAUPEIN, W. (2009): Effect of tillage intensity on weed infestation in organic farming. Soil & Tillage Research 105. S. 104–111.

- HEß, J. (1989): Kleegrasumbruch im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Kleegras Kleegras Weizen Roggen. Dissertation am Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- HEUWINKEL, H, KAISER, M., SCHMIDHALTER, U. GUTSER, R. (2002): Mulchen von Kleegras vermindert den N-Gewinn: Ausmaß und Ursachen. VDLUFA-Schriftenreihe 58. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Selbstverlag, Bonn. S.72-73.
- HILL, T., WESTBROOK, R. (1997): SWOT Analysis: It's Time for a Product Recall. Long Range Planning 30 (1). S. 46–52.
- HOF, C., RAUBER, R. (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Hrsg: Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. 1. Auflage, Göttingen.
- HOLZNER, W. (1991): Unkraut-Typen Eine Einteilung der Ruderal- und Segetalpflanzen nach komplexen biologisch-ökologischen Kriterien. 2. Teil: Die ausdauernden, dominanten Arten. Aus dem Botanischen Institut der Universität für Bodenkultur, Vorstand: ao. Univ.-Prof. Dr. Hanno Richter.
- HOLZNER, W., GLAUNINGER, J. (2005): Acker*un*kräuter, Bestimmung Biologie Landwirtschaftliche Bedeutung. Leopold Stocker Verlag, Graz.
- HOLZSCHUH, A., DEWENTER, I. S., TSCHARNTKE, T. (2008): Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. Oikos 117. S. 354–361.
- HOUBEN, G., LENIE, K.., VANHOOF, K. (1999): A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises. Decision Support Systems 26. S. 125–135.
- HÜLSBERGEN, K.-J., KÜSTERMANN, B., SCHMIDT, H. (2005): Humusmanagement im ökologischen Betrieb. Schriftenreihe der Bayer. LfL, 6. S. 55-69.
- HUMPHREY, A. S. (2005): SWOT Analysis for Management Consulting. SRI Alumni Association Newsletter. S. 1–16.
- HUXHAM, S. K., WILSON, P. D., SPARKES L. (2004): Economic Analysis of Conversion Strategies for Stockless Organic Production. Biological Agriculture & Horticulture, 22:3. S. 289-303.
- IMGRABEN, H., RECKNAGEL, J. (2016): Anleitung für den Sojaanbau in Stichworten 2016. LTZ (Landwirtschaftliches Technologiezentrum) Augustenberg. Regierungspräsidium Freiburg.
- JONES, D. (2000): In Retrospect. Nature 403. S. 20.
- KAHN, H., WEINER A.J. (1967): Year 2000: A Framework for Speculation on the next Thirty-Three years. Collier Macmillan Ltd.
- KERSCHBERGER, M., FRANKE, G, HEß, H. (2001): Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Jena.
- KERSCHBERGER, M., HEGE U., JUNGK, A. (1997): Standpunkt "Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf". Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Selbstverlag, Darmstadt.

- KIRNER, L. (2010): Wirtschaftliche Lammfl eischproduktion an welchen Schrauben ist zu drehen?. 6. Fachtagung für Schafhaltung. Lehr- und Fors hungs entrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein S. 5 10.
- KOLBE, H. (2007): Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerlandunterschiedlicher Anbauintensität. Tagungsband der 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Freising-Weihenstephan. Verlag Dr. Köster, Berlin. S. 300-303.
- KOLBE, H. (2008): Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig. S. 1-7.
- KOLBE, H. (2010a): Site-adjusted organic matter-balance method for use in arable farming systems. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 173. S. 678–691.
- KOLBE, H. (2010b): Phosphor und Kalium im ökologischen Landbau aktuelle Probleme, Herausforderungen, Düngungsstrategien. Bundesarbeitskreis Düngung (Hrsg), Frankfurt/Main . *Phosphor- und Kaliumdüngung brauchen wir neue Düngekonzepte?*. Tagung des Verbandes der Landwirtschaftskammern und des Bundesarbeitskreises Düngung 2010 in Würzburg. S. 117-137.
- KOLBE, H. (2013): Standortangepasste Humusbilanzierung im ökologischen Landbau Informationen für Praxis, Beratung und Schulung. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- KÖRSCHENS, M., ROGASIK, J., SCHULZ, E., BÖNING, H., EICH, D., ELLERBROCK, R., FRANKO, U., HÜLSBERGEN, K.-J., KÖPPEN, D., KOLBE, H., LEITHOLD, G., MERBACH, I., PESCHKE, H., PRYSTAV, W., REINHOLD, J., ZIMMER, J., EBERTSEDER, TH., GUTSER, R., HEYN, J., SAUERBECK, D. (2004): Standpunkt "Humusbilanzierung Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland.". Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA). Selbstverlag, Bonn.
- KREMEN, C., MILES, A. (2012): Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. Ecology and Society 17(4): 40.
- KREMEN, C., WILLIAMS, N. M., THORP, R. W. (2002): Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences 99 (26). S. 16812–16816.
- KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2009): Datensammlung Fleischschafhaltung. Darmstadt.
- KUHLMANN, F. (2007): Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft. 3. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- KUNZ P., PROBST S. (2015): Salz für Nutztiere. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft. Zollikofen.
- KUTSCHERA, L., SOBOTIK, M. (1997): WURZELN Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. Schriftenreihe Stapfia 49. Hrsg.: Land Oberösterreich, OÖ. Landesmuseum.
- LEITHOLD, G., BROCK, C., HOYER U., HÜLSBERGEN, K.-J. (2007): Anpassung der Humusbilanzierung an die Bedingungen des ökologischen Landbaus. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Bewertung ökologischer Betriebssysteme Bodenfruchtbarkeit, Stoffkreisläufe, Biodiversität. KTBL-Schrift 458: S. 24-50.

- LEITHOLD, G., HÜLSBERGEN, K.-J. (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau, 105. S. 32-35.
- LEITHOLD, G., HÜLSBERGEN, K.-J., BROCK, C. (2015): Organic matter returns to soils must be higher under organic compared to conventional farming. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 178. S. 4-12.
- LEMBACHER, F., SCHALLY, H. (2015): Emmer und Einkorn. Landes-Landwirtschaftskammer Niederösterreich, St. Pölten.
- LEMBACHER, F., WASNER, J. (2009): Phazelia. Landes-Landwirtschaftskammer Niederösterreich, St. Pölten.
- LENZ, V. (2004): Anforderungen an den Schafstall für eine tiergerechte Haltung. Fachtagung für Schafhalter, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.
- LfL Bayerische LANDESANSTALT für Landwirtschaft (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland. Freising-Weihenstephan.
- LfL Tierzucht Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (s.a): Schwarzköpfiges Fleischschaf. Freising-Weihenstephan.
- LfULG Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2010): Zwischenfrüchte. Abteilung 7 Pflanzliche Erzeugung. Referat 72 Bodenkultur.Dresden.
- LOGES, R., DREYMANN, S., WICHMANN S. (2002): Leguminosenanbau richtig machen. *bioland* Fachzeitschrift für den ökologischen Landbau, 1/2002. S.14-15.
- LOMBRISER, R., ABPLANALP P.A. (2010): Strategisches Management. Visionen entwickeln. Strategien umsetzen. Erfolgspotentiale aufbauen. 5. Auflage. Versus Verlag AG, Zürich.
- MAGDOFF, F., WEIL, R. R. (2004): Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. Significance of Soil Organic Matter to Soil Quality and Health. Band. CRC Press.
- MARSHALL, E. J. P., BROWN, V. K., BOATMAN, N. D., LUTMAN, P. J. W., SQUIRE, G. R., WARD, L. K. (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Research 43. S. 77–89.
- MAUCHLINE, A.L., WATSON, S.J., BROWN, V.K., FROUD-WILLIAMS, R.J. (2005): Post-dispersal seed predation of non-target weeds in arable crops. Weed Research 45. S. 157–164.
- McSorley, R.; Ozores-Hampton, M., Stansly, P.A., Conner, J.M. (1999): Nematode Management, Soil Fertility and Yield in Organic Vegetable Production. Nematropica Florida Agricultural Experiment Station Journal Series Vol. 29, No.2. S. 205-2013.
- Mirzaei-Aghsaghali, A., Maheri-Sis, N., Mirza-Aghazadeh, A., Safaei, A. R., Aghajanzadeh-Golshani A. (2008): Nutritional value of alfalfa varieties for ruminants with emphasis on different measuring methods: a review. Research Journal of Biological Sciences. Bd. 3, Ausgabe 10. S. 1227-1241.
- MOORE, R.J. (1975): The Biology Of Canadian Weeds.13. *Cirsium arvense* (L.) Scop. Canadian Journal of Plant Science 55. S. 1033-1048.
- MULLER, A., SCHADER, EL-HAGE SCIALABBA, C.N., BRÜGGEMANN, J., ISENSEE, A., ERB, K.-H., SMITH, P., KLOCKE, P., LEIBER, F., STOLZE1, M., NIGGLI, U. (2017): Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture: Nature Communications 8: 1290. S.1-13

- MÜLLER, T., JAFFER, I., STEFFENS, D., SCHULZ, R. (2007): Erhöht die Granulierung von Rohphosphaten mit Schwefel (Bio-Superphosphat) die P-Verfügbarkeit in Böden mit hohen pH-Werten?. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 110. S. 373 374.
- MUßHOFF, O., HIRSCHAUER, N. (2013): Modernes Agrarmanagement Betriebswirtschafliche Analyse- und Planungsverfahren. 3. Auflage. Verlag Franz Vahlen, München.
- NELSON, N. O., JANKE, R. R. (2007): Phosphorus Sources and Management in Organic Production Systems. HortTechnology 17(4). S. 442-454.
- ODENING, M., BOKELMANN. W. (2001): Agrarmanagement Landwirtschaft Gartenbau. 2. Auflage. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- OFFERMANN, F., NIEBERG, H. (2000): Economic Performance of Organic Farms in Europe. Organic farming in Europe: Economics and Policy. Volume 5. Universität Hohenheim, Stuttgart.
- O'RIORDAN, T., COBB, D. (2001): Assessing the consequences of converting to organic agriculture. Journal of Agricultural Economics, Volume 52, Nr.1. S. 22-35.
- PANAGIOTOU, G. (2003): Bringing SWOT into focus. Business Strategy Review 14 (2). S. 8-10.
- PEKRUN, C., CLAUPEIN, W. (2006): The implication of stubble tillage for weed population dynamics in organic farming. Weed Research 46. S. 414-423.
- PEKRUN, C., HÄBERLE, A., CLAUPEIN, W. (2003): Bedeutung von Grund- und Stoppelbearbeitung für die Kontrolle der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) im ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 255. S. 29-34.
- RAHMANN G. (2010): Ökologische Schaf- und Ziegenzucht. Institut für ökologischen Landbau, Trenthorst. 3. Auflage.
- RAUCH, P. (2007): SWOT analyses and SWOT strategy formulation for forest owner cooperations in Austria. European Journal of Forest Research 126 (3). S 413-420.
- RINGLAND G. (1998): Scenario Planning. Managing for the Future. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England.
- SANDERS, J., OFFERMANN, F., NIEBERG, H. (2012): Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus in Deutschland unter veränderte agrarpolitischen Rahmenbedingungen. Sonderheft 364.
- SCHNEIDER, D. (1994): Betriebswirtschaftslehre. Band 2: Rechnungswesen. Wissenschaftsverlag, Oldenbourg.
- STARZ, W., PFISTER, R., ROHRER, H., HEIN, W., WASCHL, H, STEINWIDDER, A. (2013): Eignung unterschiedlicher Kleegrasbestände für den biologischen Landbau im oberösterreichischen Alpenvorland und deren Vorfruchtwirkung auf Winterweizen. Abschlussbericht Projekt Nr. 100245/1. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein.
- STEFFENS, D., LEITHOLD, G. (2011): Wie Phosphor im Organischen Landbau zukünftig düngen? Wirkung von Phosphatdüngung und Phosphatform im Organischen Landbau. Bd. 1 des Tagungsbandes der 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin. S.189-192.
- STEIN-BACHINGER, K., BACHINGER, J., SCHMITT, L. (2004): Nährstoffmanagement im ökologischen Landbau. Kuratorium für Technik und Bauwesen. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.

- StMELF (2011): Das Kulturlandschaftsprogramm (KULAP). Herzstück bayerischer Agrarumweltpolitik Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.
- StMELF (2012): Menschen gewinnen, Chancen nutzen, bäuerlich bleiben. Regierungserklärung Staatsminister Helmut Brunner am 18. April 2012. Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München.
- StMELF (2016): Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) Maßnahmen ab 2017. P2/326-11.2016. Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.
- StMELF, StMUV (2017): Gemeinsame Richtlinie der Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) und für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) zur Förderung von Agrarumwelt-, Klima- und Tierschutzmaßnahmen (AUM) in Bayern. Geschäftszeichen G4-7292-1/1018.
- TFZ Bayern (2007): Anbauhinweise Buchweizen. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Straubing.
- THOMAS, D.L. (2011): Sheep: Replacement Management. Husbandry of Dairy Animals. S. 882-886.
- VIETH, C., FRIEDER T. (2013): Hofnachfolger gesucht und vorhanden. Vorschläge für eine gezielte Unterstützung von jungen Landwirten. Der kritische Agrarbericht 2013. S. 58-63.
- WATSON, C. A., BENGTSSO, H., EBBESVIK, M., LÙES, A.-K., MYRBECK, A., SALOMON, E., SCHRODER, J., STOCKDALE, E. A. (2002): A review of farm-scale nutrient budgets for organic farms as a tool for management of soil fertility. Soil Use and Management 18. S. 264–273.
- WEIHRICH, H. (1982): The TOWS Matrix A Tool for Situational Analysis. Long Range Planing 15 (2). S. 54–66.
- ZENGER, X. (2013): EU-Förderperiode 2014-2020 Direktzahlungen. LfL-Information. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- ZIKELI, S., GRUBER, S. (2017): Reduced Tillage and No-Till in Organic Farming Systems, Germany—Status Quo, Potentials and Challenges. Agriculture 7, 35.

Internetquellen:

- AELF Deggendorf Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Unsere Region. http://www.aelf-dg.bayern.de/region/index.php. Stand: 2017-05-20.
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Schafrassen in Bayern. http://www.lfl.bayern.de/itz/schaf/031150/. Stand: 2017-12-20.
- KAMPF, L., ROBMANN, R, SIMANTKE, W. (2017): Schmidts Ministerium hat Glyphosat-Alleingang monatelang vorbereitet. http://www.sueddeutsche.de/politik/streit-um-unkrautvernichter-minister-schmidt-hat-glyphosat-alleingang-monatelang-geplant-1.3769947. Süddeutsche Zeitung (Online-Ausgabe). Stand: 2017-12-20.
- StMELF Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Förderung von Maßnahmen zur Erhaltung gefährdeter einheimischer landwirtschaftlicher Nutztierrassen (Schaf). http://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/003664/index.php. Stand: 2017-12-20.

StMELF - Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Förderwegweiser. http://www.stmelf.bayern.de/foerderwegweiser. Stand: 2017-12-20.

Abbildung:

Abbildung 1: © 2017 Bayerische Vermessungsverwaltung

Mündliche Mitteilung:

LEHNER, T. (2017): Mündliche Mitteilung. Leitung Fachzentrum Ökologischer Landbau. Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Deggendorf.

HALLER, A. (2018): Mündliche Mitteilung. Sachbearbeiter Sparkasse Deggendorf, Filiale Otzing.

Daten über diverse Kosten als Grundlage der Deckungsbeitragsrechnungen:

Bayerische Futtersaatbau GmbH: https://bsv-saaten.de/home/ (Anfrage per Email: 2017-10-09)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Lfl): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten und DB-Plus (Stand: 2018-02-25); Datengrundlage nach Agrarmarkt Informations-GmbH (AMI), Bayerischer Bauernverband (BBV) - Marktbericht, Technische Universität München (TUM) - Lehrstuhl für ökologischen Landbau

Bioland-Handelsgesellschaft Baden-Württemberg mbH: http://bioland-handelsgesellschaft.de (Anfrage per Email: 2017-10-09)

Bioland-Markt: http://www.bioland-markt.de/ (Stand: 2018-02-25)

Deutsche Saatveredlung AG: https://www.dsv-saaten.de/ (Anfrage per Email: 2017-15-09)

Firma Volker Landgraf GmbH (Händler): https://www.traktorpool.de/details/Viehwagen/Pronar-T-046/3783272/ (Stand: 2017-12-28)

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Maschinen- und Reperaturkosten (MaKost): http://daten.ktbl.de/makost/ (Stand: 2017-09-28)

Maschinen- und Betriebshilfsring Deggendorf: http://www.mr-deggendorf.de/ (Stand: 2017-12-15)

Patura: https://www.patura.com (Stand: 2017-12-28)

Schwarzkopfschaf-Zucht Huber: http://www.schafzucht-huber.de (Anfrage per Email: 2017-09-15)

ShelterLogic Corp.: http://www.shelterlogic.com (Stand: 2017-12-28)

VOSS GmbH & Co. KG: https://www.weidezaun.info (Stand: 2017-12-28)

	Eidesstattliche Erklärung
Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbe	Eidesstattliche Erklärung it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen olche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen olche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen olche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde
die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die Formulierungen und Gedanken sind als s	it selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen olche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde