

Bachelorarbeit

Im Studiengang der Agrarwissenschaften
Fachrichtung Agrarökonomie und Agribusiness

Wirtschaftlichkeitsanalyse verschiedener Energiepflanzenanbausysteme

Vorgelegt von Harm Freese
Kiel, im Juni 2012

1. Prüfer: Herr Prof. Dr. Latacz-Lohmann
2. Prüfer: Herr Dr. Breustedt

am

Institut für Agrarökonomie der
Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung.....	3
1.3. Ausblick.....	3
2. Stand der Forschung	4
2.1. Das EVA-Projekt.....	4
2.2. Das Biogas-Expert Projekt	9
2.3. Biomasse Rüben	10
2.4. Kritische Betrachtung der vorgestellten Ergebnisse	12
3. Material und Methoden.....	12
3.1. Material.....	13
3.2. Methoden	16
4. Ergebnisse.....	19
5. Diskussion der Ergebnisse.....	23
Anhang.....	27
Literaturverzeichnis	44

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Abb	Abbildung
b * b	bicolor * bicolor
b * s	bicolor * sudanense
ct	Euro-Cent
DB	Deckungsbeitrag
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EVA	Entwicklung u. Vergleich v. optimierten Anbausystemen
FF	Fruchtfolge
FM	Frischmasse
GPS	Ganzpflanzensilage
ha	Hektar
K	Kalium / Korn (Getreide)
kWh	Kilowattstunde
m ³	Qubikmeter
mm	Millimeter
MW _{el}	Megawatt elektrische Leistung
N	Stickstoff
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
Nm ³	Normqubikmeter
oTM	organische Trockenmasse
P	Phosphat
S	Stroh
SZF	Sommerzwischenfrucht
t	Tonne
TM	Trockenmasse
TR	Triticale
WW	Winterweizen
WZF	Winterzwischenfrucht
ZF	Zweitfrucht
ZR	Zuckerrübe

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Bestandsentwicklung der Biogasanlagen in Deutschland von 2001 bis 2011.....	1
Abb. 2:	Kumulierte Trockenmasseerträge der deutschlandweit einheitlich geprüften Fruchtfolgen der beiden zeitversetzten Versuchsanlagen	4
Abb. 3:	Jahres-Trockenmasseerträge der Versuchsvarianten im Mittel der Jahre 2006-2008 in 2cult am Standort Werlte	8
Abb. 4:	Trockenmasseerträge ausgewählter Früchte auf den Standorten Hohenschulen und Karkendamm	9
Abb. 5:	Vollkosten und Zusammensetzung jener Kosten der Anbausysteme je Hektar	20
Abb. 6:	Vollkosten und Zusammensetzung jener Kosten der Anbausysteme je Nm ³ Methan	22
Abb. 7:	Gleichgewichtspreise für alternative Substrate	26

Anhang

Abb. A-1:	Anbauanleitung Szarvasi1.....	43
-----------	-------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Deckungsbeiträge alternativer Fruchtfolgeglieder in Hauptfruchtstellung.....	5
Tab. 2:	Ergebnisüberblick des Fruchtfolgeversuchs am Standort Werlte im Mittel der zwei Versuchsanlagen.....	7
Tab. 3:	Kostenvergleich von Mais und Zuckerrüben als Kosubstrat mit verschiedenen Aufbereitungsverfahren am Beispiel der Ertragsrelation in Südniedersachsen, ohne Pachtansatz	11
Tab. 4:	Erträge und Zusammensetzung der Substrate	16
Tab. 5:	Kostenberechnung Mais	19
Tab. 6:	Frischmasse- und Methanerträge ausgewählter Anbausysteme 21	

Anhang

Tab. A-1:	Betriebsmittel, Lohn, Ansätze und Beiträge.....	27
Tab. A-2:	Berechnungseinheiten der Berufsgenossenschaft.....	27
Tab. A-3:	Düngerpreise.....	27
Tab. A-4:	Berechnung der Düngemengen bei Roggen-GPS.....	28
Tab. A-5:	Berechnung der Methanerträge pro Hektar.....	28
Tab. A-6:	Berechnung von Methanerträgen pro Tonne Frischmasse.....	28
Tab. A-7:	Kostenberechnung Mais.....	29
Tab. A-8:	Arbeitsverfahren Mais.....	30
Tab. A-9:	Kostenberechnung Grünland.....	31
Tab. A-10:	Arbeitsverfahren Grünland.....	32
Tab. A-11:	Kostenberechnung Roggen-GPS.....	33
Tab. A-12:	Arbeitsverfahren Roggen-GPS.....	34
Tab. A-13:	Kostenberechnung Roggen-GPS mit Ackergras.....	35
Tab. A-14:	Arbeitsverfahren Roggen-GPS mit Ackergras.....	36
Tab. A-15:	Kostenberechnung Zuckerrüben.....	37
Tab. A-16:	Arbeitsverfahren Zuckerrüben.....	38
Tab. A-17:	Kostenberechnung Futterrüben.....	39
Tab. A-18:	Arbeitsverfahren Futterrüben.....	40
Tab. A-19:	Kostenberechnung Szarvasi1.....	41
Tab. A-20:	Arbeitsverfahren Szarvasi1.....	42

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Die Forderungen, verstärkt erneuerbare Energien einzusetzen und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, haben im Jahr 2000 in Deutschland zur Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) geführt. In den Jahren 2004 und 2009 wurde dieses Gesetz überarbeitet. So wird der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und von Gülle bei Biogasanlagen, die nach den jeweiligen EEG gebaut wurden, zusätzlich durch Boni entlohnt.

Die Einführung und die Novellierungen des EEG haben dazu beigetragen, dass sich die Anzahl der im Land gebauten Anlagen und die gesamte installierte elektrische Leistung dieser Anlagen stetig erhöhen.

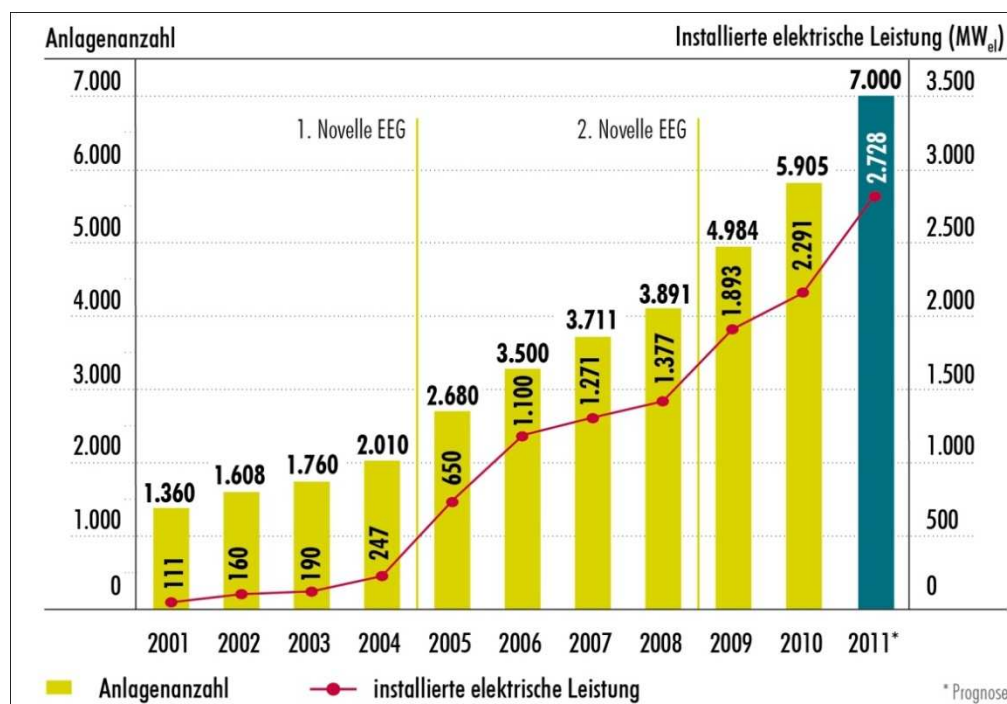


Abbildung 1: Bestandsentwicklung der Biogasanlagen in Deutschland von 2001 bis 2011 (Quelle: FNR, 2011a)

Ein Großteil der Biogasanlagen, die nachwachsende Rohstoffe verwerten, nutzt Maissilage als einziges Substrat. In Bezug auf die Masse, beträgt die

eingesetzte Menge Maissilage 76 % aller nachwachsenden Rohstoffe im Jahr 2010 (FNR, 2011b).

Der hauptsächliche Einsatz von Mais, bei gleichzeitig gestiegener Anzahl an Biogasanlagen, führte in den letzten Jahren dazu, dass zunehmend Ackerland für den Maisanbau verwendet wurde. Zusätzlich wurde regional Dauergrünland umgebrochen, um noch mehr Flächen für den Anbau von Mais zu generieren.

Das am zweithäufigsten verwendete NawaRo-Substrat ist mit 11 % die Grassilage. Das hierfür benötigte Gras stammt von Dauergrünlandflächen, die entweder im Betriebsbesitz sind oder mitgepachtet werden müssen. Der restliche Anteil wird aus Ackergraskulturen gewonnen, die als Haupt- und Nebenfrucht angebaut werden können. So ist es zum Beispiel möglich, GPS-Getreide (7 % Anteil der NawaRo-Substrate) als Hauptfrucht anzubauen und im Anschluss zwei Schnitte Ackergras zu ernten. Getreide-GPS stellt dabei Getreide dar, dass vor der eigentlichen Reife abgemäht und einsiliert wird. Der Erntezeitpunkt ist zu Beginn der Teigreife. Neben Roggen ist auch der Anbau von Gerste, Triticale und Weizen, in Ein- und Zweikulturnutzung üblich, um Biogassubstrate zu gewinnen.

Rüben stellen eine weitere Möglichkeit als Substrat dar. Zuckerrüben (1 % der NawaRo), die in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen haben, eignen sich auf Grund ihrer hohen TM-Erträge und ihrer stofflichen Zusammensetzung, die zu einer schnellen Vergärung führt, gut. Genau wie Gehaltsrüben, lassen sie sich aber schlecht lagern und können nicht ohne Weiteres das ganze Jahr eingesetzt werden. Im Gegensatz zu Zuckerrüben, befinden sich Futterrüben nur zu 30-50 % in der Erde, was die Erntearbeiten erleichtert. Auch die glatte Haut der Gehaltsrübe erweist sich als vorteilhaft, da weniger Erde anhaften kann und somit die Reinigungskosten reduziert werden können (vgl. MÄRLÄNDER et al., 2010).

Neben Getreidekorn, welches insgesamt zu 4 % der NawaRo-Masse verwendet wird, gibt es eine Vielzahl weiterer Stoffe, die sich als Substrat nutzen lassen. Ein Teil davon gehört zu den restlichen 1 % der nachwachsenden Rohstoffe.

Anfang dieses Jahres trat das EEG 2012 in Kraft, welches den Einsatz von Mais (Ganzpflanze) und Getreidekorn auf maximal 60 % der Substratmasse reduziert und zusätzlich keine Boni für den Einsatz von NawaRo und Gülle mehr vorsieht (EEG 2012).

1.2. Zielsetzung

Diese Arbeit soll einen Überblick über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Anbausysteme liefern. Es soll geprüft werden, ob der hohe Silomaisanteil aus ökonomischer Sicht gerechtfertigt ist und, ob gleichwertige und ob bessere Alternativen vorhanden sind.

In diesem Zusammenhang werden, neben den zu den am häufigsten eingesetzten NawaRo-Substratlieferanten gehörenden Mais, Dauergrünland und GPS-Roggen, auch die Zweikulturnutzung GPS-Roggen plus Ackergras in Zweischnittnutzung sowie die Früchte Gehaltsrübe, Zuckerrübe und Szarvasi¹ miteinander verglichen. Letztlich soll geprüft werden, welches Energiepflanzenanbausystem den günstigsten Nm³ Methan liefert.

Diese Frage stellt sich nicht nur Anlagenbetreibern, die vor Beginn des Inkrafttretens des EEG 2012 mit der Stromeinspeisung begonnen haben, sondern auch denjenigen, die nach der Novellierung ans Netz gehen und den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen planen.

Da nicht nur die Biogas- und Methanausbeuten der Substrate eine Rolle bei der Berechnung der Methankosten spielen, sondern auch die Trockenmasseerträge jener Substrate, hat die regional abhängige Erntemenge einen Einfluss auf die Vergleichbarkeit von Anbausystemen. In dieser Arbeit wird mit Frischmasseerträgen gerechnet, die im südlichen Teil der Schleswig-Holsteinischen Geest durchschnittlich zu erwarten sind. Diese Region zeichnet sich durch leichte, humose Böden mit 20 bis 40 Bodenpunkten und Niederschlägen in Höhe von 800 bis 850 mm a⁻¹ aus. Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei knapp 9 ° Celsius.

1.3. Ausblick

Das kommende Kapitel gibt einen Überblick über andere laufende sowie abgeschlossene Forschungsarbeiten. Im dritten Abschnitt werden die grundlegenden Daten und Kennzahlen dargestellt und die Methodik der Berechnung wird erläutert. Anschließend werden im vierten Kapitel die

¹Ungarische, queckeartige Grassorte, die auch als Riesenweizengras bekannt ist

Ergebnisse aufgezeigt, bevor im letzten Absatz eine Zusammenfassung und Diskussion jener Ergebnisse erfolgt.

2. Stand der Forschung

Es gibt bundesweit bereits eine Vielzahl an Versuchen zu den verschiedensten, in Biogasanlagen einsetzbaren, Früchten. Die meisten Untersuchungen erforschen und vergleichen mögliche Trockenmasseerträge der Anbausysteme, einige betrachten aber auch die ökonomischen Aspekte.

2.1. Das EVA-Projekt

Das bislang umfangreichste Projekt, das EVA-Verbundprojekt, erfasste pflanzenbauliche, ökonomische sowie ökologische Gesichtspunkte und bezieht sich auf Versuche zu fünf Fruchtfolgen, die in sieben verschiedenen Bundesländern zwischen 2005 und 2008 simultan getestet wurden.

Abbildung 2 zeigt die kumulierten Ertragsergebnisse der Fruchtfolgen. Dabei wurden zwei um ein Jahr versetzte Versuchsanlagen durchgeführt.

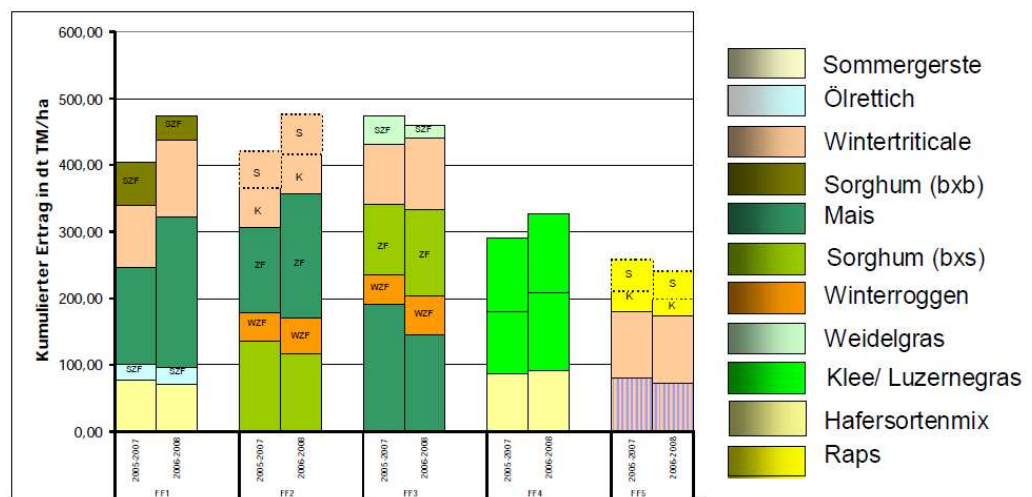


Abbildung 2: Kumulierte Trockenmasseerträge der deutschlandweit einheitlich geprüften Fruchtfolgen der beiden zeitversetzten Versuchsanlagen (2005-2007 und 2006-2008) im Mittel der Versuchsstandorte (Quelle: STRAUß et al., 2009).

Es ist zu erkennen, dass die Fruchtfolgen, die die C₄-Pflanzen Mais und Sorghum beinhalten, deutlich besser abschneiden als diejenigen, die ausschließlich C₃-Pflanzenglieder enthalten. Mais ist die Frucht, die im Vergleich aller Fruchtfolgeglieder, die höchsten Trockenmasseerträge liefert.

Tabelle 1: Deckungsbeiträge alternativer Fruchtfolgeglieder in Hauptfruchtstellung

Jahr	Mais	Welsches Weidelgras		Leguminosen-Gras-Genenge			Wintergetreide (GPS)	Sorghum (b.* b.)	Sorghum (b.* s.)	Sonnenblume
		Ansaat	1	Ansaat	1	2				
	448	-146	158	-86	121	141	134	-18	-41	306
Ascha	542			-1	344	313	134		-27	
2005	349			28					-11	
2006	439			-30	346		-1		-42	
2007	838				343	376	224			
2008						251	180			
Dornburg	286			-30	239	188	212		23	
2005	210								81	
2006	127			-30	50		325		-36	
2007	700				429	182	219			
2008	109					195	91			
Ettlingen	587			-187	75	207	182	-18	-204	-258
2005	671			-187						
2006	586				202		229			
2007	618				-52	147	188			
2008	475					268	128			
Gülzow	689	-146	158	-78	143	146	252		2	
2005	582								-152	
2006	558	-179		-78	64		219		156	
2007	927	-112	192		221	188	312			
2008			124			104	225			
Gütersfelde	293				42	40	30		11	-383
2005	393								47	-414
2006	-81				42		-20		-26	-351
2007	565				42	-96	-46			
2008						176	156			
Trossin	340				-113	85	37		0	-227
2005	562								48	
2006	71				-125		97		-48	-258
2007	388				-102	41	-54			-297
2008						129	68			
Werlte	401			-136	116	3	93		-96	
2005	412			-130					-103	
2006	142			-141	165		220		-89	
2007	651				66	-71	-13			
2008						77	72			

Quelle: REUS, 2011

Die ökonomische Auswertung der Versuchsreihe vergleicht den Deckungsbeitrag, also variable Leistung abzüglich variable Kosten, der

Pflanzen in Hautfruchtstellung. Um die Leistung der Substrate zu bestimmen, wird unter der Annahme, dass Silomais nur angebaut wird, wenn der Anbau den gleichen Deckungsbeitrag wie der durchschnittliche Weizenanbau erzielt, der Preis pro Tonne Silomais errechnet. Dividiert mit dem Methanhektarertrag ergibt sich der Preis pro m³ Methan, der anschließend zur Berechnung der variablen Leistung aller Fruchtfolgeglieder genutzt wird.

Nach REUS (2011) erwirtschaftete Mais in Hauptfruchtstellung durchschnittlich an jedem der sieben Versuchsstandorte den höchsten Deckungsbeitrag. Im Gesamtschnitt lag der DB bei 448 €/ha (siehe Tabelle 1). In Einzelfällen wurden an einigen Standorten durch andere Hauptfrüchte höhere Deckungsbeiträge erwirtschaftet. So konnte zum Beispiel mit Wintergetreide (GPS) im Jahr 2006 ein 1,37-facher DB in Trossion, ein 1,55-facher DB in Werlte sowie ein 2,56 facher DB in Dornburg gegenüber dem Maisanbau erzielt werden. Im Jahr 2008 erwies sich in Dornburg ein Leguminosen-Gras-Gemenge als vorteilhaft. Insgesamt ist das Gemenge im Schnitt der Anbauperiode (Ansaat- und zwei Erntejahre) mit einem DB von 176 €/ha als zweitwirtschaftlichste Hauptfrucht anzusehen. Es folgt Getreide-GPS mit 134 €/ha. Auch Welsches Weidelgras erzielt einen positiven Deckungsbeitrag ein. Die beiden Sorghumarten (b x s /Sudangrashybride; b x b) konnten sich mit leicht negativen Deckungsbeiträgen nicht beweisen. Sonnenblumen haben, laut den Berechnungen, an keinem der Standorte einen positiven DB erwirtschaftet und schneiden mit durchschnittlichen -306 €/ha am schlechtesten ab (vgl. REUS, 2011).

Bedauerlicherweise beinhaltete das EVA-Verbundprojekt keinen Versuchsstandort in Schleswig-Holstein. Die Ergebnisse aus Werlte in Niedersachsen sind, auf Grund der ähnlichen Standortbedingungen, als am interessantesten zu betrachten. Der Standort Werlte liegt im Emsland. Es handelt sich um humose Sandböden mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 31. Die mittlere Niederschlagssumme beträgt 768 mm im Jahr und die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 9,0 °C.

Die Auswertungen der Versuche in Werlte spiegeln die bundesweiten Ergebnisse wider. In den Jahren 2005 bis 2010 konnte beim Mais mit 17,5 t TM/ha deutlich am meisten Trockensubstanz geerntet werden. Es folgen Klee gras mit 118 t TM/ha, Sorghum (b. x s.) mit 111 t TM/ha und

Wintertriticale (GPS) mit 89 t TM/ha (vgl. WILKEN und BENKE, 2011a). Zusätzlich zu den in Abbildung 2 dargestellten fünf Fruchtfolgen wurden in Werlte drei weitere betrachtet. In Fruchtfolge 6 wurde neben Mais zwei Mal Grünschnittroggen mit Mais in Zweikulturnutzung angebaut. Bei Fruchtfolge 7 erfolgte der Anbau von Mais, Wintertriticale (Korn) und Wintergerste (GPS) und in Fruchtfolge 8 wurde Mais (Korn), Winterweizen (GPS) und Winterroggen (GPS) gebaut. Bei allen Fruchtfolgen wurde jeweils im vierten Jahr Winterweizen (Korn) bestellt und in die Deckungsbeiträge der Fruchtfolgen mit einbezogen.

Auch in Werlte im Einzelnen lässt sich ein Zusammenhang zwischen Trockenmasseerträgen und C₄-Pflanzenteilen in der Fruchtfolge vermuten. Besonders deutlich wird dies bei den Fruchtfolgen 2,3 und 6 wo mehrfach Mais und Sudangras angebaut werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisüberblick des Fruchtfolgeversuchs am Standort Werlte im Mittel der zwei Versuchsanlagen

	TM Ertrag¹ [t TM/ha/a]	Kornerträge² [dt/ha]	DB [€/ha/a]
Fruchtfolge 1	127	72 (WW)	30
Fruchtfolge 2	148	63 (TR), 70 (WW)	106
Fruchtfolge 3	146	77 (WW)	-4
Fruchtfolge 4	114	76 (WW)	16
Fruchtfolge 5	87	21 (Raps), 77 (WW)	106
Fruchtfolge 6	199	77 (WW)	235
Fruchtfolge 7	126	56 (TR), 77 (WW)	166
Fruchtfolge 8	95	106 (Mais), 62 (WW)	102

(1) nur Jahre mit Silageproduktion

(2) Getreide mit 86% TM / Raps mit 91 % TM

Quelle: Eigene Darstellung nach WILKEN und BENKE, 2011b

Eine differenzierte Betrachtung der Deckungsbeiträge aller Fruchtfolgeglieder erfolgt nicht. Aus Tabelle 1 lässt sich ableiten, dass die negativen Werte des Sorghum (b. x s.) für das Minimum von durchschnittlich -4 €/ha der Fruchtfolge 3 und die relativ hohen Werte des Silomaises für das Maximum von mittleren 235 €/ha bei Fruchtfolge 6 verantwortlich sein dürften.

Wie anhand von Fruchtfolge 6 zu sehen ist, erfolgten in Werlte nicht nur Untersuchungen zum Haupt- und Zwischenfruchtanbau von Energiepflanzen,

sondern auch zu möglichen Zweikulturnutzungen (2cult). In dieser parallel durchgeführten Versuchsreihe wurden die Winterungen (Erstkulturen) Rübsen, Roggen und ein Roggen-Erbsen-Gemenge jeweils mit den vier Sommerungen (Zweikulturen) Mais, Sorghum (b. x b.), Sonnenblumen und einer Mischung aus Mais und Sonnenblumen untersucht. Zusätzlich wurde ein Roggen-Gerste-Gemisch mit den Sommerungen Sorghum (b. x s.), Amarant, Hanf und einer Mischung aus Mais, Sonnenblumen sowie Amarant erprobt. Wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, gibt es Zweikulturnutzungen, die einen höheren Trockenmasseertrag als Mais in Hauptfruchtanbau (17,5 t TM/ha) liefern können.

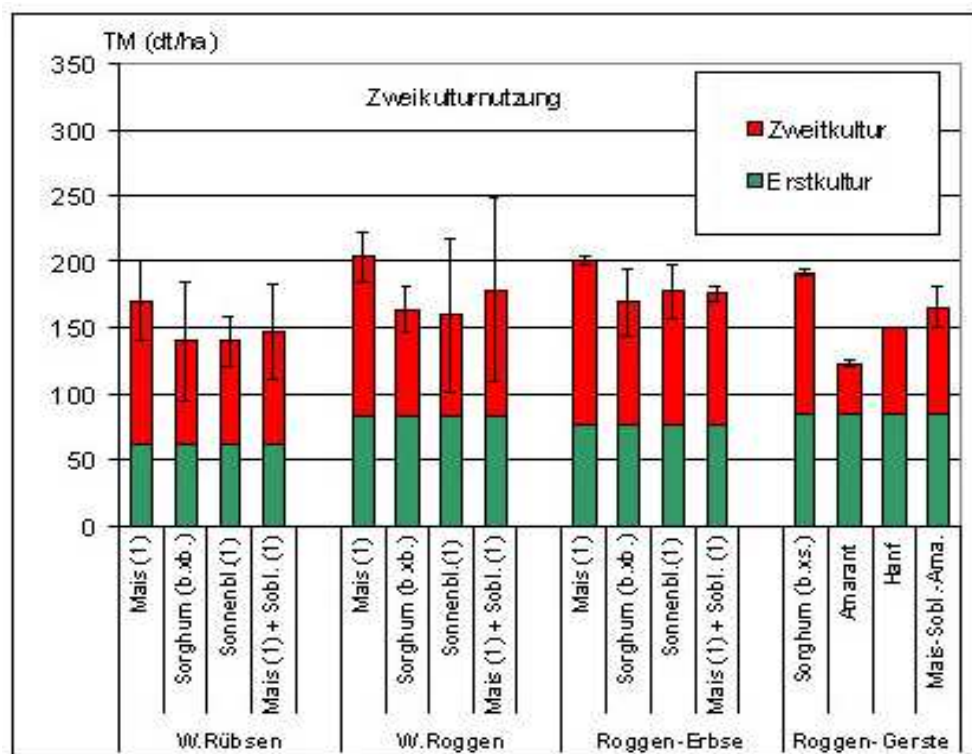


Abbildung 3: Jahres-Trockenmasseerträge der Versuchsvarianten im Mittel der Jahre 2006-2008 in 2cult am Standort Werlte, Säulen mit Standardabweichung (Quelle: Verändert nach STÜLPNAGEL 2009)

Zusammen mit Mais als Zweikultur können Winterroggen sowie eine Mischung aus Roggen und Erbsen um die 20 Tonnen Trockenmasse je Hektar erbringen. Auch Kombinationen aus Roggen, Mais und Sonnenblumen sowie Roggen-Erbsen und Sonnenblumen/ Mais und Sonnenblumen führen mit ca. 18 t TM/ha zu höheren Erträgen. Nicht zuletzt Sorghum (b. x s.), angebaut nach

einer Mischung aus Gerste und Roggen, leisten einen Mehrertrag von ca. 1,5 t TM/ha gegenüber Mais. Die Erträge der einzelnen Früchte innerhalb des Anbausystems liegen aber niedriger als bei den gleichen Früchten in Einkulturnutzung.

Eine ökonomische Bewertung der Zweikulturnutzung liegt nicht vor. Es darf bezweifelt werden, ob die geringen Mehrerträge in Relation zu den zusätzlich verursachten Anbaukosten stehen.

2.2. Das Biogas-Expert Projekt

Eine weitere Forschungsarbeit ist das sogenannte Biogas-Expert Projekt, welches in elf Teilprojekten seit 2006 an der Christian Albrechts Universität zu Kiel durchgeführt wird, um eine nachhaltige Biogasproduktion zu erwirken. Zu diesen Teilprojekten zählen unter anderem pflanzenbauliche Versuche, die an den drei Standorten Bloomenkoog (Marsch), Karkendamm (Geest) sowie Hohenschulen (östliches Hügelland) stattfinden. Aus bereits publizierten Teilarbeiten lassen sich die Trockenmasseerträge einiger Früchte für die drei Standorte ableiten.

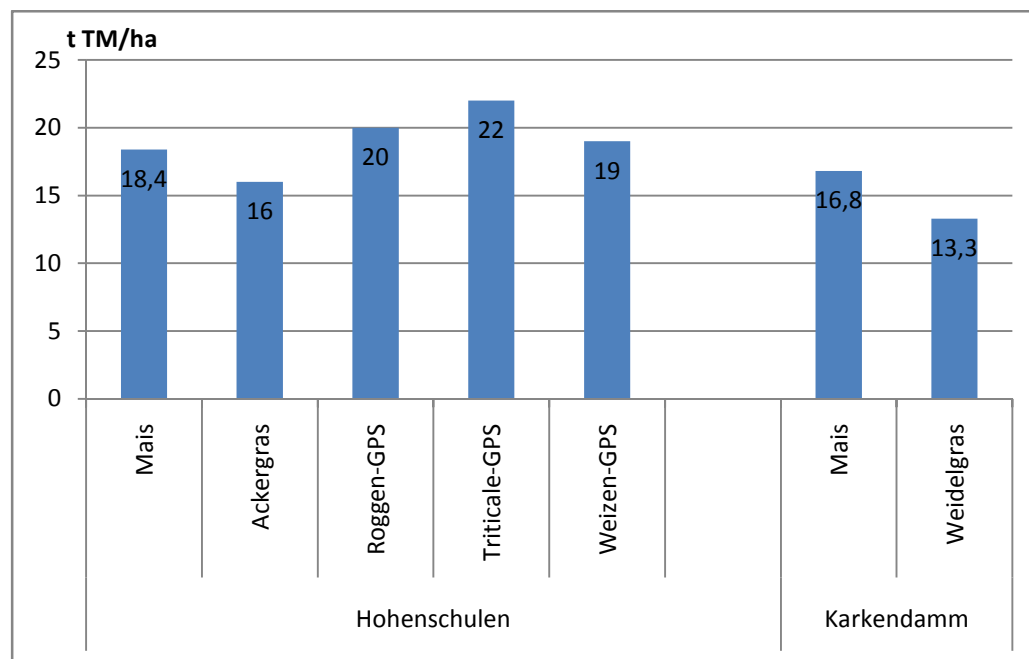


Abbildung 4: Trockenmasseerträge ausgewählter Früchte auf den Standorten Hohenschulen und Karkendamm als Mittelwert aus 2007/08 (Quelle: Eigene Darstellung nach HERRMAN 2011, SEIDEL 2011 und WIENFORTH 2010)

In Abbildung 4 ist zu sehen, dass die Getreide-GPS an dem Standort im östlichen Hügelland besser abschneiden als Mais und Ackergras. Insgesamt sind die Erträge aller untersuchten Früchte höher als auf dem Geeststandort, wobei hier Gras durch Mais dominiert wird.

Auch in Bloomenkoog werden die Erträge von Mais und Gras untersucht. Hier schneidet Gras im Mittel der Jahre 2009 und 2010 mit 16,3 t TM/ha geringfügig besser ab als Mais mit 16,1 t TM/ha (vgl. QUAKERNACK et al., 2011). Eine ökonomische Auswertung erfolgte bislang nicht.

2.3. Biomasse Rüben

Auf der Suche nach alternativen Substraten für Biogasanlagen, stellt die DLG die Nutzungsmöglichkeiten für Rüben in ihrem Merkblatt 363 „Biomasse-Rüben, die Zuckerrübe als Biogassubstrat“ vor. Neben pflanzenbaulichen und technischen Aspekten erfolgt auch eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit.

Nach MÄRLÄNDER et al. (2010) stellen sowohl Zuckerrüben mit bis zu 90 t FM/ha und Trockenmasseanteilen von sortenabhängig 21 bis 24 Prozent, als auch Futterrüben mit maximal 150 t FM/ha und Trockensubstanzwerten von 14 bis 19 Prozent ertragreiche Rohstoffe dar. Darüber hinaus sprechen die Autoren den Rübenarten eine für den Gärprozess sehr positive stoffliche Zusammensetzung zu, wobei die Zuckerrüben mit 90 % leicht umsetzbaren N-haltigen Exaktstoffen noch besser abschneiden, als die Futterrübensorten. Die Zusammensetzung führt in der Praxis auch dazu, dass die Gasausbeute aller eingesetzten Substrate, durch den Einsatz von Rüben, erhöht werden kann.

Probleme werden bei der Ernte und der ganzjährigen Nutzung gesehen. Da Erde und Steine die Funktionsweise von Biogasanlagen einschränken, müssen die Rüben gegebenenfalls gereinigt eingebracht werden. Sollen Zucker- oder Futterrüben nicht nur frisch verfüttert werden, sondern über einen längeren Zeitraum hinweg genutzt werden, ist eine Konservierung erforderlich. Dies ist mit teilweise erheblichen Mehrkosten verbunden (vgl. MÄRLÄNDER et al., 2010).

Um die Wirtschaftlichkeit von Zuckerrüben zu untersuchen, wurde ein Kostenvergleich mit Mais durchgeführt. Berechnungsgrundlage sind die gesamten Verfahrenskosten (exklusive Pachtansatz) vom Anbau bis hin zur

Gärs substratverwertung, wobei verschiedene Reinigungs- und Lagerungskonzepte einbezogen wurden. Die Ergebnisse der Analyse lassen sich in Tabelle 3 betrachten. Man erkennt, dass die Kosten pro Kilowattstunde bei frisch gefütterten Zuckerrüben und bei Mais mit 2,46 Cent gleich auf sind. Daraus ergibt sich ein relativer Vorzug von 0 €/ha gegenüber dem Einsatz von Mais. Je aufwändiger die Rüben verarbeitet werden, desto schlechter schneiden sie im Vergleich ab. Werden die Zuckerrüben gewaschen und in einem Folienschlauch konserviert, besteht ein Kostennachteil von 728 €/ha. Bereits erwähnte Fermentationsvorteile, die mit 364 €/ha angesetzt wurden, führen dazu, dass ein Einsatz von frisch verfütterten und nur gewaschenen Rüben rentabler ist, als Anbau und Nutzung von Silomais.

Tabelle 3: Kostenvergleich von Mais und Zuckerrüben als Kosubstrat mit verschiedenen Aufbereitungsverfahren am Beispiel der Ertragsrelation in Südniedersachsen, ohne Pachtansatz

	Mais		Zuckerrüben				
		frisch	frisch waschen	waschen zerkleinern	waschen Folien-schlauch waschen einsilieren		
Ertrag	t/ha	55			73		
Energieausbeute	kWh/ha	51251			56371		
Gesamtkosten	€/ha	1260	1384	1749	1859	2114	2107
Kosten je kWh	ct/kWh	2,46	2,46	3,10	3,30	3,75	3,74
Rel. Vorzüglichkeit der ZR	€/ha	-	0	-363	-473	-728	-721
Fermentationsvorteile der ZR	€/ha	-			364		
Rel. Vorz. der ZR im Vergl. zu Mais incl. Fermentationsvort.	€/ha	-	364	1	-109	-364	-357

Quelle: Eigene Darstellung nach MÄRLÄNDER et al., 2010

2.4. Kritische Betrachtung der vorgestellten Ergebnisse

Das EVA-Projekt gibt einen Überblick über verschiedene Anbausysteme. Es lässt sich auf Grund der unterschiedlichen Standortbedingungen aber weder in pflanzenbaulicher Hinsicht, noch in ökonomischer Sichtweise direkt auf die Schleswig-Holsteinische Geest übertragen.

Dies gilt mit Ausnahme des Standorts Karkendamm auch für das Biogas-Expert-Projekt. Auch wenn Hohenschulen und Bloomenkoog geographisch unweit von der Geest entfernt sind, liegen hier sowohl andere Böden als auch unterschiedliche klimatische Bedingungen vor. Karkendamm hingegen liegt in der südlichen Schleswig-Holsteinischen Geest und liefert nutzbare Daten. Weitere Ergebnisse des Projektes sind abzuwarten.

Da die Wirtschaftlichkeitsanalyse der Zuckerrüben auf niedersächsischen Erträgen beruht, dürfen die Ergebnisse auch in diesem Fall nicht direkt zu einem Vergleich herangezogen werden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Ertragsdaten des EVA-Verbundprojektes und des Biogas-Expert Projektes aus Parzellenversuchen stammen. Um für die Praxis vergleichbare Werte zu erlangen, müssen die Erträge des EVA-Projektes um 20 Prozent reduziert werden (vgl. WILKEN, 2011). Nach WIENFORTH werden die Parzellen beim Biogas-Expert-Projekt verhältnismäßig groß angelegt, weshalb ein Abzug von 10 bis 15 % ausreicht.

3. Material und Methoden

Im folgenden Abschnitt werden zunächst Berechnungen erläutert, die den Vergleich der verschiedenen Früchte und Zweikulturnutzungen ermöglichen. Dabei wird auf die Herkunft der Daten eingegangen sowie die Zusammensetzung der einzelnen Arbeitsschritte dargestellt. Anschließend wird die Methodik der Kostenvergleichsrechnung erörtert.

Die Grundlage der Rentabilitätsanalyse der einzelnen Anbausysteme bildet die Vollkostenrechnung.

3.1. Material

Um die verschiedenen Substrate optimal miteinander vergleichen zu können, werden sämtliche anfallende Kosten von Anbau über Ernte und Silierung sowie der Transport der Silage zur Einbringungstechnik mit einbezogen. Die Basis der Kostenberechnungen bilden die Kalkulationsdaten aus dem KTBL-Kostenrechner-Energiepflanze (KTBL, 2012a). Es wird für Ackerland eine Schlaggröße von fünf Hektar bei einer Hof-Feld-Entfernung von fünf Kilometern angenommen. Die durchschnittlich zwei Hektar großen Grünlandflächen befinden sich in drei Kilometern Entfernung. Die einzelnen Arbeitsvorgänge, die sich auf die Kostenpunkte der Maschinen- und Lohnkosten auswirken, wurden nach dem KTBL-Feldarbeitsrechner (KTBL, 2012b) angepasst. So kommen bei allen Anbausystemen die gleichen oder vergleichbare Maschinen zum Einsatz. Es wird von Lohnkosten in Höhe von 15 € die Stunde und einem Dieselpreis von 91,1 Cent ausgegangen. Aufgrund steigender Kraftstoffpreise, wurde der Dieselpreis für Großverbraucher von 2011 herangezogen und von der Nutzung eines längerfristigen Durchschnitts abgesehen. Die Dieselerückvergütung in Höhe von 21,48 Cent pro Liter (vgl. BMELV, 2011) wurde bereits berücksichtigt. Zusätzlich wird behauptet, dass ein Ölverbrauch von einem Prozent des Dieserverbrauchs zu 2 € je Liter Öl vorliegt. Die Düngung erfolgt in Höhe des Nährstoffentzugs durch die abtransportierten Pflanzenteile. Dabei wird ein Teil durch die Rückführung des Gärrestes vorgenommen. Das Gärsubstrat kann kostenfrei von der Biogasanlage entnommen werden, so fallen lediglich Ausbringungskosten an. Die restliche Düngung erfolgt über handelsübliche Mineraldünger, deren Preise aus dem KTBL-Energiepflanzenrechner übernommen wurden und in der Anlage (Tab. A-3) zu finden sind. Die Pflanzenschutzapplikationen sind in Herbizid-, Fungizid- und Insektizidmaßnahmen unterteilt. Es wird jeweils mit 300 Litern Wasser á 0,25 Cent je Liter gespritzt. Bei den Maschinenkosten wird zwischen variablen und fixen Kosten unterschieden. Die variable Maschinenkosten bestehen aus Betriebsmittelkosten (zB. Dieselpreis) und Reparaturkosten. In den fixen Maschinenkosten werden Abschreibungs-, Zins- sowie sonstige Kosten (zB. Versicherungskosten) berücksichtigt.

Die betrachteten Kapitalkosten setzten sich aus einem Zinsansatz von 4 Prozent pro Jahr und dem Pachtansatz zusammen. Der Zinsansatz bezieht sich auf das durchschnittlich im Betrieb gebundene Kapital. Bei einer sechsmonatigen Produktionsverfahrendauer und einer zur Hälfte gebundenen Kapitalmenge, berücksichtigt dieser Zinsansatz ein Viertel der Betriebsmittelkosten. Zu den Betriebsmittelkosten gehören neben den Direktkosten die variablen Maschinenkosten, Dienstleistungskosten, sowie Versicherungs- und Berufsgenossenschaftsbeiträge. Der Pachtansatz beträgt 400 €/ha bei Ackerland und 300 €/ha bei Grünland. Zahlungen in dieser Höhe spiegeln die Pachtpreise in der betrachteten Region wider. Direktzahlungen fließen nicht mit in die Berechnungen ein. Die gegen Hagelschaden zu versichernde Summe bemisst sich grob nach den Gesamtkosten abzüglich Ernte- und Silier-/Lagerkosten. Es wird ein Totalausfall unterstellt, somit fallen keine Ernte- und Silierarbeiten an. In Schleswig-Holstein beträgt die Versicherungsprämie 0,376 Prozent bei Mais, bei den anderen Früchten 0,418 Prozent der Versicherungssumme. Grünland und Ackergras werden nicht versichert. Die Berufsgenossenschaft erhebt ihre Beiträge nach Berechnungseinheiten. Je nach angebauter Frucht fallen verschieden hohe Beiträge an. Genauere Angaben sind im Anhang (Tab. A-1, Tab. A-2) zu finden.

Unterschiedliche Einbringungs- und Vergärungskosten werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Ferner wird unterstellt, dass jene Kosten nicht wesentlich variieren, sobald andere Substrate genutzt werden. Die Silagen müssen aus einem Dosierer über Schnecken eingebracht werden. Rübensubstrate können aus einem Hochbehälter in den Fermenter gepumpt werden.

Auch die Frischmasseerträge der einzelnen Früchte entstammen dem Energiepflanzenrechner. Es wird ein mittleres Ertragsniveau bei leichten Böden angenommen. Bei den in Tabelle 4 ausgewiesenen Erträgen handelt es sich um bereinigte Nettoerträge. So wurden bei Maissilage und Roggenganzpflanzensilage 12 % und bei Grassilagen 8 % Lagerungsverluste abgezogen. Der im Energiepflanzenrechner angegebene Roggen-GPS Ertrag von 25 t FM/ha brutto erschien zu gering. Es wird eine Erntemenge von 35 t FM/ha brutto, also 30,8 t FM/ha netto angenommen. Dementsprechend werden die Düngermengen um das 1,4-fache angepasst und die dazugehörigen Ausbringungskosten erhöht.

Bei der Zweikulturnutzung Roggen-GPS und Ackergras erfolgt vor der Ernte des Roggens eine Untersaat von Ackergras. Diese späte Untersaat hat keine Auswirkung auf das Ertragsverhalten der Erstkultur, die zum gleichen Zeitpunkt, wie Roggen in Hauptfruchtstellung geerntet wird. Zusätzlich können im Laufe des Jahres zwei Schnitte Gras eingefahren werden. Die Graserträge werden mit zweimal 8,35 t FM/ha netto angenommen. Durch die Zweikulturnutzung entstehen Mehrkosten in der Produktion, die durch das Hinzufügen von Arbeitsschritten und durch Steigerungen der Düngemengen berücksichtigt werden.

Szarvasi nimmt eine Sonderstellung unter den Anbausystemen ein. Das ungarische Riesenweizengras wird seit 2009 unter der Aufsicht von Herbert Geißendörfer an der Landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt (vgl. LLA, 2011) Triesdorf erprobt. Es liegen Ertragswerte für eine Zweischnittnutzung der Jahre 2009 und 2010 vor. Die Erntemengen wurden vom Versuchsleiter für das Jahr 2011 bestätigt. Wie bei den anderen Silagen, muss auch bei Szarvasi ein Lagerungsverlust mit einberechnet werden. Es werden 10 % Verluste angenommen. Grundlage für die Berechnung der Anbaukosten erfolgt in diesem Fall nicht nach dem KTBL-Energiepflanzenrechner, sondern nach einer Anbauanleitung, die die Bayrische Futtersaatbau GmbH liefert (vgl. BSV, 2012). Dabei werden die einzelnen Arbeitsschritte des fünfjährigen Anbaus auf Basis des KTBL-Feldarbeitsrechners kalkuliert. Saat- und Düngemengen der Anbauanleitung finden gemittelt Anwendung. Es gilt zu beachten, dass die Versuche in Bayern unter anderen Standortbedingungen durchgeführt werden.

Neben den Frischmasseerträgen lassen sich in Tabelle 4 die Trockenmasseanteile in Prozent der Frischmassemenge sowie der organische Trockenmasseanteil in Prozent der gesamten Trockenmasse ablesen. Zusätzlich sind die Biogasausbeuten der Substrate in Nm³/t oTM mit dem dazugehörigen Methangehalt angegeben. Die Werte für Mais, Gras und Zuckerrüben sind dem KTBL Heft „Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ (vgl. KTBL, 2010a) entnommen. Es handelt sich bei den Gasausbeuten um Richtwerte. Die Eigenschaften der Roggen-Ganzpflanzensilage stammen aus der Handreichung „Biogasgewinnung und –nutzung“ (vgl. FNR, 2006). Die Zahlen in Tabelle 4 sind Mittelwerte der in der Handreichung aufgezeigten

Daten. Bei der Gehalts-Futterrübe werden Berechnungen der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft verwertet (vgl. LfL, 2004). Die Trockenmasseangabe von 14,6 % TM/FM wird als veraltet angesehen. Forschungen ergeben, dass 16-19 % TM Gehalt sortenabhängig möglich sind. Es wird weitergehend von einem Anteil von 18 % ausgegangen. Datengrundlage beim Szarvasigras sind auch hier Angaben der LLA Triesdorf.

Tabelle 4: Erträge und Zusammensetzung der Substrate

Anbausystem	Ertrag (t FM/ha)	TM- Anteil (%)	oTM Anteil an TM (%)	Biogas (Nm³/t oTM)	Methan gehalt (%)
Mais	44	33	95	650	52
Gras (Grünland)	24,6	35	90	600	53
Roggen-GPS	30,8	32,5	95	615	55
Gras (Acker-)	15,4	35	90	600	53
Roggen + Gras	46,2				
Zuckerrübe	60	23	90	700	52
Futterrübe	100	18	90,3	684	51,1
Szarvasil	54	32	95	673	52

Quelle: Eigene Darstellung nach FNR 2006, KTBL 2010, LfL 2004, LLA 2011

3.2. Methoden

Bei der Vollkostenrechnung, die die ursprüngliche Form der Kostenrechnung darstellt, werden alle anfallenden Kosten, also sowohl die variablen – direkt zurechenbaren als auch die fixen Kosten, angerechnet und letztendlich auf die Kostenträger aufgeteilt (vgl. SCHMIDT, 2011).

Im ersten Abschnitt der dreigliedrigen Vollkostenrechnung erfolgt die Kostenartenrechnung, bei der ausnahmslos alle Kosten, die durch Finanz- und Nebenbuchhaltung erfasst werden, nach festen Regeln in Kostenarten eingeteilt werden. Nach RADTKE (1993) wird die Kostenart in fünf Schritten ermittelt. Bevor man die Art der Verrechnung nach Kostenträgern direkt zurechenbaren Einzelkosten und nicht direkt anrechenbaren Gemeinkosten trennt, unterscheidet man nach Art der verbrauchten Produktionsfaktoren: Sachkosten (Roh-, Hilfs-, Betriebsstoffe, Abschreibungen), Personalkosten, Kapitalkosten, Kosten für Dienstleistungen und sonstige Kosten. Die Einzel- und

Gemeinkosten lassen sich wiederum in produktionsumfangsabhängige, variable Kosten und umfangsunabhängige, fixe Kosten einteilen. In der Buchhaltung muss in einem vierten Schritt geklärt werden, ob die Kostenträger von außen einfließen oder im gleichen Betrieb liegen. Am Ende wird zwischen pagatorischen und kalkulatorischen Kosten unterschieden (vgl. RADTKE, 1993). Kalkulatorische Kosten sind in der Buchhaltung nicht zulässig, da, im Gegensatz zu den pagatorischen Kosten, kein echter Zahlungsstrom vorhanden ist. Dennoch müssen die kalk. Kosten in dieser Arbeit (z.B. in Form des Pachtansatzes oder der Maschinenabschreibungen) berücksichtigt werden, um reelle Vergleichbarkeit zu schaffen.

Im zweiten Abschnitt, der Kostenstellenrechnung, müssen die Gemeinkosten den Kostenträgern zugewiesen werden. Landwirtschaftliche Betriebe haben in der Regel mehrere Produktionslinien und Produkte. Um genau sagen zu können, wo zum Beispiel eine Maschine wie viel geleistet hat, ist es notwendig die Kosten je nach ihrer Inanspruchnahme auf die Kostenträger zu verteilen (vgl. OLFERT, 2010). Diese Zuteilung muss nach Aufteilungsschlüsseln erfolgen, die aus gesonderten, freiwillig zu führenden Verzeichnissen zu ermitteln sind.

Es sei gesagt, dass die Aufteilung der Gemeinkosten aufgrund fehlerbehafteter Schlüssel in der landwirtschaftlichen Praxis nicht immer korrekt durchgeführt werden kann (vgl. RADTKE, 1993).

Um im finalen Abschnitt die Kosten je produzierter Einheit, die Stückkosten, zu errechnen, muss die Kostenträgerstückrechnung durchgeführt werden. Dies kann nach RATKE (1993) durch drei Methoden erfolgen. Im einfachsten Fall wird nur ein Erzeugnis produziert, was dazu führt, dass alle anfallenden Kosten durch die Anzahl der hergestellten Endprodukte geteilt werden (Divisionskalkulation). Bei der Äquivalenzrechnung, der zweiten Form, können die Kosten für sich ähnelnde Produkte (zB. Sorten), mit konstantem Kostenverhältnis, errechnet werden. Sobald ein Betrieb mehrere Produktionslinien hat und in der Kostenstruktur heterogene Produkte anfertigt, ist nur die Zuschlagskalkulation anwendbar (vgl. RADTKE, 1993). Bei der Zuschlagskalkulation werden die Einzelkosten den Kostenträgern direkt zugewiesen und die Gemeinkosten zugeschlagen. Es wird zwischen der summarischen und der differenzierenden Zuschlagskalkulation unterschieden (vgl. SCHMIDT, 2011).

Die summarische Kalkulation verrechnet die Gemeinkosten in einem einzigen Zuschlag. Bei der differenzierenden Kalkulation hingegen, werden die Gemeinkosten nach bestimmten Sätzen, die in der Kostenstellenrechnung erfasst werden, aufgeteilt und dann zugeschlagen. Die differenzierende Zuschlagskalkulation führt in der Regel zum genauesten Ergebnis (vgl. SCHMIDT, 2011).

Diese Arbeit soll als Kostenträgerstückrechnung die Vollkosten je m³ Methan ausgewählter Biogassubstrate aufzeigen. Die Problematik fehlerbehafteter Aufteilungsschlüssel bei den Gemeinkosten wird umgangen, indem kalkulatorische Ansätze des KTBL für die Berechnung der Kostenarten verwendet werden.

4. Ergebnisse

Unter den bereits getroffenen Annahmen und nach vorgestellter Methodik werden die Vollkosten der einzelnen Anbausysteme berechnet. Bei Silomais setzen sich die Gesamtkosten von 1888,43 €/ha aus grundeten 1259 € Sachkosten, 210 € Personalkosten, 408 € Kapitalkosten und 11 € sonstigen Kosten zusammen (siehe Tab. 5).

Tabelle 5: Kostenberechnung Mais

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Hybrid-Saatgut	2,20 U/ha	91,20 €/U	200,64 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
KAS	400 kg/ha	0,21 €/kg	84,00 €/ha
Gärsubstrat	20 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 12-24	500 kg/ha	0,15 €/kg	75,00 €/ha
Herbizide			67,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,6 m ³ /ha	2,50 €/m ³	1,50 €/ha
Var. Maschinenkosten			298,53 €/ha
Fixe Maschinenkosten			482,70 €/ha
Summe Sachkosten			1.259,37 €/ha
Fixe Lohnkosten	14,03 AKh/ha	15,00 €/Akh	210,44 €/ha
Summe Personalkosten			210,44 €/ha
Zinsansatz (0,25)	196,09 €/ha	0,04 €/€	7,84 €/ha
Pachtansatz			400 €/ha
Summe Kapitalkosten			407,84 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Hagelversicherung	1.200,00 €/ha	0,376 ct/€	4,51 €/ha
Berufsgenossenschaft			6,23 €/ha
Summe sonstige Kosten			10,75 €/ha
Gesamtkosten			1.888,43 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Die der Berechnung zu Grunde liegende Auflistung der einzelnen Arbeitsschritte ist im Anhang einsehbar (Tab. A-8: Arbeitsverfahren Mais).

Daraus lassen sich neben den variablen und fixen Maschinenkosten auch die anfallenden Arbeitsstunden ableiten. Nach gleichem Schema werden die Vollkosten der anderen Anbausysteme bestimmt. Dienstleistungen werden dabei nur bei der Verarbeitung der Rüben in Anspruch genommen.

Die Berechnungen zeigen, dass Roggen-GPS mit 1338,89 €/ha gefolgt von Grünland mit 1372,96 €/ha die geringsten Gesamtkosten hat. Auch Szarvasi1 mit 1691,11 €/ha und die Zweikulturnutzung, bestehend aus Roggen-GPS und einem zweimal gemähtem Ackergras, mit 1872,99 €/haschneiden günstiger ab, als Silomais. Lediglich die beiden Rübenarten sind teurer in der Produktion. Dabei liegen die Kosten von Futterrüben mit 2985,49 €/ha noch deutlich über denen von Zuckerrüben (2340,27 €/ha). Die Berechnungen lassen sich in den Tabellen A-9 bis A-20 im Anhang nachvollziehen.

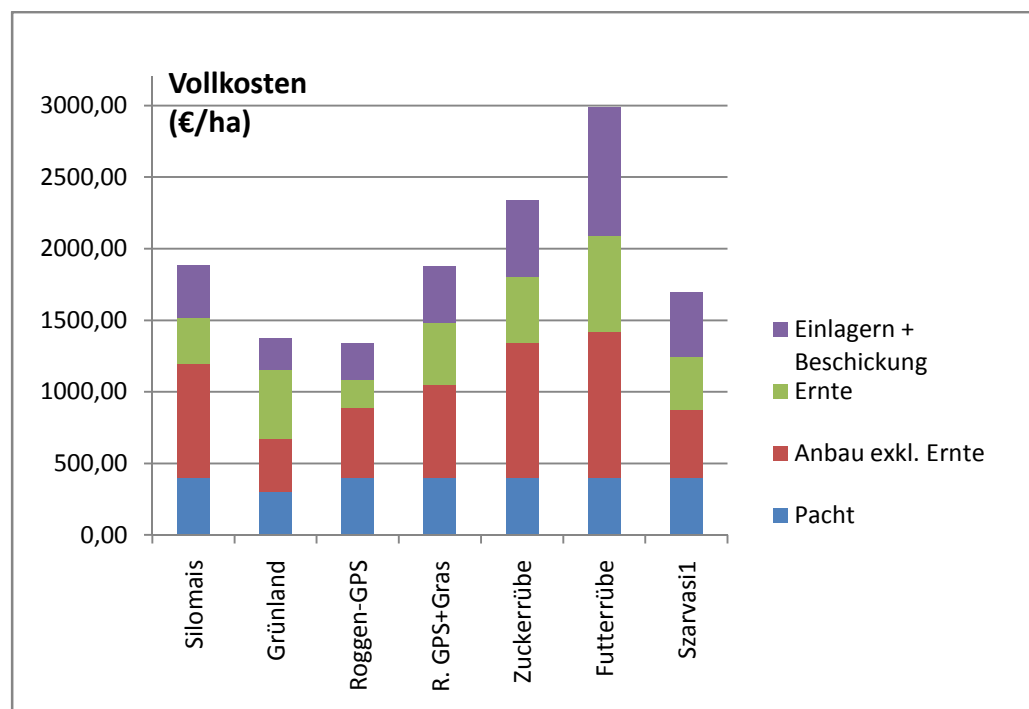


Abbildung 5: Vollkosten und Zusammensetzung jener Kosten der Anbausysteme je Hektar (Quelle: Eigene Berechnung)

Die Vollkosten lassen sich, wie in Abbildung 5 zu erkennen ist, in vier Kostengruppen einteilen. Sockel der Kosten sind die Pachtansätze. Es folgen die Anbaukosten. Hier werden alle Kosten des eigentlichen Anbauverfahrens berücksichtigt, wobei die Erntekosten in grün getrennt dargestellt werden. Bei den Erntekosten werden zusätzlich zu Erntearbeiten (zB. Mähen, Häckseln,

Roden) die Transporte zum Silo-/Lagerplatz mit einbezogen. In lila sind die Kosten für das Einlagern, Konservieren und den Transport der Silage zur Einbringungstechnik der Biogasanlage abgebildet. Auffällig sind hier die relativ hohen Anbaukosten (ohne Ernte) bei Silomais und Zuckerrüben mit einem Anteil von je über 40 % der Gesamtkosten. Die, im Vergleich zu den anderen Systemen, hohen Erntekosten beim Grünland und die niedrigen Erntekosten bei Roggen-GPS lassen sich durch die viermalige Grünlandernte und durch die vergleichsweise geringen Frischmasseerträge des Roggens erklären. Bei Futterrüben ist ein verhältnismäßig kostenintensives Konservierungs- und Lagerungsverfahren festzustellen. Auch zu erkennen ist, dass Pachten bei teuren Anbausystemen (Futterrüben) prozentual geringere Anteile der Gesamtkosten tragen, als dies bei günstigen Systemen (Roggen-GPS) der Fall ist.

Um in der Kostenträgerrechnung die Kosten pro m³ Methan zu bestimmen, müssen die Methanerträge je Hektar errechnet werden. Dies geschieht auf Grundlage der in Tabelle 4 gegebenen Angaben. Bei 33 % Trockenmasseanteil und 95 % organischer Trockensubstanz, werden pro ha Silomais 13,8 t oTM geerntet. Je t/oTM entstehen bei der Vergärung 650 Nm³ Biogas mit einem Methananteil von 52 %. So erhält man letztendlich 4662 Nm³ Methan je Hektar Silomais. Analog werden die Methanerträge der anderen Systeme (in Tabelle A-5 im Anhang) berechnet. Die Ergebnisse lassen sich in Tabelle 6 ablesen.

Tabelle 6: Frischmasse- und Methanerträge ausgewählter Anbausysteme

Anbausystem	Frischmasseertrag (t/ha)	Methanertrag (Nm³/ha)
Mais	44	4662
Grünland	24,6	2464
Roggen-GPS	30,8	3217
<i>Ackergras n. Roggen</i>	<i>15,4</i>	<i>1543</i>
Roggen + Gras	46,2	4759
Zuckerrübe	60	4521
Futterrübe	100	5681
Szarvasil	54	5745

Quelle: Eigene Berechnung

Es ist zu erkennen, dass Szarvasi1 mit 5745 Nm³/ha am meisten Methan liefert. Futterrüben liegen mit 5681 Nm³/ha dicht dahinter. Es folgen mit Abstand die Zweikulturnutzung mit 4759 Nm³/ha, Silomais und Zuckerrüben mit 4521 Nm³/ha. Roggen-GPS und Grünland erbringen wiederum geringere Methanerträge.

Dividiert man folgend jeweils die Vollkosten je ha durch die Methanerträge je ha, so erhält man die Stückkosten für einen m³ Methan. Am besten schneidet hier Szarvasi1 mit 29,44 ct/Nm³ ab. Im Mittelfeld liegen die Zweikulturnutzung mit 39,35 ct, Silomais mit 40,50 ct und Roggen-GPS mit 41,62 ct/Nm³. Am teuersten ist der Nm³ Methan bei Zuckerrüben mit 51,77 ct, sowie Futterrüben mit 52,55 ct und besonders bei Grünland mit 55,72 ct. Die Vollkosten der Systeme lassen sich wieder in die vier Kostengruppen aufteilen, wie in Abbildung 6 grafisch dargestellt ist.

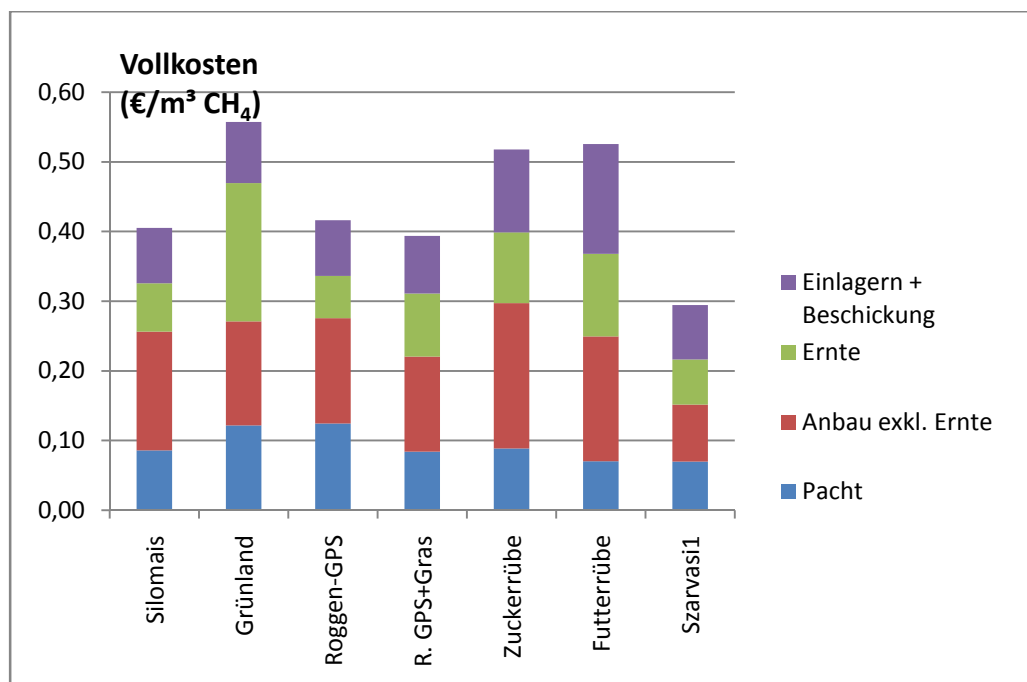


Abbildung 6: Vollkosten und Zusammensetzung jener Kosten der Anbausysteme je Nm³ Methan (Quelle: Eigene Berechnung)

Die geringen Methanerntemengen beim Grünland sind hier für die hohen Methankosten verantwortlich. Auch bei Roggen-GPS führen die vergleichsweise niedrigen Methanerträge dazu, dass die geringen Vollkosten je ha ausgeglichen werden und somit ein mit dem Mais preislich vergleichbares

Substrat produziert werden kann. Im Gegensatz dazu können hohe Gaserträge vor allem bei Futterrüben und Szarvasi1 dazu beitragen, dass die Stückkosten sinken. Bei den beiden Rübenarten sind vergleichsweise teure Einlagerungsverfahren zu erkennen.

5. Diskussion der Ergebnisse

Die Berechnungen zeigen, dass für den betrachteten Standort die Verwendung von Silomais nicht das wirtschaftlichste Anbausystem darstellt und somit ein hoher Silomaisanteil bei den verwendeten NawaRo-Substraten nicht zwangsläufig gerechtfertigt ist. Gerade Szarvasi1 stellt eine gute Alternative zu Mais dar. Bei den vorgestellten Ergebnissen muss hinsichtlich Szarvasi1 beachtet werden, dass die Ertragsdaten aus einem bislang dreijährigen Versuch in Triesdorf (Bayern) stammen. In Triesdorf ist in den Sommermonaten eine höhere Durchschnittstemperatur als im südlichen Schleswig-Holstein festzustellen, was zu höheren Erträgen führt. Im direkten Vergleich von Szarvasi1 und Mais, schneidet das ungarische Gras im jeweiligen Jahr aber auch in Triesdorf besser ab. Zudem lässt der hohe Kostenunterschied von über 25 % der Vollkosten je Nm³ Methan, Raum für Mindererträge beim Szarvasi1-Anbau in Norddeutschland. Um diesbezüglich genauere Aussagen zu treffen, müssen die Erträge des Grases an einem südlichen Geeststandort längerfristig untersucht werden. Auch zu beachten ist, dass das tiefwurzelnde Gras nicht auf drainierten Flächen angebaut werden sollte, da die langjährige Bewirtschaftung hier zu Schäden an der Entwässerungstechnik führen kann. Die Verwandtschaft von Szarvasi1 zur Quecke wird nicht als negativ angesehen. Die Art breitet sich nur langsam aus und ist nicht sehr konkurrenzbeständig. Ein unkrautartiger, invasiver Charakter ist nicht bekannt (vgl. SCHEINOST et al, 2008).

Sowohl Roggen-GPS als auch die Zweikulturnutzung, bei der nach einer Roggen-GPS-Ernte zwei Grasernten eingefahren werden können, stellen interessante Alternativen zu Silomais dar. Hier ergeben sich Stückkosten die geringfügig von denen beim Mais abweichen. Zwar sind die Frischmasseerträge für Roggen-GPS schon höher angenommen als es beim KTBL der Fall ist, potentiell sind aber noch höhere durchschnittliche Erträge denkbar, wie die

Ergebnisse des Biogas-Experts Projekts aus Hohenschulen vermuten lassen. Spätestens dies und die ebenfalls vorsichtig angenommenen Ackergraserträge, sollten zu einer zumindest teilweisen Substitution des Maises führen können. Für Anlagenbetreiber, die NawaRo nach dem EEG 2012 einsetzen oder die bei einer möglicherweise kommenden Fruchtfolgeregelung mehrere Energiepflanzen anbauen müssen, stellt Roggen-GPS, ob solo oder in Kombination, ein aus ökonomischer Sicht gutes Substrat dar.

Bei Zucker- und Futterrüben ergeben die Berechnungen, dass der Einsatz jener Energiepflanzen noch nicht ausreichend erforscht und optimiert ist. Sofern ertragreichere Rübensorten gezüchtet werden, können diese Substrate an Interesse gewinnen. Auch kostengünstigere Ernte- und Lagerungsverfahren steigern das Potential der Rüben. Nicht außer Acht zu lassen ist hingegen, dass der Einsatz von Rüben Synergieeffekte mit sich bringt. So führen laut MÄRLÄNDER et al. die stofflichen Eigenschaften dazu, dass je nach eingesetzter Menge auch die anderen Substrate besser vergären können. Die ökonomischen Ausmaße dieser Effekte sind bisweilen nicht wissenschaftlich fundiert und werden in den Berechnungen nicht berücksichtigt. Praxiserfahrungen haben gezeigt, dass der Rübenanteil nicht über 30 % der eingesetzten Masse liegen sollte.

Grünland ist mit Abstand als die am wenigsten wirtschaftliche Alternative anzusehen. Bei den angenommenen Erträgen scheint der Einsatz von Grassilage, welche auf Dauergrünlandflächen gewonnen wird, nur bedingt sinnvoll. Sofern die Grünlandflächen mitgepachtet werden müssen oder im Betrieb vorhanden sind, zum Beispiel, wenn qualitativ minderwertige dritte und vierte Schnitte nicht für die Milchviehfütterung genutzt werden sollen, kann eine Verwertung in einer Biogasanlage dennoch in Betracht gezogen werden. Letztlich entscheiden die Gärkosten und Vergütungssätze über den Einsatz. Höhere Erntemengen und somit höhere Methanerträge würden das Verwenden von Grünland attraktiver gestalten. Die Ertragsversuche des Biogas-Expert Projekts in Karkendamm zeigen, dass die angenommenen Graserträge als relativ niedrig einzuschätzen sind.

Die Entscheidung, welches Anbausystem genutzt wird und zu welchem Anteil dieses geschieht, hängt von einer Vielzahl weiterer Faktoren ab. So müssen Betriebe, die Direktzahlungen beantragen, dafür sorgen, dass Cross

Compliance Regeln eingehalten werden. Dies kann im besonderen Hinblick auf die Humusbilanz dazu führen, dass bestimmte Systeme (zB. Silomais in Monokultur) nicht unbegrenzt angebaut werden können oder bestimmte pflanzenbauliche Maßnahmen, wie Winterbegrünung oder das Ausbringen von größeren Mengen Wirtschaftsdünger, durchgeführt werden müssen. Die Auswirkung der Cross Compliance Regeln werden in dieser Arbeit nicht weiter in Betrachtung gezogen. Auch Fruchtfolgewirkungen finden keine Berücksichtigung. Durch das Einhalten bestimmter Fruchtwechsel sind Ertragssteigerungen möglich, außerdem können Unkräuter, Krankheiten sowie Schädlinge teilweise reduziert werden (vgl. FREYER, 2003).

Eine nicht unbedeutende Fragestellung beschäftigt sich mit dem Verwenden alternativer Substrate, die einem landwirtschaftlichen Betrieb zur Verfügung stehen oder von Nachbarbetrieben übernommen werden können. Besonders Getreide, Stroh und Pferdemist rücken dabei ins Interesse, da jene überregional produziert werden bzw. anfallen. Um die Wirtschaftlichkeit dieser Substrate zu untersuchen, müssen die Methanerträge je t FM errechnet werden (Tabelle A-6 im Anhang) und in einem weiteren Schritt mit dem zu substituierenden Substrat verglichen werden.

Gegenübergestellt mit Silomais, dem gängigsten -, und Szarvasi¹, dem günstigsten Anbausystem, erhält man die in Abbildung 7 dargestellten Gleichgewichtspreise pro t FM. Es gilt aus Gründen der Vergleichbarkeit zu beachten, dass die Gleichgewichtspreise für Substrate gelten, die vergärungsgerecht in die Einbringungstechnik der Biogasanlage befördert wurden. So müssen Pferdemist und Getreidestroh gehäckselt oder gemahlen werden und Getreidekorn muss gequetscht oder gemahlen werden, bevor es mit einem Radlader o. ä. in den Dosierer befördert werden kann. Pferde mit gehäckseltem Stroh einzustreuen und den daraus entstehenden Mist zu verfüttern stellt eine weitere Möglichkeit dar. Dies sollte aber nur in geringen Mengen durchgeführt werden, da nach dem Einstreuen langes Heu aus der Pferdefütterung, sowie andere Fremdstoffe in den Mist gelangen und zu Problemen in der Biogasanlage führen können. Um herauszufinden, welcher Preis beim Einkauf der drei Alternativsubstrate bezahlt werden kann, müssen die dabei anfallenden Verarbeitungskosten von den Gleichgewichtspreisen subtrahiert werden.

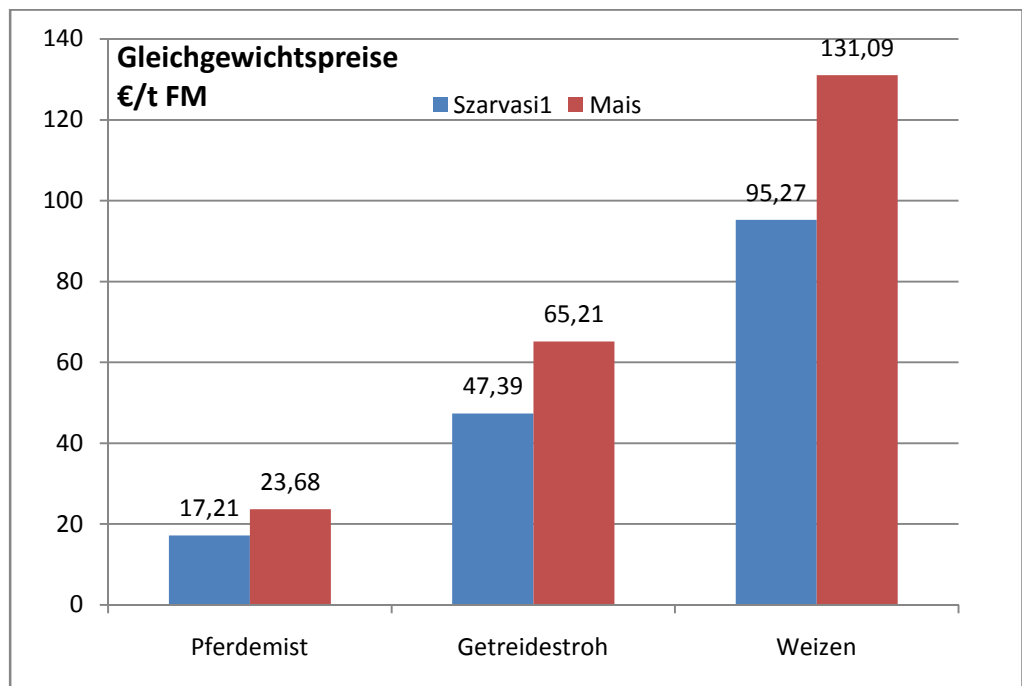


Abbildung 7: Gleichgewichtspreise für alternative Substrate (Quelle: Eigene Darstellung)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Mais als Anbausystem nicht unbedingt das wirtschaftlichste Substrat auf einem Geeststandort im südlichen Schleswig-Holstein liefert. Roggen-GPS in Ein- und Zweikulturnutzung, sowie Szarvasi1, welches noch weiter untersucht werden muss, beweisen sich als Alternativen. Um genaue Anbauempfehlungen geben zu können, müssen aber mehrere weitere, nicht einkalkulierte Aspekte des Anbaus, wie zB. Synergieeffekte von Substraten, mit betrachtet werden.

Anhang

Tabelle A-1: Betriebsmittel, Lohn, Ansätze und Beiträge

Kennzahl	Preis
Diesel	0,91 €/l
Öl	2,00 €/l
Wasser	2,50 €/m ³
Fixe Lohnkosten	15,00 €/h
Pachtansatz Ackerland	400,00 €/ha
Pachtansatz Grünland	300,00 €/ha
Zinsansatz	0,04 €/€
Berufsgenossenschaft	4,36 €/BER

Quelle: Eigene Darstellung teilweise nach KTBL 2010b

Tabelle A-2: Berechnungseinheiten der Berufsgenossenschaft

	Mähdrusch	Zuckerrübe	Hackfrucht	Feldfutter	Grünland
BER	0,935	1,540	3,630	1,430	1,331

Quelle: Eigene Darstellung nach LSV 2009

Tabelle A-3: Düngerpreise

Dünger	Nährstoffanteile (%)			Preis
	N	P ₂ O ₂	K ₂ O	
Kalk				50,00 €/t
KAS	27			210,00 €/t
PK 12-24		12	24	150,00 €/t
PK 16-16		16	16	160,00 €/t
Kornkali			40	220,00 €/t
Gärs substrat	54	25	54	0,00 €/m ³

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012a

Tabelle A-4: Berechnung der Düngemengen bei Roggen-GPS

	Düngung (25 t FM/ha)				Düngung (35 t FM/ha)			
	Menge	N	P2O2	K2O	Menge	N	P2O2	K2O
Soll		97,20	49,00	102,00	1,4	136,08	68,60	142,80
PK 12-24	200 kg/ha	0,00	24,00	48,00	260 kg/ha	0,00	31,20	62,40
KAS	160 kg/ha	43,20	0,00	0,00	200 kg/ha	54,00	0,00	0,00
Gär-substrat	10 m ³ /ha	54,00	25,00	54,00	15 m ³ /ha	81,00	37,50	81,00
Gesamt		97,20	49,00	102,00		135,00	68,70	143,40

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-5: Berechnung der Methanerträge pro Hektar bei Mais, Grünland, GPS-Roggen, GPS-Roggen + Ackergras, Zuckerrübe, Futterrübe, Szarvasi

Anbau system	FM	TM	oTM		Biogas		Methan		
	t/ha	% FM	t/ha	% TM	t/ha	Nm ³ /t oTM	Nm ³ /ha	% Biogas	Nm ³ /ha
M	44	33	14,5	95	13,8	650	8966	52	4662
G	24,6	35	8,6	90	7,7	600	4649	53	2464
GPS	30,8	32,5	10,0	95	9,5	615	5848	55	3217
AG	15,4	35	5,4	90	4,9	600	2911	53	1543
GPS + AG	46,2		15,4		14,4		8759		4759
ZR	60	23	13,8	90	12,4	700	8694	52	4521
FR	100	18	18,0	90,3	16,3	684	11118	51,1	5681
S1	54	32	17,3	95	16,4	673	11048	52	5745

Quelle: Eigene Berechnung nach FNR 2006, KTBL 2010, LfL 2004, LLA 2011

Tabelle A-6: Berechnung von Methanerträgen pro Tonne Frischmasse bei Weizenkorn, Pferdeäpfeln und Getreidestroh

	FM	TM	oTM		Biogas		Methan		
	t	% FM	t	% TM	t	Nm ³ /t oTM	Nm ³	% Biogas	Nm ³
WK	1	87	0,87	98	0,85	730	622,4	52	323,6
PÄ	1	27,2	0,27	84,2	0,23	491	112,5	52	58,5
GS	1	86	0,86	90	0,77	400	309,6	52	161,0

Quelle: Eigene Berechnung nach KTBL 2010a

Tabelle A-7: Kostenberechnung Mais

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Hybrid-Saatgut	2,20 U/ha	91,20 €/U	200,64 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
KAS	400 kg/ha	0,21 €/kg	84,00 €/ha
Gärsubstrat	20 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 12-24	500 kg/ha	0,15 €/kg	75,00 €/ha
Herbizide			67,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,6 m ³ /ha	2,50 €/m ³	1,50 €/ha
Var. Maschinenkosten			298,53 €/ha
Fixe Maschinenkosten			482,70 €/ha
Summe Sachkosten			1.259,37 €/ha
Fixe Lohnkosten	14,03 AKh/ha	15,00 €/Akh	210,44 €/ha
Summe Personalkosten			210,44 €/ha
Zinsansatz (0,25)	196,09 €/ha	0,04 €/€	7,84 €/ha
Pachtansatz			400 €/ha
Summe Kapitalkosten			407,84 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Hagelversicherung	1.200,00 €/ha	0,00376 €/€	4,51 €/ha
Berufsgenossenschaft			6,23 €/ha
Summe sonstige Kosten			10,75 €/ha
Gesamtkosten			1.888,43 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-8: Arbeitsverfahren Mais

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeitszeitbedarf h/ha	Maschinenkosten	
				Fix €/ha	Var. €/ha
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	500 kg	0,23	2,99	2,88
Pflügen mit Drehpflug	1		1,08	21,11	33,98
Gärrest ausbringen, ab Hof	1	20 m ³	0,96	19,36	29,06
Eggen mit Kreiselegge	1		0,68	9,78	17,93
Einzelkornsaat von Mais	1	2,2 U	0,32	25,64	12,44
Pflanzenschutzmaßnahme ab Hof	2	300 l	0,40	12,44	7,40
Unkrautbonitur	1		0,12	0,84	0,20
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	400 kg	0,19	2,50	2,47
Silomais häckseln mit Selbstfahrer	1	50 t	4,48	151,37	103,12
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	50 t	2,93	171,21	40,91
Kalk ab Feld streuen	0,33	3 t	0,06	2,95	1,47
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	1		0,35	13,51	15,13
Substrattransport zur BGA	1	44 t	2,20	48,81	31,34
Summe			14,03	482,70	298,53

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-9: Kostenberechnung Grünland

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Hybrid-Saatgut	6 kg/ha	2,10 €/kg	12,60 €/ha
Kornkali	180 kg/ha	0,22 €/kg	39,60 €/ha
KAS	620 kg/ha	0,21 €/kg	130,20 €/ha
Gärsubstrat	20 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 12-24	400 kg/ha	0,15 €/kg	60,00 €/ha
Var. Maschinenkosten			260,53 €/ha
Fixe Maschinenkosten			356,17 €/ha
Summe Sachkosten			859,10 €/ha
Fixe Lohnkosten	13,53 AKh/ha	15,00 €/Akh	202,97 €/ha
Summe Personalkosten			202,97 €/ha
Zinsansatz (0,25)	127,72 €/ha	0,04 €/€	5,11 €/ha
Pachtansatz			300 €/ha
Summe Kapitalkosten			305,11 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Berufsgenossenschaft			5,80 €/ha
Summe sonstige Kosten			5,80 €/ha
Gesamtkosten			1.372,96 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-10: Arbeitsverfahren Grünland

Arbeitsvorgang	Häu- fig- keit	Menge .../ha	Arbeits- zeit- bedarf h/ha	Maschinenkosten	
				Fix €/ha	Var. €/ha
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	20 m ³	0,76	16,82	25,56
Kornkali ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	180 kg	0,15	1,59	1,96
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	400 kg	0,19	2,45	2,48
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	240 kg	0,16	1,84	2,11
Striegeln von Grünland	0,25		0,05	1,01	1,32
Übersaat von Gras, pneumatisch mit Striegel	0,75	3 kg	0,26	4,79	4,35
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	18 t	0,36	5,55	8,39
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,25	2,76	5,64
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,27	4,94	6,93
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	8,6 t	1,42	36,80	24,92
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	8,6 t	0,55	32,39	7,74
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	220 kg	0,15	1,77	2,07
Nachsaat von Gras, Grasnachsämaschine	0,25	15 kg	0,24	3,13	4,05
Walzen Grünland	0,25		0,12	1,41	1,66
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	16 t	0,36	5,55	8,29
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,25	2,76	5,64
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,27	4,94	6,93
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	7,6 t	1,42	35,54	23,41
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	7,6 t	0,49	28,63	6,84
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	160 kg	0,11	1,43	1,65
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	12 t	0,36	5,55	8,07
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,25	2,76	5,64
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,27	4,94	6,93
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	5,7 t	1,01	33,13	20,60
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	5,7 t	0,37	21,47	5,13
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	10 t	0,36	5,55	7,95
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,25	2,76	5,64
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,27	4,94	6,93
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	4,8 t	1,01	31,99	19,26
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	4,8 t	0,31	18,08	4,32
Substrattransport zur BGA	1	24,6 t	1,21	28,68	17,91
Summe			13,53	356,17	260,53

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-11: Kostenberechnung Roggen-GPS

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Z-Saatgut	100 kg/ha	0,39 €/kg	39,00 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
KAS	200 kg/ha	0,21 €/kg	42,00 €/ha
Gärsubstrat	15 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 12-24	260 kg/ha	0,15 €/kg	39,00 €/ha
Herbizide			32,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,3 m ³ /ha	2,50 €/m ³	0,75 €/ha
Var. Maschinenkosten			244,71 €/ha
Fixe Maschinenkosten			319,28 €/ha
Summe Sachkosten			766,74 €/ha
Fixe Lohnkosten	10,65 AKh/ha	15,00 €/Akh	159,76 €/ha
Summe Personalkosten			159,76 €/ha
Zinsansatz (0,25)	114,20 €/ha	0,04 €/€	4,57 €/ha
Pachtansatz			400,00 €/ha
Summe Kapitalkosten			404,57 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Hagelversicherung	900,00 €/ha	0,00418 €/€	3,76 €/ha
Berufsgenossenschaft			4,08 €/ha
Summe sonstige Kosten			7,84 €/ha
Gesamtkosten			1338,89 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-12: Arbeitsverfahren Roggen-GPS

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeitszeitbedarf h/ha	Maschinenkosten	
				Fix €/ha	Var. €/ha
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	260 kg	0,15	1,84	1,99
Pflügen mit Drehpflug	1		1,08	21,11	33,98
Saatguttransport	1	100 kg	0,16	0,64	1,19
Säen von Roggen, Kreiselegge und Sämaschine	1	100 kg	0,93	21,68	33,85
Unkrautbonitur	1		0,12	0,84	0,20
Pflanzenschutzmaßnahme ab Hof	1	300 l	0,20	6,22	3,70
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	15 m ³	0,76	15,01	22,73
Bestandesbonitur	1		0,11	0,56	0,11
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	200 kg	0,14	1,55	1,78
GPS Ernte	1	35 t	2,97	80,14	69,84
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	35 t	2,05	119,85	28,63
Kalk ab Feld streuen	0,33	3 t	0,06	2,95	1,47
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	1		0,35	13,51	23,36
Substrattransport zur BGA	1	30,8 T	1,54	33,18	21,67
Summe			10,65	319,28	244,71

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-13: Kostenberechnung Roggen-GPS mit Ackergras

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Z-Saatgut (Roggen)	100 kg/ha	0,39 €/kg	39,00 €/ha
KAS (Roggen)	200 kg/ha	0,21 €/kg	42,00 €/ha
Gärsubstrat (Roggen)	15 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 12-24 (Roggen)	260 kg/ha	0,15 €/kg	39,00 €/ha
Herbizide (Roggen)			32,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,3 m ³ /ha	2,50 €/m ³	0,75 €/ha
Hybrid-Saatgut (Gras)	20 kg/ha	2,10 €/kg	42,00 €/ha
KAS (Gras)	200 kg/ha	0,21 €/kg	42,00 €/ha
Gärsubstrat (Gras)	20 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
Var. Maschinenkosten			386,90 €/ha
Fixe Maschinenkosten			514,74 €/ha
Summe Sachkosten			1188,39 €/ha
Fixe Lohnkosten	18,00 AKh/ha	15,00 €/Akh	269,95 €/ha
Summe Personalkosten			269,95 €/ha
Zinsansatz (0,25)	170,75 €/ha	0,04 €/€	6,83 €/ha
Pachtansatz			400,00 €/ha
Summe Kapitalkosten			406,83 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Hagelversicherung (Roggen)	900,00 €/ha	0,00418 €/€	3,76 €/ha
Berufsgenossenschaft			4,08 €/ha
Summe sonstige Kosten			7,84 €/ha
Gesamtkosten			1872,99 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-14: Arbeitsverfahren Roggen-GPS mit Ackergras

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeitszeitbedarf h/ha	Maschinenkosten	
				Fix €/ha	Var. €/ha
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	260 kg	0,15	1,84	1,99
Pflügen mit Drehpflug	1		1,08	21,11	33,98
Saatguttransport	1	100 kg	0,16	0,64	1,19
Säen von Roggen, Kreiselegge und Sämaschine	1	100 kg	0,93	21,68	33,85
Unkrautbonitur	1		0,12	0,84	0,20
Pflanzenschuttmaßnahme ab Hof	1	300 l	0,20	6,22	3,70
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	15 m ³	0,76	15,01	22,73
Bestandesbonitur	1		0,11	0,56	0,11
KAS + Grassaat ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	220 kg	0,14	1,66	1,86
GPS Ernte	1	35 t	2,97	80,14	69,84
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	35 t	2,05	119,85	28,63
Substrattransport zur BGA	1	30,8 t	1,54	33,18	21,67
Walzen	1		0,40	5,23	5,91
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	20 m ³	0,96	19,36	29,06
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	17,5 t	0,31	5,10	7,63
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,22	2,60	5,39
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,22	4,65	6,47
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	8,3 t	1,25	31,83	24,18
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	8,35 t	0,54	31,45	7,52
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	200 kg	0,14	1,55	1,78
Mähen mit Rotationsmähwerk	1	17,5 t	0,31	5,10	7,63
Wenden mit Kreiselzettwender	1		0,22	2,60	5,39
Schwaden mit Zweikreiselseitenschwader	1		0,22	4,65	6,47
Anwelkgut bergen mit Feldhäcksler	1	8,3 t	1,25	31,83	24,18
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	8,35 t	0,54	31,45	7,52
Kalk ab Feld streuen	0,3	3 t	0,06	2,95	1,47
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	1		0,35	13,51	15,13
Substrattransport zur BGA	1	15,4 t	0,77	17,95	11,20
Summe			18,00	514,74	386,90

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-15: Kostenberechnung Zuckerrüben

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Z-Saatgut	1,11 U/ha	202,80 €/U	225,11 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
KAS	400 kg/ha	0,21 €/kg	84,00 €/ha
PK 12-24	600 kg/ha	0,15 €/kg	90,00 €/ha
Herbizide			189,00 €/ha
Fungizide			27,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,9 m ³ /ha	2,50 €/m ³	2,25 €/ha
Variable Maschinenkosten			307,99 €/ha
Fixe Maschinenkosten			667,68 €/ha
Summe Sachkosten			1643,03 €/ha
Fixe Lohnkosten	7,83 AKh/ha	15,00 €/Akh	117,45 €/ha
Summe Personalkosten			117,45 €/ha
Zinsansatz (0,25)	286,55 €/ha	0,04 €/€	11,46 €/ha
Pachtansatz			400,00 €/ha
Summe Kapitalkosten			411,46 €/ha
Dienstleistungen			156,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			156,00 €/ha
Hagelversicherung	1350,00 €/ha	0,00418 €/€	5,64 €/ha
Berufsgenossenschaft			6,71 €/ha
Summe sonstige Kosten			12,63 €/ha
Gesamtkosten			2340,27 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-16: Arbeitsverfahren Zuckerrüben

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeits- zeit- bedarf h/ha	Maschinenkosten		Dienstleis- tung
				Fix €/ha	Var. €/ha	
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19	0,00
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	600 kg	0,26	3,45	3,23	0,00
Pflügen mit Drehpflug	1		1,08	21,11	33,98	0,00
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	400 kg	0,19	2,50	2,47	0,00
Eggen mit Kreiselegge	1		0,68	9,78	17,28	0,00
Einzelkornsaat von Rüben	1	1,11 U	0,51	25,64	12,44	0,00
Unkrautbonitur	1		0,12	0,84	0,20	0,00
Pflanzenschutzmaßnahme ab Hof	3	300 l	0,60	18,66	11,10	0,00
Bestandesbonitur	1		0,11	0,56	0,11	0,00
Zuckerrüben roden	1	60 t	1,52	155,43	135,89	0,00
Zuckerrüben aus Miete laden	1	60 t	0,25	15,80	19,03	0,00
Zuckerrüben transportieren	1	60 t	1,32	49,25	35,96	0,00
Zuckerrüben zerkleinern und Vermusen	1	60 t	0,00	0,00	0,00	156
Lagerung von Zuckerrüben incl. Baukosten	1	60 t	0,75	348,00	19,50	0,00
Kalk ab Feld streuen	0,3					
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	3	3 t	0,06	2,95	1,47	0,00
Summe			7,83	667,68	307,99	156

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-17: Kostenberechnung Futterrüben

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Z-Saatgut	2,2 U/ha	99,00 €/U	217,80 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
Kornkali	500 kg/ha	0,22 €/t	110,00 €/ha
KAS	240 kg/ha	0,21 €/kg	50,40 €/ha
Gärsubstrat	15 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
PK 16-16	300 kg/ha	0,16 €/kg	48,00 €/ha
Herbizide			179,00 €/ha
Fungizide			14,00 €/ha
Wasser (Pflanzenschutz)	0,9 m ³ /ha	2,50 €/m ³	2,25 €/ha
Var. Maschinenkosten			436,10 €/ha
Fixe Maschinenkosten			1020,22 €/ha
Summe Sachkosten			2127,77 €/ha
Fixe Lohnkosten	10,81 AKh/ha	15,00 €/Akh	162,15 €/ha
Summe Personalkosten			162,15 €/ha
Zinsansatz (0,25)	348,77 €/ha	0,04 €/€	13,95 €/ha
Pachtansatz			400,00 €/ha
Summe Kapitalkosten			413,95 €/ha
Dienstleistungen			260,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			260,00 €/ha
Hagelversicherung	1400,00 €/ha	0,00418 €/€	5,85 €/ha
Berufsgenossenschaft			15,83 €/ha
Summe sonstige Kosten			21,68 €/ha
Gesamtkosten			2985,49 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-18: Arbeitsverfahren Futterrüben

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeits- zeit- bedarf h/ha	Maschinenkosten		Dienstleis- tung
				Fix €/ha	Var. €/ha	
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,17	0,00
Kornkali ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	500 kg	0,23	2,99	2,88	0,00
PK-Dünger ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	300 kg	0,16	2,01	2,13	0,00
Pflügen mit Drehpflug	1		1,08	21,11	33,98	0,00
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	15 m ³	0,76	15,01	22,73	0,00
Eggen mit Kreiselegge	1		0,68	9,78	17,28	0,00
Einzelkornsaat von Rüben	1	2,2 U	0,51	29,51	15,30	0,00
Unkrautbonitur	1		0,12	0,84	0,20	0,00
Pflanzenschutzmaßnahme ab Hof	3		0,60	18,66	11,10	0,00
KAS ausbringen, loser Dünger	1	240 kg	0,15	1,76	1,92	0,00
Bestandesbonitur	1		0,11	0,56	0,11	0,00
Futterrüben roden	1	100 t	2,09	212,91	187,40	0,00
Futterrüben aus Miete laden	1	100 t	0,42	26,33	31,84	0,00
Futterrüben transportieren	1	100 t	2,21	82,09	59,94	0,00
Futterrüben zerkleinern und Vermusen	1	100 t	0,00	0,00	0,00	260
Lagerung von Futterrüben incl. Baukosten	1	100 t	1,25	580,00	32,50	0,00
Kalk ab Feld streuen	0,3	3 t	0,06	2,95	1,47	0,00
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	1		0,35	13,51	15,13	0,00
Summe			10,81	1020,22	436,10	260

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b

Tabelle A-19: Kostenberechnung Szarvasi

Kostenart	Menge	Preis	Betrag
Hybrid-Saatgut (0,2)	4,5 kg/ha	18,50 €/kg	83,25 €/ha
Kalk	1 t/ha	50,00 €/t	50,00 €/ha
KAS	270 kg/ha	0,21 €/kg	56,70 €/ha
Kornkali	400 kg/ha	0,22 €/kg	88,00 €/ha
Gärsubstrat	17 m ³ /ha	0,00 €/m ³	0,00 €/ha
Var. Maschinenkosten			301,26 €/ha
Fixe Maschinenkosten			473,54 €/ha
Summe Sachkosten			1052,75 €/ha
Fixe Lohnkosten	14,85 AKh/ha	15,00 €/Akh	222,69 €/ha
Summe Personalkosten			222,69 €/ha
Zinsansatz (0,25)	146,49 €/ha	0,04 €/€	5,86 €/ha
Pachtansatz			400,00 €/ha
Summe Kapitalkosten			405,86 €/ha
Dienstleistungen			0,00 €/ha
Summe Dienstleistungen			0,00 €/ha
Hagelversicherung	850,00 €/ha	0,00418 €/€	3,55 €/ha
Berufsgenossenschaft			6,23 €/ha
Summe sonstige Kosten			9,79 €/ha
Gesamtkosten			1691,11 €/ha

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle A-20: Arbeitsverfahren Szarvasi

Arbeitsvorgang	Häufigkeit	Menge .../ha	Arbeitszeit- bedarf h/ha	Maschinenkosten	
				Fix €/ha	Var. €/ha
Bodenprobe	0,2		0,03	0,21	0,19
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	0,2	10 m ³	0,11	2,14	3,28
Pflügen mit Drehpflug	0,2		1,08	21,11	33,98
Säen von Grassamen mit Kreiselegge, Sämaschine	0,2	22,5 kg	0,18	4,30	6,73
Walzen	0,2		0,08	1,04	1,18
Unkrautbonitur	0,2		0,02	0,17	0,04
Pflanzenschutzmaßnahme - Schröpfschnitt	0,2		0,11	3,42	3,45
Kornkali ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	400 kg	0,19	2,50	2,47
Szarvasi1 Ernte	1	40 t	3,60	88,92	81,34
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	40 t	2,34	136,97	32,73
Gärrest ausbringen, ab Hof mit Pumptankwagen	1	15 m ³	0,76	15,01	22,73
Szarvasi1 Ernte	1	20 t	2,19	61,55	51,92
Silo reinigen und mit Folie verschließen	1	20 t	1,17	68,48	16,36
KAS ausbringen, ab Hof, loser Dünger	1	270 kg	0,16	1,89	2,02
Kalk streuen, ab Feld	0,2	5 t	0,05	2,88	1,23
Eggen mit Kurzscheibenegge, schräg (30°)	0,2		0,07	2,70	3,03
Substrattransport zur BGA	1	54 t	2,70	60,24	38,57
Summe			14,85	473,54	301,26

Quelle: Eigene Darstellung nach KTBL 2012b, LLA 2011

ungarisches Energiegras

SZARVASI 1

Agropyron elongatum

Mehrfähriges Riesen-Weizengras für Energiepflanzenanbau

Saatbeet:	unkrautfreies, feinkrümeliges Saatbeet, Saattiefe ca. 1-2 cm, Saatbeet nach Aussaat anwalzen (Bodenschluss erzeugen)
Saatstärke:	Frühjahrsaussaat 30 kg/ha (Spätfröste beachten) Spätsommersaat 20-25 kg/ha (beste Aussaatzeit)
Düngung:	ca. 60 kg N zur Etablierung, anschließend zu jedem Aufwuchs 60-90 kg N/ha jeweils nach Ernte (wie bei Grünland) organische Düngung ausreichend Düngung von Schwefel und Kalium (250 kg K ₂ O/ha pro Jahr) für hohe Erträge wichtig
Pflanzenschutz:	Herbizidmaßnahme im Ansaatjahr empfehlenswert; Flächenbekämpfung vor Aussaat oder vor Auflauf; Wartezeiten beachten; nach Auflauf: kein Pflanzenschutz vor 4-Blatt-Stadium, Wuchsstoffe, M-Mittel, Basagran möglich, kein 24D Ausnahme nach § 18b notwendig
Ernte:	im Frühsommer und Herbst bei voller Rispe mit etwa 28-32% TS direkt aus Stand häckselbar
Nutzung:	Ackergras bis zu 5 Jahre (Ackerstatus!) Dauergrünland bis zu 10 Jahre
Abpackung:	25 kg
Allgemeines:	schwierige Jugendentwicklung empfindlich gegen Konkurrenz (evtl. Schröpfschnitt) empfindlich gegen Spätfröste im Jugendstadium (bis 3-Blatt), später sehr frosthart

Abbildung A-1: Anbauanleitung Szarvasi, Quelle: BSV 2012

Literaturverzeichnis

Bayrische Futtersaatbau GmbH (2012): Anbautelegramm Szarvasi1

Internet: <http://bsv-saaten.de/fileadmin/images/landgreen/landwirtschaft/EnergiegrasSzarvasi.pdf> Abruf: 15.04.2012

Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2004): Biogasausbeuten verschiedener Substrate

Internet: http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225/?sel_list=20%2Cb&search=r%FC%be&pos=middle&button=Suchen, Abruf: 09.04.2012

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

(2012): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG)

Internet: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf, Abruf: 16.04.2012

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz (2011): Agrardieselvergütung

Internet: <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Landwirtschaft/Foerderung/Beihilfen/Agrardiesel.html>, Abruf: 09.04.2012

Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL)

(2012): Dieselpreis-Information (Großverbraucher) Stand Dezember 2011, Abruf 20.01.201

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2006): Biogasgewinnung und –nutzung

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2011)a: Bestandesentwicklung von Biogasanlagen

Internet: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/entwicklung-biogasanlagen.html>, Abruf: 08.04.2012

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2011)b: Massebezogener Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen
Internet: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/massebezogener-substrateinsatz-nachwachsender-rohstoffe-in-biogasanlagen.html>, Abruf: 08.04.2012

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. 1. Auflage, Stuttgart: Ulmer

HERRMANN, A.(2011): Maisfruchtfolgen als Alternative zu Maismonokultur

KTBL (2010): Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. 2. Auflage, Darmstadt: KTBL

KTBL (2010): Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11. 22. Auflage, Darmstadt: KTBL

KTBL (2012)a: Kostenrechner-Energiepflanze
Internet: <http://daten.ktbl.de/energy/>, Abruf: 16.03.2012

KTBL (2012)b: Feldarbeitsrechner
Internet: <http://www.ktbl.de/index.php?id=806>, Abruf:16.03.2012

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2009): Quer durch Schleswig Holstein: Unsere Böden

Landwirtschaftliche Lehr- und Versuchsanstalt (LLA) Triesdorf (2011): Energiepflanzenversuch
Internet: http://www.triesdorf.de/attachments/955_Energiepflanzenversuch.pdf,
Abruf: 16.03. 2012

Landwirtschaftliche Sozialversicherung Schleswig Holstein und Hamburg (LSV) (2009): Satzung: §44 Abschätzung und Grundwert

MÄRLÄNDER et al. (2010): Biomasse Rüben

Internet: http://stactitipo3.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_363.pdf, Abruf: 20.03.2012

OLFERT, K. (2010): Kostenrechnung. 1. Auflage, Herne: Kiehl

QUAKERNACK, R. et al. (2011): Ammonia volatilization and yield response of energy crops after fertilization with biogas residues in a coastal marsh of Northern Germany

RADTKE, R. (1993): Rechnungswesen : Buchführung und Bilanz in der Land- und Forstwirtschaft. 3. Auflage, Wiesbaden: Forkel

REUSS, D. (2011): Ökonomische Bewertung: Biogassubstrate in Hauptfruchtstellung

Internet: http://www.evaverbund.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Themen/Oekonomie/Grundlegende_Fragen/HF_Substrate.pdf, Abruf: 08.04.2012

SCHEINOST, P. et al (2008): USDA NRSC Plant Guide – Tall Wheatgrass

Internet: http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_thpo7.pdf, Abruf: 02.05.12

SCHLICHTING, E. (1960): Typische Böden Schleswig Holsteins. Kiel

SCHMIDT, A. (2011): Kostenrechnung : Grundlagen der Vollkosten-, Deckungsbeitrags- und Plankostenrechnung sowie des Kostenmanagements. 6. Auflage, Stuttgart: Kohlhammer

SEIDEL, A. (2011): Ertragsbildung und N-Bedarf von GPS-Getreide an einem Lehmstandort Schleswig-Holsteins

STRAUB, CH. et al. (2009): Entwicklung und Vergleich standortangepasster Produktionssysteme für Energiepflanzen

Internet: http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_37628.pdf, Abruf: 08.04.2012

STÜLPNAGEL, R. (2009): Versuchsergebnisse eines Sandstandortes in Nord-West – Niedersachsen

Internet: <http://www.eva-verbund.de/regionen/futterbau-veredlungs-region/versuchsergebnisse/zweikulturnutzung.html>, Abruf: 08.04.2012

WIENFORTH, B. (2010): Cropping systems for biomethane production: a simulation based analysis of yield, yield potential and resource use efficiency

WILKEN, F. und BENKE, M. (2011)a: Versuchsergebnisse vom Standort Werlte

Internet: <http://www.eva-verbund.de/regionen/futterbau-veredlungs-region/versuchsergebnisse.html>, Abruf: 08.04.2012

WILKEN, F. und BENKE, M. (2011)b: Überblick über die Ergebnisse des Fruchtfolgeversuchs am Standort Werlte

Internet: <http://www.eva-verbund.de/regionen/futterbau-veredlungs-region/versuchsergebnisse/fruchtfolgen.html>, Abruf: 08.04.2012

Kurzinterviews

ALBRECHT, E.: Persönliche Auskunft am 12.04.2012

GEIBENDÖRFER, H.: Persönliche Auskünfte am 15.03 und am 12.04.2012

WIENFORTH, B.: Persönliche Auskunft am 10.04.2012

Erklärung zur Erstellung der Bachelorarbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Die eingereichte schriftliche Fassung der Arbeit entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium.

Weiterhin versichere ich, dass diese Arbeit noch nicht als Abschlussarbeit an anderer Stelle vorgelegen hat.

Kiel, den 04.06.2012