

**Sonderheft 366**  
*Special Issue*

**Entwicklung eines betriebswirtschaftlichen  
Ansatzes zur Ex-ante-Analyse von Agrar-  
strukturwirkungen der BiogASFörderung**

– angewendet am Beispiel des EEG  
2009 in Niedersachsen

Thomas de Witte

**Bibliografische Information  
der Deutschen Bibliothek**

*Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese  
Publikation in der Deutschen Nationalbiblio-  
grafie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über <http://www.d-nb.de/>  
abrufbar.*



**2012**

**Landbauforschung**  
***vTI Agriculture and  
Forestry Research***

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesforschungsinstitut für  
Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI)  
Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig,  
Germany

Die Verantwortung für die Inhalte liegt  
bei den jeweiligen Verfassern bzw.  
Verfasserinnen.

[landbauforschung@vti.bund.de](mailto:landbauforschung@vti.bund.de)  
[www.vti.bund.de](http://www.vti.bund.de)

**Preis 16 €**

**ISSN 0376-0723**  
**ISBN 978-3-86576-098-2**

**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 366**  
*Special Issue*

**Entwicklung eines betriebswirtschaftlichen  
Ansatzes zur Ex-ante-Analyse von Agrar-  
strukturwirkungen der Biogasförderung**

– angewendet am Beispiel des EEG  
2009 in Niedersachsen

Thomas de Witte

Johann Heinrich von Thünen-Institut,  
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei  
Institut für Betriebswirtschaft  
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig





## **Danksagung**

Diese Arbeit ist während meiner Tätigkeit am Institut für Betriebswirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts in Braunschweig entstanden. Ich habe vor fünf Jahren nicht erwartet, dass der Weg so lang und schwierig sein würde. Umso glücklicher bin ich darüber, mich an dieser Stelle bei den Menschen bedanken zu können, die mich auf diesem Weg unterstützt haben.

Mein Doktorvater, Herr Prof. Dr. Folkhard Isermeyer, hat mir beigebracht, die notwendige Distanz zu meinen Ergebnissen zu wahren und meine Schlussfolgerungen immer wieder kritisch zu hinterfragen. Auch wenn dies oftmals ein schmerzlicher Lernprozess war, bin ich ihm hierfür sehr dankbar. Weiterhin danke ich ihm für das entgegengebrachte Vertrauen und die Unterstützung während der gesamten Zeit. Herrn Prof. Dr. Ludwig Theuvsen danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Einen ganz besonderen Anteil am Gelingen dieser Arbeit hat Herr Dr. Yelto Zimmer, dessen Bürotür für mich immer offen stand. Er hat in zahlreichen Fachdiskussionen meinen Blick für das „Wesentliche“ geschärft und stand mir stets beratend zur Seite. In schwierigen Phasen hat er mich durch persönliche Gespräche immer wieder motiviert. Unvergessen bleiben seine Worte „Alles wird gut, Thomas!“.

Den Landwirten und landwirtschaftlichen Beratern danke ich für das entgegengebrachte Vertrauen. Trotz der zunehmenden öffentlichen Kritik an der Biogasförderung haben sie offen mit mir diskutiert. Auf Grundlage dieser Diskussionen konnte ich viele Wirkungszusammenhänge zwischen der Biogasförderung und der klassischen landwirtschaftlichen Produktion verstehen.

Weiterhin bedanke ich mich bei den Kollegen am Institut für Betriebswirtschaft und am Institut für Ländliche Räume für die bereitgestellten Daten und zahlreichen Anregungen. Frau Dr. Hiltrud Nieberg, der Leiterin des Instituts für Betriebswirtschaft, danke ich für den erhaltenen Freiraum. Bei der Formatierung haben mich Frau Gillner und Frau Prüße unterstützt und im Endspurt starke Nerven bewiesen. Für das Korrekturlesen und seine Anmerkungen danke ich Stefan Ellsiepen. Wichtige Kreativpausen mit dem besten Kaffee und offenen Ohren habe ich Janina Krug zu verdanken. In Tanja Möllmann hatte ich einen wichtigen Ratgeber in allen Lebenslagen.

Neben den genannten Wissenschaftlern und Fachleuten waren vor allem Freunde notwendig, um diese Arbeit abzuschließen. Sie haben mir immer wieder Rückhalt und Motivation gegeben. Besonders danke ich Dietrich, Wiebke und Micha sowie Daniel und Judith für wertvolle Gespräche.

Mein tiefster Dank gilt vor allem meiner Familie: Meinen Eltern, die den Grundstein dieser Arbeit gelegt haben, indem sie meine Ausbildung uneingeschränkt gefördert und mich immer liebevoll unterstützt haben. Meinen Geschwistern, die immer an mich geglaubt und mich auf meinem Weg bestärkt haben. Meinen Schwiegereltern, die an vielen Wochenenden unseren Sohn betreut haben. Meiner Frau Sabine und meinem Sohn Joost für ihre Liebe. Sie mussten auf viele gemeinsame Stunden verzichten. Ihnen widme ich diese Arbeit.

Braunschweig, 20.11.2012



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Vorgehensweise	2
<b>2</b>	<b>Hintergründe und Methoden zur Erfassung agrarstruktureller Wirkungen der Biogasförderung</b>	<b>5</b>
2.1	Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen und des Anlagenbestandes	5
2.1.1	Rechtsvorschriften der Biogaserzeugung	5
2.1.2	Entwicklung des Anlagenbestandes und der Stromproduktion aus Biogas	8
2.2	Stand der Forschung zur agrarstrukturellen Wirkung der Biogasförderung	13
2.2.1	Agrarstrukturwirkungen: Definition und Informationsbedarf	13
2.2.2	Ex-post-Analysen mit statistischen Daten	16
2.2.2.1	Verfügbare statistische Datenquellen	16
2.2.2.2	Bisherige Ergebnisse statistischer Ex-post-Analysen	19
2.2.2.3	Eigene Ex-post-Analyse zum regionalen Entwicklungsmuster der Biogaserzeugung	21
2.2.3	Ex-ante-Modellierung der bundesweiten Biogaserzeugung	28
2.2.3.1	Das Modell RAUMIS im Überblick	28
2.2.3.2	Ex-ante-Modellierungsergebnisse zum Energiemaisanbau mit RAUMIS	32
2.2.4	Ex-ante-Analysen zur Strukturwirkung der Biogasförderung mit einzelbetrieblichen Ansätzen	35
2.3	Entwicklung des eigenen Ansatzes	36
2.3.1	Der Ansatz im Überblick	36
2.3.2	Auswahl der Untersuchungsregionen in Niedersachsen	38
2.3.3	Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit	45
2.3.3.1	Datenbasis und Kalkulationsmethoden	45
2.3.3.2	Annahmen für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit	49
2.3.4	Fallstudien zum Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer	61

<b>3</b>	<b>Regionsspezifische Strukturwirkungen von Biogasanlagen</b>	<b>65</b>
3.1	Auswahl relevanter Anlagentypen	65
3.1.1	Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Gülleanteile	65
3.1.2	Exkurs: Wahrscheinlichkeit regionaler Gülleknappheiten	72
3.1.3	Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Anlagengrößen und -auslegungen	77
3.2	Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Milchviehregion	92
3.2.1	Beschreibung eines typischen Milchviehbetriebes	93
3.2.2	Strategien zur Integration einer Biogasanlage	101
3.2.3	Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Milchviehregion	105
3.2.4	Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Milchviehregion	118
3.3	Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Veredlungsregion	120
3.3.1	Beschreibung eines typischen Hähnchen- und Schweinemast- betriebes	120
3.3.2	Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Veredlungsregion	127
3.3.3	Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Veredlungsregion	140
3.4	Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Ackerbauregion	143
3.4.1	Beschreibung eines typischen Ackerbaubetriebes	143
3.4.2	Strategien zum Wirtschaftsdüngerimport	148
3.4.3	Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Ackerbauregion	153
3.4.4	Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Ackerbauregion	158
3.5	Fazit zu regionsspezifischen Strukturwirkungen des EEG 2009	160
<b>4</b>	<b>Fallstudien zum Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer</b>	<b>169</b>
4.1	Entwicklung des Interviewleitfadens	170
4.2	Erhebung der Fallstudien	172
4.3	Ergebnisse der Fallstudien	174
4.3.1	Wesentliche Hintergrundinformationen zu den Einzelfällen	174
4.3.2	Ermittlung regionaltypischer Strukturwirkungen	181
4.3.2.1	Erweiterung der Anlagenkapazität	181
4.3.2.2	Wirtschaftsdüngereinsatz	184
4.3.2.3	Wärmenutzung	189
4.3.2.4	Substrateinsatz	192
4.3.2.5	Flächennutzung	198
4.3.2.6	Alternative Entwicklungspfade	203
4.4	Zwischenfazit zu den Fallstudien	211

---

<b>5</b>	<b>Inhaltliche und methodische Schlussfolgerungen</b>	<b>215</b>
5.1	Workshop zur Bewertung der Ergebnisse durch Berater	215
5.1.1	Vorbereitung und Durchführung des Beraterworkshops	215
5.1.2	Ergebnisse des Beraterworkshops	217
5.2	Inhaltliche Schlussfolgerungen	221
5.3	Methodische Schlussfolgerungen	224
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>229</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>235</b>
	<b>Anhang 1–6</b>	<b>A1–A61</b>

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1.1:	Übersicht der Vorgehensweise	3
Abbildung 2.1:	Entwicklung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland	9
Abbildung 2.2:	Differenzierung zwischen direkten und indirekten Agrarstrukturwirkungen	13
Abbildung 2.3:	Vergleich unterschiedlicher Preisprognosen für Weizen	54
Abbildung 2.4:	Verfügbare Fläche bei steigender Transportentfernung	57
Abbildung 2.5:	Logistikkosten für Biogasanlagen	60
Abbildung 3.1:	Substrateinsatz nach dem Biogasmessprogramm II	67
Abbildung 3.2:	Elektrische Leistung und Energieanteile aus Gülle bei unterschiedlichen Gülleanteilen in der Substratmischung	68
Abbildung 3.3:	Maximale Transportentfernung für Gülle unter Berücksichtigung der Kosten für ein zusätzliches Gärrestlager	72
Abbildung 3.4:	Unternehmergewinne der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)	82
Abbildung 3.5:	Rendite der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)	83
Abbildung 3.6:	Wettbewerbsfähigkeit der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)	84
Abbildung 3.7:	Arbeitsentlohnung in den analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)	86
Abbildung 3.8:	Sensitivitätsanalyse der Rendite bei einer Reduktion der Silomaiskosten um 5 €/t (EEG 2009)	90
Abbildung 3.9:	Sensitivitätsanalyse der Rendite bei 18 €/m <sup>3</sup> Transportkosten für Gülle (EEG 2009)	91
Abbildung 3.10:	Sensitivität der Rendite bei 6 €/m <sup>3</sup> Entsorgungskosten für Gärreste (EEG 2009)	92
Abbildung 3.11:	Gleichgewichtspreis zwischen Gras- und Maissilage	111
Abbildung 3.12:	Gleichgewichtspreise für gleiche Grundrenten von Milch und Biogas	116
Abbildung 3.13:	Gleichgewichtspreis für gleiche Grundrenten von Milch und Biogas bei steigender Milchleistung	117

---

Abbildung 3.14:	Vergleich maximale Zahlungsbereitschaft für Fläche Biogasproduktion vs. Schweinemast in einer Veredlungsregion	139
Abbildung 3.15:	Vergleich Grundrente Weizen vs. Biogas in der Ackerbauregion	158
Abbildung 4.1:	Erweiterung der Anlagenkapazität nach Erstinvestition	184
Abbildung 4.2:	Massenanteil Wirtschaftsdünger am Substratinput	186
Abbildung 4.3:	Energieanteil aus Wirtschaftsdüngern	187
Abbildung 4.4:	Energieanteil aus Geflügelmist und sonstigen Wirtschafts- düngern	189
Abbildung 4.5:	Anteil genutzter Abwärme	191
Abbildung 4.6:	Energieanteil aus Nicht-Mais-NawaRo	193
Abbildung 4.7:	Anteil Zukaufmais am Maisinput	194
Abbildung 4.8:	Anteil Zukaufmais mit kurzfristigen Verträgen (<5 Jahre)	195
Abbildung 4.9:	Zukaufsfläche für Maissilage im Verhältnis zur Ackerfläche vor der Biogasinvestition	196
Abbildung 4.10:	Anteil Zukaufsubstrate von Milchviehbetrieben	197
Abbildung 4.11:	Flächenzuwachs seit der Biogasinvestition	199
Abbildung 4.12:	Herkunft der Zupachtflächen	200
Abbildung 4.13:	Maisanteil an der Ackerfläche vor Biogasinvestitionen und heute	101
Abbildung 4.14:	Anteil umgebrochenes Grünland seit Biogasinvestition	202
Abbildung 4.15:	Anstieg N-Intensität Grünland	203
Abbildung 4.16:	Alternative Entwicklungsabsichten Milchviehregion Cuxhaven (absolut)	206
Abbildung 4.17:	Alternative Entwicklungsabsichten Milchviehregion Nordfriesland (absolut)	208
Abbildung 4.18:	Alternative Entwicklungsabsichten Vechta/Cloppenburg (absolut)	210

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1:	Vergütungssätze für Strom aus Biomasse nach dem EEG 2009 (in ct/kWh)	8
Tabelle 2.2:	Preisannahmen für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit (netto)	55
Tabelle 2.3:	Gleichgewichtspreis zwischen Weizen und Silomais	58
Tabelle 2.4:	Gasausbeuten von Mais-, Grassilage und Wirtschaftsdüngern	61
Tabelle 3.1:	Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern im Vergleich zu Maissilage	66
Tabelle 3.2:	Wirtschaftsdünger- und Maisbedarf der Biogasproduktion für unterschiedliche Wirtschaftsdünger bei einem Wirtschaftsdünger- anteil von 35 Masseprozent	73
Tabelle 3.3:	Bestandsgrößenklassen der Milcherzeugung im Landkreis Cuxhaven	95
Tabelle 3.4:	Produktionstechnische Kennzahlen des typischen Milchviehbetriebes	95
Tabelle 3.5:	Flächennutzung des typischen Milchviehbetriebes in Cuxhaven	96
Tabelle 3.6:	Energiebedarf des typischen Milchviehbetriebes für Jung- und Milchvieh	97
Tabelle 3.7:	Flächenbilanz des typischen Milchviehbetriebes	98
Tabelle 3.8:	Produktionskosten eines typischen Milchviehbetriebes	100
Tabelle 3.9:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes	101
Tabelle 3.10:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei ganzjähriger Stallhaltung	102
Tabelle 3.11:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei ganzjähriger Stallhaltung und 20 % Mehrertrag für Grassilage	103
Tabelle 3.12:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei 20 % Mehrertrag für Grassilage, ganzjähriger Stallhaltung und Auslagerung der Jungviehaufzucht	104
Tabelle 3.13:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei 20 % Mehrertrag für Grassilage und Abschaffung der Viehhaltung	105
Tabelle 3.14:	Unterschied der Investitionen und Betriebskosten zwischen gras- und maisbasierten Biogasanlagen (200 kW)	107



Tabelle 3.15:	Bereitstellungskosten für Substrate frei Feld bzw. Schwad in der Milchviehregion (netto)	108
Tabelle 3.16:	Wirtschaftlichkeit von 200 kW-Anlagen zur Gras- und Maisvergärung in der Milchviehregion	113
Tabelle 3.17:	Berechnung Grundrente (netto) der Biogaserzeugung in der Milchviehregion	114
Tabelle 3.18:	Berechnung Grundrente der Milchviehhaltung (brutto)	115
Tabelle 3.19:	Bestandsgrößenklassen der Schweine- und Hähnchenmast im Landkreis Cloppenburg	122
Tabelle 3.20:	Produktionstechnische Kennzahlen des typischen Veredlungsbetriebes	123
Tabelle 3.21:	Ackerbaukennzahlen eines typischen Hähnchen- und Schweinemastbetriebes	124
Tabelle 3.22:	Vieheinheiten des typischen Veredlungsbetriebes	124
Tabelle 3.23:	Nährstoffbilanz des typischen Hähnchen- und Schweinemastbetriebes	125
Tabelle 3.24:	Potenzielle elektrische Leistung der Biogasanlage eines typischen Veredlungsbetriebes ohne Rohstoffzukauf oder Zupacht	126
Tabelle 3.25:	Trocknungsleistung der Gärresttrocknung	130
Tabelle 3.26:	Bereitstellungskosten für Silomais frei Feld in der Veredlungsregion	132
Tabelle 3.27:	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Bilanz und notwendiger Gülle- bzw. Gärrestexport des typischen Veredlungsbetriebes mit unterschiedlichen 200 kW-Biogasanlagen	134
Tabelle 3.28:	Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher 200 kW-Anlagen in der Veredlungsregion	136
Tabelle 3.29:	Größenklassen landwirtschaftlicher Betriebe im Landkreis Hildesheim	145
Tabelle 3.30:	Erträge und Anbaustruktur eines typischen Ackerbaubetriebes in der Hildesheimer Börde	146
Tabelle 3.31:	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen des typischen Ackerbaubetriebes	147
Tabelle 3.32:	Potenzielle elektrische Leistung des typischen Ackerbaubetriebes	148
Tabelle 3.33:	Bereitstellungskosten Silomais in der Ackerbauregion	154

Tabelle 3.34:	Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher 200 kW-Anlagen in der Ackerbauregion	155
Tabelle 3.35:	Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung im interregionalen Vergleich	162
Tabelle 3.36:	Wirtschaftliches Potenzial der Biogaserzeugung im interregionalen Vergleich (EEG 2009)	165
Tabelle 4.1:	Betriebsgröße der befragten Betriebe bei Erstinvestition in eine Biogasanlage	181

## Verzeichnis der Karten

Karte 2.1:	Installierte elektrische Leistung je 100 ha LF und AF	12
Karte 2.2:	Regional differenzierte Ertragsrelationen zwischen Silomais und Weizen	22
Karte 2.3:	Rechnerisches Wirtschaftsdüngeraufkommen in Deutschland	24
Karte 2.4:	Regional differenzierte Rinderdichte in Deutschland	25
Karte 2.5:	Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger vor Abzug von Lagerverlusten	27
Karte 2.6:	Vergleich Modellergebnisse RAUMIS zum Energiemaisanbau 2020 mit dem tatsächlichen Energiemaisanteil 2010	33
Karte 2.7:	Regional differenzierte landwirtschaftliche Flächennutzung in Niedersachsen	39
Karte 2.8:	Anbauanteile einzelner Kulturen an der Ackerfläche im Jahr 2007	41
Karte 2.9:	Regional differenzierte Großviehdichte und -anteile in Niedersachsen	42
Karte 2.10:	Landwirtschaftliche Produktionsregionen in Niedersachsen	43
Karte 3.1:	Rechnerischer Anteil Energiemais an der AF bei Ausnutzung des Gülleaufkommens in Biogasanlagen mit 35 % Gülleanteil	74
Karte 3.2:	Reichweite des Wirtschaftsdüngeraufkommens bei bisherigen Wachstumsraten der Biogaserzeugung	75
Karte 3.3:	Rechnerischer Anteil von Energiemais an der AF bei Ausnutzung des lokalen Geflügelmistaufkommens in Biogasanlagen mit 10 % Hähnchenmistanteil	77
Karte 3.4:	Bodengüte und Anbaustrukturen im Landkreis Cuxhaven	94
Karte 3.5:	Regionale Differenzierung der Agrarstruktur im Landkreis Cloppenburg	121
Karte 3.6:	Bodengüte und Anbaustruktur im Landkreis Hildesheim	144

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen im Anhang

Abbildung A1:	Preisrelation Weizen zu Roggen (1971 bis 2009)	A18
Abbildung A2:	Historischer Preiszusammenhang zwischen Roggen und Milch	A18
Abbildung A3:	Gleichgewichtspreis Biogas vs. Milchvieh ohne Berücksichtigung von Kapitalkosten für Gebäude	A19
Abbildung A4:	Gleichgewichtspreis Biogas vs. Milchvieh (>300 Kühe)	A19
Abbildung A5:	Preiszusammenhang Weizen und Milch (1995 bis 2010)	A21
Tabelle A1:	Investment Bauteile Biogasanlagen	A5
Tabelle A2:	Annahmen zu den Wirkungsgraden von Biogasanlagen	A6
Tabelle A3:	Annahmen für das Investitionsvolumen Stallgebäude	A6
Tabelle A4:	Annahmen für die Berechnung der Logistikkosten	A7
Tabelle A5:	Wirtschaftlichkeit einer 70 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A8
Tabelle A6:	Wirtschaftlichkeit einer 100 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A9
Tabelle A7:	Wirtschaftlichkeit einer 150 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A10
Tabelle A8:	Wirtschaftlichkeit einer 200 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A11
Tabelle A9:	Wirtschaftlichkeit einer 350 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A12
Tabelle A10:	Wirtschaftlichkeit einer 500 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen	A13
Tabelle A11:	Wirtschaftlichkeit einer 1.400 Nm <sup>3</sup> -Einspeiseanlage	A14
Tabelle A12:	Nährstoffbilanz des typischen Milchviehbetriebes	A15
Tabelle A13:	Bereitstellungskosten Grundfutter des typischen Milchviehbetriebes frei Platte (brutto)	A16
Tabelle A14:	Vollkosten des typischen Milchviehbetriebes (brutto)	A17
Tabelle A15:	Technische und ökonomische Parameter der Gärresttrocknung	A19
Tabelle A16:	Steuerlicher Pauschalierungsvorteil in der Schweinemast	A20
Tabelle A17:	Kennzahlen zur Wirtschaftsdüngerbeschaffung in der Ackerbauregion	A21
Tabelle A18:	Konzeption des Interviewleitfadens	A22

## Abkürzungsverzeichnis

AF	Ackerfläche
BHKW	Blockheizkraftwerke
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CCM	Corn-Cob-Mix
DAK	Direkt- und Arbeitserledigungskosten
DAKfL	direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen
DBFZ	Deutsches Biomasse Forschungszentrum
dt	Dezitonne
DÜV	Düngeverordnung
ECM	eiweiß- und fettkorrigierte Milch
ECM	fett- und eiweißkorrigierte Milch (4,0 % Fett; 3,4 % Eiweiß)
EDF	European Dairy Farmers
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EMZ	Ertragsmesszahl
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
GasNEV	Gasnetzentgeltverordnung
GasNZV	Gasnetzzugangsverordnung
GPS	Ganzpflanzensilage
GV	Großvieheinheiten
HM	Hähnchenmist
HTK	Hühnertrockenkot
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
kW	Kilowatt

kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
MJ NEL	Megajoule Netto Energie Laktation
MW	Megawatt
N	Stickstoff
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
RAUMIS	Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem
t	Tonne
TA-Luft	Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TS	Trockensubstanz
vTI	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WBA	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die deutsche Politik fördert die Stromerzeugung aus Biogas über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) seit dem Jahr 2000. Um die Förderung an geänderte Rahmenbedingungen anzupassen und mögliche Fehlentwicklungen zu korrigieren, wird das EEG in einem Vierjahresrhythmus überprüft und novelliert (vgl. §§ 1 und 12 EEG, 2000).

Aufgrund dieser Förderung haben sich – regional unterschiedlich – bereits deutliche Einflüsse auf die Agrarstruktur ergeben. Diese agrarstrukturellen Wirkungen wurden in den vergangenen Jahren intensiv vorwiegend unter dem Aspekt möglicher Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Tierproduktion sowie mit Blick auf die Veränderung der Flächennutzung diskutiert (WBA, 2007: 199; HEIßENHUBER et al., 2008: 24; GÖMANN et al., 2007: 267; BAHRS et al. 2007: 25).

Die Art und Stärke der von der Biogasförderung ausgehenden Strukturwirkungen ist von der jeweiligen Ausgestaltung der Förderkonditionen (z. B. Güllebonus, Größendegressionen) sowie den regionalen Standortbedingungen abhängig. Daher ist die Politik für eine Weiterentwicklung des EEG darauf angewiesen, Einschätzungen über die zu erwartenden Strukturwirkungen neuer EEG-Optionen zu erhalten. Derartige Analysen kann die wissenschaftliche Politikberatung bisher jedoch nur sehr begrenzt vorlegen. Ex-ante-Analysen zu künftigen Entwicklungen des Energiemaisanbaus werden überwiegend mithilfe des regionalisierten Agrarsektormodells RAUMIS<sup>1</sup> erarbeitet. Ein erster Vergleich der Modellierungsergebnisse mit aktuell beobachtbaren Entwicklungen zeigt jedoch ein inkonsistentes Bild: Während RAUMIS-Ergebnisse hohe Energiemaisanteile in Ackerbauregionen erwarten lassen, sind die höchsten Energiemaisanteile bisher vor allem in viehintensiven Regionen zu beobachten.

Weiterhin können einzelbetrieblich relevante Anpassungsstrategien oder Wachstumsprozesse der Betriebe sowie interregionale Zusammenhänge mit linearen Programmierungsmodellen nur unzureichend berücksichtigt werden (THOBE 2008: 34; EBMAYER 2008: 112).

Einzelbetriebliche Ansätze zur Ableitung von Agrarstrukturwirkungen werden bisher nur sporadisch eingesetzt und berücksichtigen keine regional unterschiedlichen Standortbedingungen.

---

<sup>1</sup> Neben RAUMIS existieren weitere Modellierungsansätze für die Abschätzung der künftigen Entwicklung der Biogaserzeugung (vgl. RAUCH, 2010; BRAUN et al., 2010). Da in der praktischen Politikberatung jedoch überwiegend das Modell RAUMIS eingesetzt wird, bezieht sich die Analyse der bisherigen Modellierungsergebnisse im Rahmen dieser Arbeit auf RAUMIS.

Der deutsche Agrarsektor befindet sich angesichts einer zunehmenden Öffnung der Märkte und anhaltender technischer Fortschritte in einem internationalen Wettbewerb und permanenten Strukturwandel. Das heißt, eine aussagekräftige Analyse der Strukturwirkungen der deutschen Biogasförderung muss Antworten auf die Frage liefern, ob und inwieweit derartige politische Interventionen auch indirekt betriebliches Wachstum und internationale Wettbewerbsfähigkeit tangieren.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob ein betriebswirtschaftlicher Ansatz entwickelt werden kann, der unter Berücksichtigung regionaler Standortbedingungen die direkten und indirekten Strukturwirkungen unterschiedlicher Ausgestaltungsformen des EEG erfassen kann. Aufgrund der Bedürfnisse in der Politikberatung sollte der Ansatz kurzfristig aktivierbar sein und zu belastbaren Ergebnissen führen.

## **1.2 Zielsetzung**

Das Ziel der Arbeit besteht darin, einen Ansatz zu entwickeln und am Beispiel des EEG 2009 zu erproben, der es ermöglicht, direkte und indirekte Agrarstrukturwirkungen veränderter Ausgestaltungsoptionen des EEG abzuleiten.

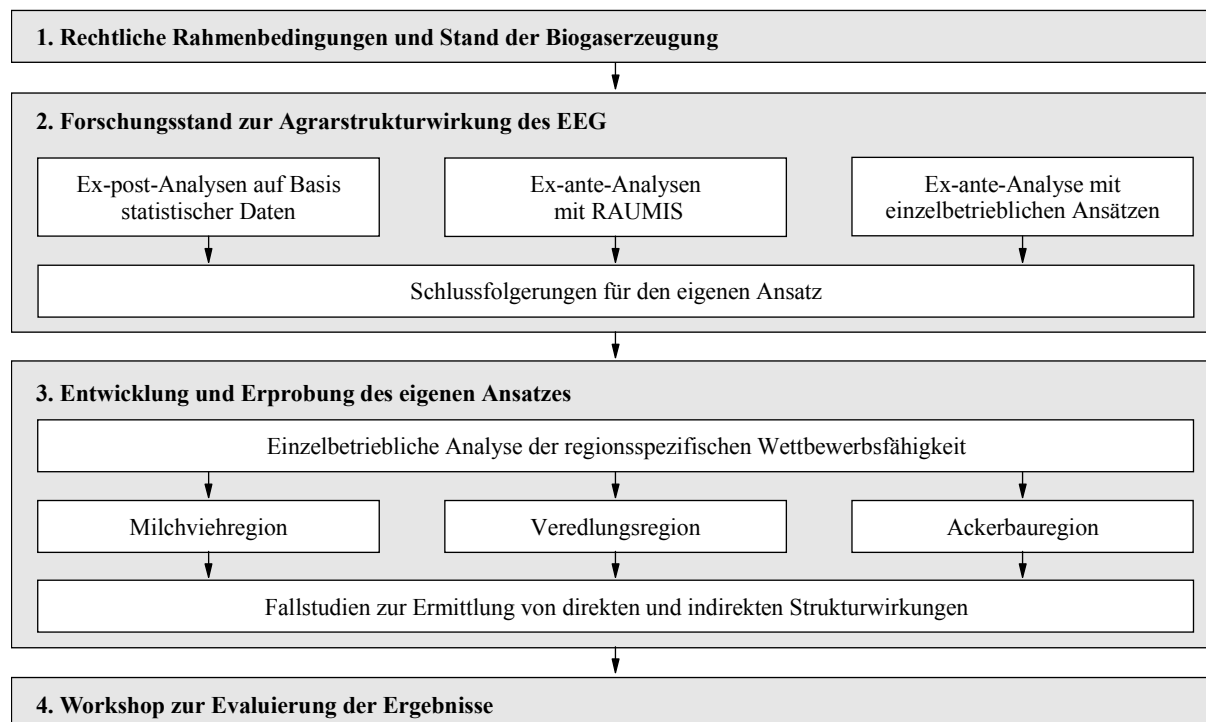
## **1.3 Vorgehensweise**

In Abbildung 1.1 ist die Vorgehensweise für die Entwicklung des Ansatzes zur Analyse agrarstruktureller Wirkungen des EEG 2009 dargestellt.

Wie im Einzelnen noch zu zeigen sein wird, bestimmen politische Vorgaben im besonderen Maße die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung. Daher werden in Kapitel 2.1 zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen der Biogaserzeugung dargestellt. Da der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Ansatz am Beispiel des EEG 2009 erprobt wird, beziehen sich die Ausführungen überwiegend auf die Förderbedingungen des EEG 2009. Anschließend wird die bisherige Entwicklung des Anlagenbestandes und des damit verbundenen Flächenbedarfs wiedergegeben.

Im nächsten Schritt wird der Forschungsstand zur Agrarstrukturwirkung der Biogasförderung vorgestellt. Zunächst werden die zur Verfügung stehenden Datenquellen für die Analyse von Agrarstrukturwirkungen des EEG 2009 hinsichtlich möglicher Informationslücken untersucht (vgl. Kapitel 2.2.2.1). Anschließend werden die bisher in Ex-Post-Analysen erzielten Ergebnisse zur Agrarstrukturwirkung der Biogasförderung wiedergegeben (vgl. Kapitel 2.2.2.2).



**Abbildung 1.1:** Übersicht der Vorgehensweise

Quelle: Eigene Darstellung.

In der wissenschaftlichen Politikberatung für künftig zu erwartende Agrarstrukturwirkungen wird überwiegend das Agrarsektormodell RAUMIS eingesetzt. Daher wird in Abschnitt 2.2.3.1 die Funktionsweise des Modells erörtert, und anschließend werden Ex-ante-Modellierungsergebnisse zum Energiemaisanbau mit der bisher tatsächlich erfolgten Entwicklung verglichen (2.2.3.2). Weiterhin wird dargestellt, welche Ergebnisse bisher mit einzelbetrieblichen Ansätzen erzielt wurden, um Agrarstrukturwirkungen des ex ante zu bestimmen (vgl. Kapitel 2.2.4).

Auf Grundlage des Forschungsstandes wird im nächsten Schritt der eigene Ansatz entwickelt (Kapitel 2.3). Da künftige Strukturwirkungen durch einzelbetriebliche Anpassungsoptionen und die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Produktionsverfahren bestimmt werden, basiert der zu entwickelnde Ansatz auf einzelbetrieblichen Analysen.

Zunächst wird auf Basis von Wirtschaftlichkeitsberechnungen unterschiedlicher Anlagenkonzepte und -größen die unter den Bedingungen des EEG 2009 betriebswirtschaftlich vorzügliche Anlagenkonstellation ausgewählt (Kapitel 3.1).

Anschließend wird die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit dieser Anlage untersucht. Dabei wird analysiert, wie die Biogaserzeugung a) in Konkurrenz zur herkömmlichen Landwirtschaft sowie b) in Kombination mit der herkömmlichen Landwirtschaft wirtschaftlich zu bewerten ist. Hierfür werden drei unterschiedliche Agrarregionen in Nieder-

sachsen ausgewählt, von denen anzunehmen ist, dass ihre Agrarstruktur in unterschiedlicher Weise von der Biogasförderung beeinflusst wird.

Auf Grundlage der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit werden anschließend zu erwartende Strukturwirkungen des EEG 2009 für die ausgewählten Untersuchungsregionen abgeleitet.

Allerdings ist offen, ob landwirtschaftliche Unternehmer die in den Kalkulationen unterstellten Anpassungsoptionen verwirklichen werden und somit die theoretisch abgeleiteten Strukturwirkungen auch tatsächlich auftreten. Weiterhin ist zu prüfen, ob die Biogasförderung Wachstumsstrategien beeinflusst. Daher schließt sich ein weiterer Untersuchungsschritt an, in dem mithilfe von Fallstudien die Perspektive landwirtschaftlicher Unternehmer erfasst wird, um so theoretisch zu erwartenden Strukturwirkungen zu überprüfen (Kapitel 4).

Hierfür wird zunächst das Konzept der Fallstudien aus der sozialwissenschaftlichen Literatur abgeleitet und für die Fragestellung adaptiert. Anschließend werden für die ausgewählten Regionen jeweils drei bis vier Fallstudien von landwirtschaftlichen Betrieben mit Biogasanlagen erhoben.

Um die mithilfe des entwickelten Ansatzes abgeleiteten Schlussfolgerungen zu validieren, wird abschließend ein Workshop mit ortkundigen Beratern durchgeführt. Dabei soll den Fragen nachgegangen werden, ob a) die in den Fallstudien beobachteten Strukturwirkungen regionstypische Auswirkungen widerspiegeln und b) die Wirkungen auf ähnlich strukturierte Regionen übertragbar sind (Kapitel 5.1).

Anschließend werden aus den ermittelten Strukturwirkungen des EEG 2009 Folgen hinsichtlich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einzelner Wertschöpfungsketten abgeleitet (vgl. Kapitel 5.2) und methodische Schlussfolgerungen zum entwickelten Ansatz gezogen (vgl. Kapitel 5.3).

Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 6).

## **2    Hintergründe und Methoden zur Erfassung agrarstruktureller Wirkungen der Biogasförderung**

In diesem Kapitel wird verdeutlicht, warum bei einer Weiterentwicklung des EEG agrarstrukturelle Wirkungen regional differenziert berücksichtigt werden sollten. Hierfür wird zunächst aufgezeigt, wie sich die deutsche Biogasproduktion unter dem Einfluss des EEG im Zeitablauf entwickelt hat. Anschließend wird der bisherige Forschungsstand zur Abschätzung der agrarstrukturellen Wirkung der Biogasförderung aufgearbeitet und darauf aufbauend der eigene Ansatz entwickelt.

### **2.1    Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen und des Anlagenbestandes**

Wie im Folgenden noch im Detail zu zeigen sein wird, hängt die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen vor allem von den gesetzlichen Rahmenbedingungen ab. Daher werden zunächst die Förderkonditionen des EEG sowie weiterer Rechtsvorschriften dargestellt. Anschließend wird anhand der Entwicklung des Anlagenbestandes aufgezeigt, dass die Biogasförderung die klassische landwirtschaftliche Produktion beeinflusst.

#### **2.1.1    Rechtsvorschriften der Biogaserzeugung**

Nachfolgend werden die Rechtsvorschriften für die Stromerzeugung aus Biogas erläutert. Dabei werden die wesentlichen Entwicklungsschritte des EEG kurz dargestellt. Da der zu entwickelnde Ansatz am Beispiel des EEG 2009 erprobt werden soll, um künftige Agrarstrukturwirkungen zu prognostizieren, wird besonders auf die Förderkonditionen im EEG 2009 eingegangen. Weiterhin beeinflussen, wie nachfolgend deutlich wird, die Rechtsvorschriften der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) und Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV) die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung, sodass auch deren wesentlichen Elemente skizziert werden.<sup>1</sup>

Mit dem sogenannten Stromeinspeisegesetz wurde 1991 erstmals eine gesetzliche Regelung geschaffen, nach der Energieversorger verpflichtet wurden, regenerativ erzeugten Strom abzunehmen und nach gesetzlich festgelegten Preisen zu vergüten. Im Jahr 2000 wurde das Stromeinspeisegesetz vom EEG abgelöst und in den Jahren 2004, 2009 und 2012 jeweils novelliert.

---

<sup>1</sup> Soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, beziehen sich die Ausführungen auf § 27 und die Anlagen 1 bis 3 des EEG 2009 sowie § 31 bis 37 der Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) und § 20 der Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV).

Zentrales Instrument des EEG ist die sogenannte Einspeisevergütung, in der die Vergütung für den regenerativ erzeugten Strom festgelegt ist. Die Höhe der Vergütung ist dabei von der elektrischen Leistung der Anlage, dem eingesetzten Brennstoff, der Technologie, der Wärmeauskopplung sowie dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme abhängig.

Die Einspeisevergütung hat sich dabei im Zeitablauf stark verändert. In der ersten Fassung des EEG aus dem Jahr 2000 betrug sie für Strom aus Biomasse je nach Anlagengröße zwischen 8,7 und maximal 10,25 ct/kWh.

Mit der Novelle des EEG im Jahr 2004 wurden neben einer Grundvergütung zusätzlich Boni eingeführt. Seither wird über den Bonus für nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) der Einsatz von gezielt produzierten pflanzlichen Rohstoffen, wie z. B. Silomais, gesondert gefördert. Weiterhin werden Boni für die Stromerzeugung in Kraft-Wärmekopplung (KWK-Bonus) und für den Einsatz innovativer Technologien gezahlt. Insgesamt stieg die Vergütung deutlich an und reichte unter Ausnutzung sämtlicher Boni in der kleinsten Vergütungsklasse ( $<150 \text{ kW}_{\text{el}}$ ) bis zu 21,5 ct/kWh.

In der zweiten Novelle im Januar 2009 wurden weitere Boni gewährt und die Förderbedingungen für Anlagenbetreiber insgesamt verbessert. Die Vergütungsvorgaben des EEG 2009 sind in Tabelle 2.1 zusammengefasst. Davon werden nachfolgend wesentliche Elemente erläutert.

Die Grundvergütung ist für Anlagen bis zu einer Leistung von  $150 \text{ kW}_{\text{el}}$  mit 11,67 ct/kWh am höchsten und sinkt bis zu einer Leistung von  $20 \text{ MW}_{\text{el}}$  auf 7,79 ct/kWh. Biogasanlagen, die Gas aufbereiten und in das Gasnetz einspeisen, erhalten nur noch für den Anteil ihrer Gasproduktion die Einspeisevergütung, der in Anlagen mit KWK verstromt wird.

Der NawaRo-Bonus beträgt bis zu einer Leistung von  $500 \text{ kW}_{\text{el}}$  7 ct/kWh und bis zu einer Leistung von  $5 \text{ MW}_{\text{el}}$  4 ct/kWh.

Der Bonus für Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Bonus) wird nur für den Stromanteil gewährt, bei dessen Erzeugung auch die Wärme außerhalb der Biogasanlage genutzt wird. Die Höhe des Bonus beträgt 3 ct/kWh. Die Art der Wärmenutzung muss einer im Gesetz definierten Positivliste entsprechen. Hierin sind neben anerkannten Formen der Wärmenutzung ebenfalls Höchstwerte für den jeweiligen Wärmeverbrauch angegeben. Die Trocknung von Gärresten aus Biogasanlagen zur Herstellung von transportwürdigen Düngemitteln wird ebenfalls anerkannt. Diese Option könnte insbesondere für Biogasanlagenbetreiber in Veredlungsregionen einen Anreiz zum kostengünstigen Export von Gärresten darstellen. Sie könnten damit gleichzeitig einen großen Anteil der anfallenden Wärme, zumindest pro forma, nutzen.

Neu eingeführt wurden der Gülle-, der Landschaftspflege- und der Luftreinhaltungsbonus. Voraussetzung für den Bezug des Güllebonus ist, dass der Wirtschaftsdüngeranteil am Gesamtinput jederzeit mindestens 30 Massenprozent ausmacht. Bis zu einer Anlagenleistung von 150 kW<sub>el</sub> beträgt dieser Bonus 4 ct/kWh und bis 500 kW<sub>el</sub> 1 ct/kWh. Für Anlagen, die Biogas aufbereiten und in das Erdgasnetz einspeisen, wird der Güllebonus nicht gewährt.

Der Landschaftspflege-Bonus in Höhe von 2 ct/kWh wird bis zu einer Anlagengröße von 500 kW<sub>el</sub> gewährt, wenn Biogasanlagen überwiegend Substrate einsetzen, die im Rahmen der Landschaftspflege anfallen.

Für den Luftreinhaltungsbonus in Höhe von 1 ct/kWh bis 500 kW<sub>el</sub> müssen die Anlagen den Formaldehydgrenzwert nach dem Emissionsminderungsgebot der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) einhalten. Oftmals müssen Blockheizkraftwerke (BHKW) jedoch mit zusätzlichen Katalysatoren ausgerüstet werden, um den Grenzwert einzuhalten. Daher wird der Bonus vielfach nicht bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen berücksichtigt (KEYMER, 2009: 269).

Der Technologiebonus für innovative Technologien wie ORC-Anlagen oder Brennstoffzellen beträgt bis zu einer Leistung von 5 MW 2 ct/kWh. Für die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität richtet sich die Höhe des Bonus nicht nach der Größe des BHKW, sondern nach der Aufbereitungskapazität. Bis zu einer Anlagenkapazität von 350 Nm<sup>3</sup> Rohgas/h (dies entspricht in etwa einer konventionellen Biogasanlage in der Größenordnung von 1,4 MW) beträgt der Bonus 2 ct/kWh und bis zu einer Kapazität von 700 Nm<sup>3</sup>/h 1 ct/kWh.

Für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz sind weiterhin die Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) und Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV) bedeutend. Seit der novellierten GasNZV kann sich der örtliche Erdgasnetzbetreiber nicht mehr unter Hinweis auf Kapazitätsengpässe weigern, das aufbereitete Gas einzuspeisen. Vielmehr muss der Netzbetreiber jetzt alle wirtschaftlich zumutbaren Maßnahmen zur Erhöhung der Kapazität vornehmen, um eine ganzjährige Einspeisung zu gewährleisten.

Weiterhin muss der Netzbetreiber die Kosten für den Netzanschluss bis zu einer Leitungslänge von 10 km zu 75 % tragen, wobei die Kosten für den Anschlussnehmer bei Leitungen bis einem Kilometer Länge auf 250.000 € begrenzt sind. Neben der eigentlichen Verbindungsleitung gehören hierzu auch die Gasdruck-Regel-Messanlage, die Einrichtung zur Druckerhöhung sowie die eichfähige Messung des einzuspeisenden Biogases. Darüber hinaus muss der Netzbetreiber auch die jährlichen Kosten für den Betrieb der Einspeiseanlage, also die Kosten für die Druck- und Gasanpassung sowie der eichfähigen Messung, tragen.

Wenn Betreiber von Einspeiseanlagen Biomethan in das Erdgasnetz einspeisen, verringert sich der Importbedarf für Erdgas. Auf diese Weise werden Kosten für den Transport durch vorgelagerte Netze vermieden. Für diese sogenannten vermiedenen Netzentgelte erhalten Betreiber von Einspeiseanlagen nach der GasNEV eine Zahlung in Höhe von 0,7 ct/kWh eingespeistem Biomethan.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sowohl im EEG als auch in der GasNZV die Rahmenbedingungen für die Biogaserzeugung im Zeitablauf deutlich verbessert wurden.

**Tabelle 2.1:** Vergütungssätze für Strom aus Biomasse nach dem EEG 2009 (in ct/kWh)

Anlagenleistung- äquivalent	Grund- vergütung <sup>a)</sup>	KWK <sup>1)</sup>	Technologiebonus <sup>2)</sup>			NawaRo <sup>3)</sup>			Luft- rein- haltungs- bonus <sup>5)</sup>
			Innovative Anlagen- technik	Biogas- aufbereitung <sup>2a)</sup>		NawaRo- Bonus <sup>3)</sup>	LP- Bonus	Gülle- bonus <sup>4)</sup> (≥ 30 %)	
				bis 350 Nm <sup>3</sup> /ha	bis 700 Nm <sup>3</sup> /ha				
≤ 150 kW	11,67	+3,0	+2,0	+2,0	+1,0	+7,0	+2,0	+4,0	+1,0
≤ 500 kW	9,18	+3,0	+2,0	+2,0	+1,0	+7,0	+2,0	+1,0	+1,0
≤ 5.000 kW <sup>b)</sup>	8,25	+3,0	+2,0	+2,0	+1,0	+4,0	+0,0	+0,0	+0,0

a) Die jährliche Degression für die Mindestvergütung und Boni beträgt 1 %.

b) Anlagen >5 MW haben nur einen Anspruch auf EEG-Vergütung, we

*Bonusleistungen: Alle Boni sind addierbar (Ausnahme KUP + LP) (Bonus zu Basis NawaRo-Bonus).*

1) Anspruch besteht, wenn die Wärmenutzungsvariante auf der Positivliste benannt ist (einmalige Nachweispflicht) oder nachweislich fossile Energieträger ersetzt werden und die Mehrkosten dieser Wärmebereitstellung 100 €/kW überschreiten (jährliche Nachweispflicht nach Arbeitsblatt FW 308 durch Umweltgutachter; Ausnahme Klein-KWK-Anlagen bis MW nach Herstellerunterlagen).

2) Gilt nur im KWK-Betrieb oder bei einem elektr. Anlagenwirkungsgrad von ≥45 % bei Anwendung innovativer Technologien/Verfahren [therm.-chem. Vergasung, Brennstoffzellen, Gasturbinen, Dampfmotoren, ORC- oder Mehrstoffgemisch-Anlagen (insb. Kalina-Cycle), Stirling-Motoren, therm.-chem. Konversion von Stroh oder halmgutartiger Biomasse, Bioabfallanlagen mit Nachrotte der Gärungsrückstände zur stofflichen Verwertung].

2a) Wenn die max. Methanemissionen während der Biogasaufbereitung 0,5 % und der dazu notwendige Strom 0,5 kWh/Nm<sup>3</sup> (Rohgas) nicht überschritten werden sowie die dazu angewandte Prozesswärme nicht aus fossilen Energiequellen stammt.

3) Bonus gilt nur für den nachgewiesenen Anteil der Stromerzeugung aus NawaRo (einschl. Gülle; Nachweistagebuchpflicht für NawaRo-Input lt. Positivliste). Bei Biogaseinsatz in BlmSchV-Anlagen müssen die Garrestlager gasdicht sein.

4) Gilt nicht für Methanaufbereitung.

5) Für genehmigungspflichtige Anlagen zur anaeroben Vergärung nach BlmSchG, die kein Biogas aus dem Erdgasnetz entnehmen und die dem Emissionsminimierungsgebot der TA-Luft entsprechende Formaldehydgrenzwerte (FAH) einhalten und bescheinigen können.

Quelle: Thrän et al. (2009).

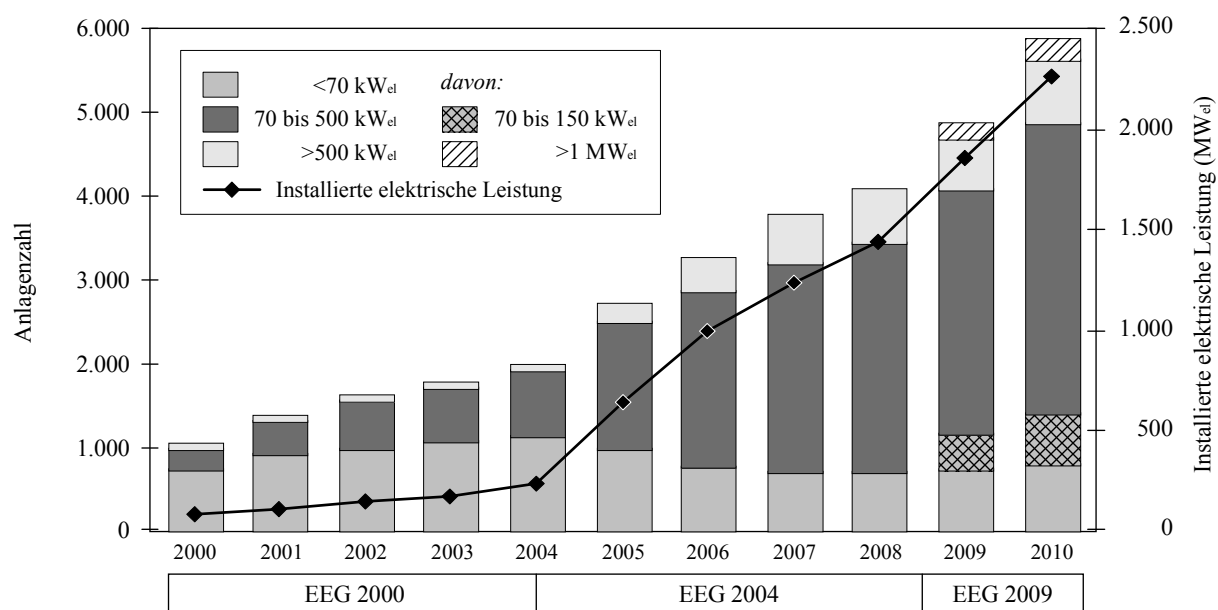
## 2.1.2 Entwicklung des Anlagenbestandes und der Stromproduktion aus Biogas

Nachdem im vorherigen Kapitel die Entwicklung der Rechtsvorschriften dargestellt wurde, wird nachfolgend aufgezeigt, wie sich der Anlagenbestand entwickelt hat. Dabei wird – soweit möglich – der theoretische Zusammenhang mit den jeweils geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen hergestellt. Weiterhin können aus der Beschreibung des Anlagenbestandes wesentliche Annahmen beispielsweise zur Wärmenutzung oder zum Substrateinsatz für die eigenen Kalkulationen abgeleitet werden.

## Entwicklung der Biogaserzeugung

Die Entwicklung des Anlagenbestandes ist in Abbildung 2.1 dargestellt. Zwischen den Jahren 2000 und 2004 stieg die Anlagenzahl jährlich um etwa 250 Anlagen. In diesem Zeitraum wurden viele Anlagen mit einer Leistung bis 70 kW<sub>el</sub> gebaut. Die installierte Leistung stieg seit 2000 um ca. 70 MW pro Jahr an und lag im Jahr 2004 bei 390 MW. Als Rohstoffe wurden in der Regel Wirtschaftsdünger in Kombination mit Reststoffen aus der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt (RENSBERG, 2011: 24).

**Abbildung 2.1:** Entwicklung des Biogasanlagenbestandes in Deutschland



Quelle: RENSBERG (2011).

Nach der ersten EEG-Novelle im Jahr 2004 erhöhte sich die Anlagenzahl mit durchschnittlich etwa 500 Anlagen pro Jahr erheblich schneller. Es wurden überwiegend Anlagen im Leistungsbereich von 500 kW gebaut, was auf den Umstand zurückzuführen sein dürfte, dass bis zu dieser Leistungsgröße die Vergütung vergleichsweise hoch war (15,5-17,5 ct/kWh) und gleichzeitig Größendegressionen im Anlagenbau realisiert werden konnten. Weiterhin begünstigen baurechtliche Vorgaben diesen Anlagentyp, da Anlagen bis zu einer Leistung von 500 kW im Außenbereich gebaut werden dürfen (Stichwort: Anlagenprivilegierung). Aufgrund des neu eingeführten NawaRo-Bonus änderte sich auch die Struktur der eingesetzten Rohstoffe. Während zuvor Wirtschaftsdünger in Verbindung mit anderen Reststoffen dominierten, basierte der starke Zubau ab 2004 vorwiegend auf nachwachsenden Rohstoffen, vornehmlich Maissilage (FNR, 2009: 13). Da die Monovergärung von Maissilage als Trockenfermentation für den Technologiebonus anerkannt wurde, entstanden überdies viele Anlagen, die überhaupt keine Wirtschaftsdünger einsetzen (RENSBERG, 2011: 20).

Seit der EEG-Novelle im Jahr 2009 haben die Anlagenzahl und die pro Jahr zusätzlich installierte elektrische Leistung mit etwa 1.000 Neuanlagen bzw. 450 MW noch deutlich stärker zugenommen als in der Vorperiode. Allerdings wurden im Vergleich zu dem EEG 2004 mehr Anlagen im Leistungsbereich kleiner als 250 kW gebaut (RENSBERG, 2011: 21). Die Entwicklung im Bereich der Gaseinspeisung verläuft hingegen deutlich verhaltener, da bis Ende 2010 erst 50 Einspeiseanlagen mit einer Aufbereitungskapazität von 34.300 Nm<sup>3</sup> errichtet wurden (RENSBERG, 2011: 16). Dies entspricht einer theoretischen elektrischen Leistung von lediglich 132 MW.

Bei der Umwandlung des Biogases in Strom fällt Abwärme an. Für später nachfolgende Kalkulationen ist es erforderlich, Annahmen hinsichtlich der Wärmenutzung zu treffen. Allerdings liegen keine verlässlichen Informationen zu Art und Umfang der Nutzung dieser Wärme vor. Gemäß Angaben des BMU wurden in 2010 12,8 TWh Strom aus Biogas erzeugt und 7,6 TWh Wärme genutzt. Unter Annahme typischer Wirkungsgrade (38 %<sub>el</sub> und 44 %<sub>th</sub>) würden damit bei Vernachlässigung des Eigenwärmebedarfs bereits über 50 % der anfallenden Wärme genutzt. Dies deckt sich nicht mit den Angaben anderer Publikationen. Einer schriftlichen Befragung des Deutsche Biomasseforschungszentrums (DBFZ, 2011: 62) zufolge werden durchschnittlich 43 % der überschüssigen Wärme (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) genutzt. Allerdings trocknen etwa 20 % der befragten Anlagenbetreiber Holz- und Gärreste. Ein weiteres Indiz für die in der Realität geringere Wärmenutzung ist die Tatsache, dass nach dem Biogasmessprogramm II nur 25 % der Anlagenbetreiber andere Privathäuser oder Nahwärmenetze mit Wärme versorgen. In den meisten Fällen wird die Wärme hingegen lediglich im eigenen Privathaus und landwirtschaftlichen Betrieb sowie für Trocknungsprozesse genutzt (FNR, 2009: 20). Somit ist von einer geringeren Wärmenutzung auszugehen.

Auch hinsichtlich der Substratzusammensetzung gibt es keine genauen Informationen. Das DBFZ schätzt, dass der Substratinput zu 45 % aus Wirtschaftsdüngern und 46 % aus nachwachsenden Rohstoffen gedeckt wird; die restlichen 9 % bestehen dem DBFZ zufolge aus Bioabfällen und Reststoffen. Innerhalb der nachwachsenden Rohstoffe hat Maissilage mit 76 % den größten Anteil. Weitere 18 % werden lt. Schätzungen des DBFZ aus Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) und Grassilage gedeckt. Aufgrund der geringeren Energiedichte von Wirtschaftsdüngern stammen somit etwa 80 % der mit Biogas bereitgestellten Energie aus nachwachsenden Rohstoffen (RENSBERG, 2011: 22 f.). Diese Ergebnisse decken sich mit denen des Biogasmessprogramms II (FNR, 2009: 13).

Der Anbauumfang von Substraten für die Biogaserzeugung wird ebenfalls nicht statistisch erfasst. Die FNR schätzt den Flächenbedarf der deutschen Biogasproduktion für das Jahr 2010 auf insgesamt 650.000 ha, wobei 500.000 ha auf den Anbau von Silomais entfallen (FNR, 2011: 5; FNR, 2011a). Für das Jahr 2011 geht sie von einem Anstieg des gesamten Flächenbedarfs auf 800.000 ha und der Energiemaisfläche auf 700.000 ha aus (FNR, 2011a; FNR, 2011b). Der Silomaisanteil an der deutschen Ackerfläche liegt nach diesen Schätzungen somit bei 4 bis 6 %. GÖMANN und KREINS (2011: 28 f.) zweifeln diese Zah-



len jedoch an.<sup>2</sup> Sie berechnen ausgehend von dem gesamten Silomaisanbau abzüglich des Silomaisbedarfs für die Rinderfütterung eine Anbaufläche von 800.000 ha für 2010 und 960.000 ha für 2011. Dies entspricht einem Ackerflächenanteil von 7 bis 8 %.

Bis Ende 2010 waren in Deutschland 5.900 Anlagen mit einer installierten Leistung von 2.300 MW in Betrieb (FACHVERBAND BIOGAS, 2011). Die daraus resultierende Stromerzeugung von 12,8 TWh (BMU, 2011) entspricht einem Anteil von 2,1 % an der gesamten deutschen Stromerzeugung (BMU, 2011; BMWi, 2011).

Der hohe Flächenanteil für Biogassubstrate, in Verbindung mit dem geringen Beitrag von Biogasstrom zur Stromerzeugung, lässt den Schluss zu, dass Biogas bei gleichbleibendem Strombedarf langfristig nur dann einen spürbaren Beitrag zur Stromversorgung leisten kann, wenn in noch deutlich stärkerem Maße als bisher Ackerflächen umgenutzt werden. Somit ist es für eine Weiterentwicklung des EEG erforderlich, agrarstrukturelle Wirkungen systematisch und umfassend analysieren zu können.

Daher wird im nächsten Abschnitt zunächst untersucht, wie sich die Biogaserzeugung räumlich entwickelt hat.

### **Räumliche Differenzierung der Biogaserzeugung**

Insgesamt ist bei der Biogasproduktion eine starke räumliche Streuung zu konstatieren (vgl. Karte 2.1). Während in der Mitte Deutschlands von West nach Ost ganz überwiegend nur sehr wenig Biogasstrom produziert wird, sind im Nordwesten sowie im Süden ausgeprägte Schwerpunkte mit einer mehr als zehnfach höheren Dichte zu finden.

Jenseits dieses generellen Befundes sind folgende Einzelheiten wesentlich:

- Im Norden Niedersachsens, Schleswig-Holsteins sowie im Süden von Bayern und Baden-Württemberg haben sich Konzentrationsregionen mit hohen installierten Leistungen je Hektar Landwirtschaftliche Nutzfläche (LF) gebildet. Mit mehr als 30 kW je 100 ha LF findet sich die insgesamt höchste installierte elektrische Leistung überwiegend in den Landkreisen Niedersachsens (Cloppenburg, Rotenburg, Soltau-Fallingb., Celle). Außerhalb Niedersachsens sind lediglich in den Landkreisen Donau-Rieß und Altötting (Bayern) sowie Uecker-Randow (Mecklenburg-Vorpommern) derart hohe Leistungen installiert.
- Andererseits beträgt die installierte Leistung je 100 ha LF in etwa der Hälfte aller Landkreise weniger als 7 kW. Die Landkreise mit der geringsten installierten Leistung liegen überwiegend in Hessen und Rheinland-Pfalz. Auch in den Ackerbauregionen

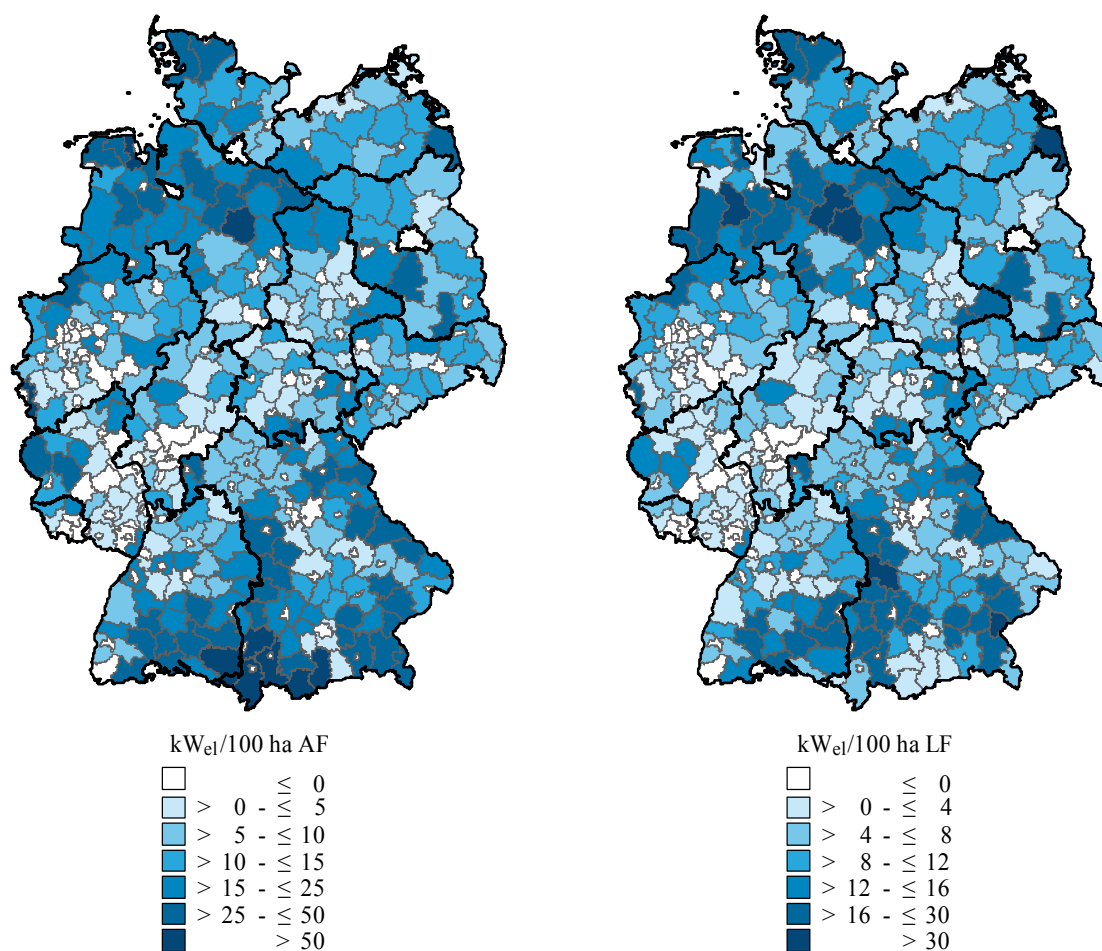
---

<sup>2</sup> Wenn die Zahlen der FNR zutreffend wären, hätte der Maisanteil in den Futterrationen für Rinder seit 2005 um 30 % ansteigen müssen; dies wird als wenig plausibel eingeschätzt (GÖMANN und KREINS, 2011: 29).

Mitteldeutschlands ist die installierte Leistung mit Werten zwischen 2 und 10 kW/100 ha LF vergleichsweise gering.

- Wird die installierte Leistung auf die Ackerfläche bezogen, sind zusätzlich Konzentrationsregionen mit mehr als 30 kW/ha AF in den Grünlandregionen an der Küste (z. B. Landkreis Friesland, Aurich, Nordfriesland, Schleswig-Flensburg) sowie im Allgäu und Oberbayern zu erkennen.

**Karte 2.1:** Installierte elektrische Leistung je 100 ha LF und AF



Quelle: Eigene Darstellung nach GÖMANN (2011).

Insgesamt ist somit festzuhalten, dass sich die Biogaserzeugung in den letzten Jahren trotz deutschlandweit einheitlicher Förderkonditionen regional sehr unterschiedlich entwickelt hat. Somit sind regional unterschiedliche Standortbedingungen zu berücksichtigen, wenn die Strukturwirkungen veränderter EEG-Optionen prognostiziert werden sollen. Mit welchen Methoden und Ergebnissen diese Fragestellungen bisher in der Agrarökonomie beantwortet werden, ist Gegenstand des nächsten Kapitels.

## 2.2 Stand der Forschung zur agrarstrukturellen Wirkung der Biogasförderung

Im folgenden Abschnitt werden die bisher eingesetzten Methoden zur Ableitung von Strukturwirkungen der Biogasförderung analysiert. Hierfür wird zunächst der Informationsbedarf abgeleitet, der grundsätzlich erforderlich ist, um Strukturwirkungen der Biogasförderung analysieren zu können. Anschließend werden Stärken und Schwächen bisheriger Ex-ante- und Ex-post-Ansätze beschrieben.

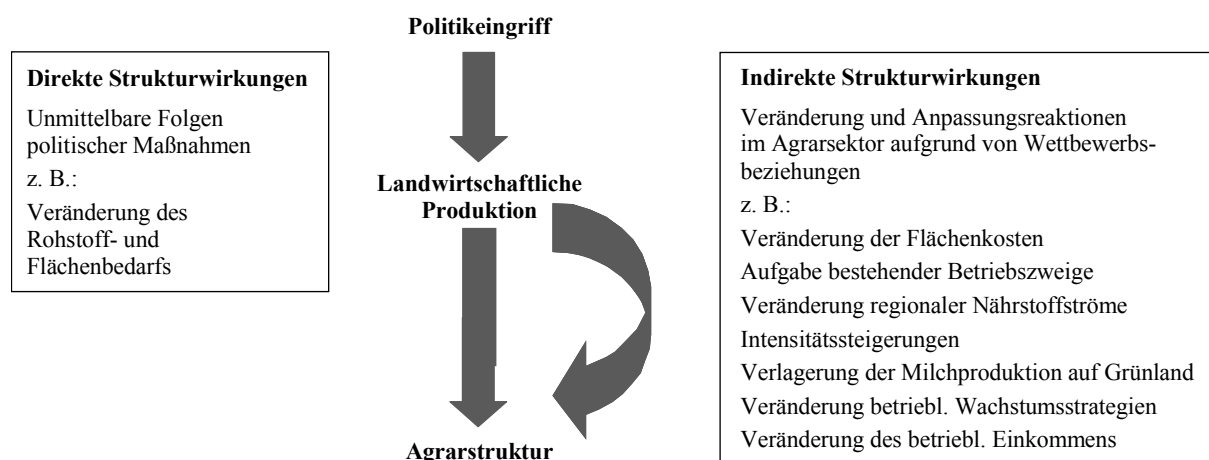
### 2.2.1 Agrarstrukturwirkungen: Definition und Informationsbedarf

Bevor die bisherigen Datengrundlagen und Methoden zur Analyse von Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung analysiert werden können, ist es erforderlich, den Begriff „Agrarstrukturwirkung“ näher einzugrenzen.

In Anlehnung an BREUSTEDT (2011) wird zwischen direkten und indirekten Strukturwirkungen unterschieden (vgl. Abbildung 2.2). Direkte Strukturwirkungen werden im Rahmen dieser Arbeit als unmittelbare Veränderungen des Rohstoff- und damit Flächenbedarfs aufgrund von Politikmaßnahmen definiert.

Die von der Politik über das EEG induzierte Rohstoff- und damit Flächennachfrage wird durch a) den Rohstoffbedarf typischer Biogasanlagen aufgrund ihrer technischer Wirkungsgrade, b) die regionale Flächenproduktivität und c) die regionale Verbreitung von Biogasanlagen bestimmt.

**Abbildung 2.2:** Differenzierung zwischen direkten und indirekten Agrarstrukturwirkungen



Quelle: Eigene Darstellung nach Breustedt (2011).

Neben dem Flächenbedarf der Biogaserzeugung existieren weiterhin noch eine Reihe indirekter Strukturwirkungen. Hierunter werden in dieser Arbeit alle Effekte zusammengefasst, die sich aus der Konkurrenz und den Synergien zwischen der Biogaserzeugung und den klassischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren ergeben. Im Folgenden werden die wesentlichen indirekten Strukturwirkungen sowie die zu ihrer Quantifizierung erforderlichen Daten skizziert:

### (1) Veränderung der Flächenkosten

Bei einer steigenden Flächennachfrage infolge der Biogasproduktion ist bei gegebener Flächenausstattung von steigenden Pachtpreisen auszugehen. Das Ausmaß des potenziellen Preisanstiegs kann aus der Grundrente der Biogaserzeugung im Vergleich mit der mit anderen landwirtschaftlichen Produktionszweigen erzielbaren Grundrente abgeleitet werden. Allerdings kann aus den Grundrenten alleine noch nicht geschlussfolgert werden, ob ein Pachtpreisanstieg tatsächlich zu erwarten ist. Hierfür muss untersucht werden, in welchem Maße Betreiber von Biogasanlagen ihre Rohstoffversorgung über zusätzliche Pachtflächen oder über Zukauf sichern.

### (2) Konkurrenzen und Synergien mit der Tierhaltung

Durch Konkurrenz- und Synergieeffekte kann durch die Biogasförderung ebenfalls die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung beeinflusst werden. In Milchviehregionen ist die Abschaffung der Tierhaltung eine mögliche Option, um Flächen für die Rohstoffversorgung von Biogasanlagen freizusetzen. In Ackerbauregionen kann hingegen die Versorgung von Biogasanlagen mit Wirtschaftsdünger durch die Kombination mit dem Betriebszweig „Veredlung“ gesichert werden. Der ökonomische Anreiz für derartige Strukturwirkungen kann mithilfe betriebswirtschaftlicher Kalkulationen ermittelt werden. Die Frage, ob derartige Anreize ausreichen, damit landwirtschaftliche Unternehmer tatsächlich investieren, kann nur im Gespräch mit ihnen geklärt werden.

Bei einer besseren ökonomischen Verwertung von Maissilage in Biogasanlagen als in der Milchviehhaltung kann es zu einer Verlagerung der Milcherzeugung auf das Grünland kommen. Die Wettbewerbsfähigkeit beider Produktionszweige im Hinblick auf die Acker- und Grünlandnutzung lässt sich betriebswirtschaftlich ermitteln. Allerdings ist auch hier eine Rückkopplung der kalkulatorischen Ergebnisse mit der landwirtschaftlichen Praxis notwendig, um ableiten zu können, wie wahrscheinlich eine derartige Entwicklung ist.

### (3) Veränderungen der Flächennutzung

Infolge der erhöhten Rohstoffnachfrage haben Landwirte die Option, ihre Flächen intensiver zu bewirtschaften. Diese Wirkung kann nur nachgewiesen werden, wenn bekannt ist, wie landwirtschaftliche Unternehmer ihre Flächenbewirtschaftung im Hinblick auf die Biogaserzeugung verändern wollen.

Bei einer erhöhten Rohstoffnachfrage und einer gleichzeitig höheren Verwertung von Maissilage als Grassilage in Biogasanlagen kann weiterhin ein starker Anreiz entstehen, ackerfähige Grünlandflächen umzubrechen und hierauf Maissilage anzubauen. Auch wenn in einigen Bundesländern ein Umbruchverbot für Grünland eingeführt wurde, könnten Biogasanlagenbetreiber Grünland umbrechen und eine Kürzung der Direktzahlungen in Kauf nehmen.

#### (4) Veränderungen betrieblicher Wachstumsstrategien

In einer wachsenden Volkswirtschaft sind Strukturwirkungen staatlicher Eingriffe nicht nur unter statischen, sondern auch unter dynamischen Gesichtspunkten relevant: Inwieweit werden die Investitionsabsichten der Akteure beeinflusst? Wenn ursprüngliche Wachstumsabsichten in bestehenden Betriebszweigen zugunsten der Biogaserzeugung fallengelassen werden, beeinflusst die Biogasförderung betriebliche Wachstumsstrategien. Derartige Auswirkungen können jedoch nur aufgedeckt werden, wenn die alternativen Investitions- und Wachstumspläne von Biogasinvestoren bekannt sind.

#### (5) Veränderung der Nährstoffströme

Auch die regionalen Nährstoffströme können durch die Biogaserzeugung beeinflusst werden. So stellt sich z. B. die Frage, ob der in der Biogaserzeugung überaus wertvolle Hähnchenmist, der bisher aufgrund seiner hohen wirtschaftlichen Transportwürdigkeit aus Veredelungsregionen in Ackerbauregionen exportiert wird, in Zukunft in Veredelungsregionen vergoren und anschließend als flüssiger Gärrest exportiert wird.

Weiterhin kann die Förderung der Gärresttrocknung über den KWK-Bonus (vgl. Kapitel 2.1.1) dazu führen, dass vermehrt sehr transportwürdiger Gärrest anfällt.

Wie stark der wirtschaftliche Anreiz ist, derartige Strategien umzusetzen, lässt sich über einen betriebswirtschaftlichen Vergleich unterschiedlicher Strategien zum Nährstoffexport ermitteln.

#### (6) Auswirkungen auf vor- und nachgelagerte Bereiche

Eine starke Ausdehnung der NawaRo-basierten Biogaserzeugung kann sich ebenfalls auf den Vorleistungs- und Weiterverarbeitungssektor auswirken. Wenn beispielsweise Getreidelager oder Reinigungsanlagen aufgrund eines verstärkten Energiemaisanbaus weniger ausgelastet sind oder geschlossen werden, steigen die Kosten für die Getreideerfassung und Weiterverarbeitung.

## **2.2.2 Ex-post-Analysen mit statistischen Daten**

Nachdem im vorherigen Kapitel der Informationsbedarf für die Analyse von Agrarstrukturwirkungen aufgezeigt wurde, wird nachfolgend überprüft, ob die verfügbaren statistischen Daten diesen Informationsbedarf decken. Hierfür werden die vorhandenen Datenquellen mit Blick auf ihren Informationsgehalt und ihre Erhebungsintervalle überprüft. Anschließend werden die Resultate bisheriger Analysen auf Basis statistischer Daten skizziert und in einer eigenen Analyse überprüft, inwiefern bisherige Entwicklungsmuster mit statistischen Daten erklärt werden können.

### **2.2.2.1 Verfügbare statistische Datenquellen**

Um die Aussagekraft bisheriger Ex-post-Untersuchungen auf Basis agrarstatistischer Daten besser einordnen zu können, werden zunächst die verfügbaren Datenquellen vorgestellt. Dabei wird überprüft, ob die in der Statistik erhobenen Informationen für eine agrarstrukturelle Analyse der Biogasförderung ausreichen, oder ob weitere empirische Informationen erforderlich sind. Als mögliche Datenquellen werden die Agrarstatistik sowie weitere Daten zum Biogasanlagenbestand berücksichtigt.

#### **Agrarstatistische Daten**

Eine jährlich aktualisierte und repräsentative Informationsquelle zur Situation in der Landwirtschaft ist das Testbetriebsnetz. Hierin werden Buchführungsergebnisse einer repräsentativen Stichprobe erfasst und vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ausgewertet (BMELV, 2011: 3). Neben ökonomischen Kenngrößen, Daten zur Anbaustruktur und den Naturalerträgen enthalten die Testbetriebsdaten prinzipiell auch Angaben zu den Erlösen und Aufwendungen für die Biogaserzeugung. Allerdings werden Biogasanlagen in der Regel als gesonderter Gewerbebetrieb geführt, sodass die Ergebnisse nicht im landwirtschaftlichen Buchführungsabschluss auftauchen.

Eine sehr umfangreiche agrarstatistische Datenquelle ist die Agrarstrukturenerhebung. In ihr werden Informationen zur Produktionsstruktur der Betriebe sowie zu den wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen der Betriebsleiter erfasst (FDZ, 2009: 3). Dabei ist zwischen der im Zweijahresrhythmus durchgeführten repräsentativen Erhebung und der alle vier Jahre stattfindenden Totalerhebung (1999, 2003, 2007, 2010) zu unterscheiden (FDZ, 2009: 3). Die Totalerhebungen ermöglichen es, die Entwicklung einzelner Betriebe über mehrere Jahre nachzuvollziehen. Da die Daten weiterhin hoch aufgelöst auf Gemeindeebene dargestellt werden können, erscheinen vor allem die Daten der Totalerhebung für eine agrarstrukturelle Untersuchung der Biogasförderung geeignet.

Hinsichtlich der Biogaserzeugung werden bisher jedoch erst sehr wenige Informationen erfasst:

- In der Agrarstrukturhebung 2003 wurden die Betriebe lediglich nach Einkünften aus dem Verkauf erneuerbarer Energien allgemein gefragt, das heißt, es wurden keine speziellen Daten zur Biogasproduktion erhoben. Informationen zum Anbauumfang von Energiepflanzen auf den Betrieben wurden ebenfalls nicht erfasst (FDZ, 2003).
- In der Agrarstrukturhebung 2007 wurde der Anbauumfang einzelner Substrate für die Biogaserzeugung berücksichtigt. Allerdings wurde nicht zwischen dem Anbau für eine eigene oder eine Fremdanlage unterschieden. Ob die Betriebsleiter selbst eine Biogasanlage betrieben haben, ging aus der Agrarstrukturhebung 2007 ebenfalls nicht hervor (FDZ, 2007).
- Erst in der Agrarstrukturhebung 2010 wurden detailliertere Informationen zur Biogaserzeugung abgefragt. Die Betriebsleiter mussten angeben, ob sie in den letzten zwölf Monaten in eine Biogasanlage investiert haben, welche elektrische Leistung die Biogasanlage hat und wie hoch der Gülleanteil am Substratinput ist. Der Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung wurde hingegen nicht mehr explizit erfragt (FDZ, 2010).

Somit enthält die Agrarstrukturhebung nur sehr rudimentäre Daten zur Biogaserzeugung. Von dem in Kapitel 2.1.1 dargestellten Informationsbedarf für die in dieser Arbeit zu analysierenden Strukturwirkungen fehlen insbesondere folgende Informationen:

- Herkunft der Substrate
- Anpassungen von Biogasinvestoren in der Rinderfütterung
- Veränderung der Intensität in der Flächennutzung von Biogasinvestoren
- Alternative Investitionsentscheidungen von Biogasinvestoren
- Veränderungen der Nährstoffströme

Auch wenn der Detaillierungsgrad der Informationen zur Biogaserzeugung in der Agrarstrukturhebung künftig erhöht wird, sind agrarstrukturelle Wirkungen mit ihr nur verzögert festzustellen. Ursache hierfür sind die a) weiten Erhebungsintervalle von vier Jahren und b) Verzögerungen bei der Datenauswertung. Beispielsweise waren die Daten der Agrarstrukturhebung 2010 zum Zeitpunkt der EEG-Novellierung im Juni 2011 noch nicht verfügbar, sodass mögliche Erkenntnisse über agrarstrukturelle Wirkungen nicht für die Novellierung berücksichtigt werden konnten (RÖDER und OSTERBURG, 2011: 86).

Im Unterschied zur Agrarstrukturhebung werden die Daten des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) jährlich aktualisiert. Die Daten stammen aus den EU-Beihilfeanträgen der Landwirte und enthalten somit Informationen zu a) dem Umfang der bewirtschafteten Fläche, b) den angebauten Kulturen und c) den vorhandenen Viehbeständen (OSTERBURG et al. 2009: 31).

Allerdings geht auch aus den InVeKoS-Daten nicht eindeutig hervor, ob der landwirtschaftliche Unternehmer eine Biogasanlage betreibt. In der Vergangenheit konnte lediglich auf Basis der Energiepflanzenprämie und des Maisanbaus auf Stilllegungsflächen zwischen Betrieben mit und ohne Gärsubstratanbau unterschieden werden. Da sowohl die Energiepflanzenprämie als auch die Flächenstilllegung abgeschafft wurden, ist künftig jedoch keine eindeutige Differenzierung zwischen Energie- und Futtermais mehr möglich (OSTERBURG 2010: 7-8).

Insgesamt werden die InVeKoS-Daten somit zwar in kürzeren Intervallen aktualisiert, die Informationstiefe zur Biogaserzeugung ist jedoch nicht höher als in den Daten der Agrarstrukturhebung. Damit fehlen auch in den InVeKoS-Daten wesentliche Informationen, um die in dieser Arbeit betrachteten Strukturwirkungen zu analysieren (vgl. Kapitel 2.1.1).

### **Statistische Daten zum Biogasanlagenbestand**

Da aus den verfügbaren agrarstatistischen Daten kaum Informationen zum Biogasanlagenbestand hervorgehen, stellt sich die Frage, inwiefern hierfür alternative Datenquellen zur Verfügung stehen.

Die Bundesnetzagentur erfasst im Rahmen ihrer Überwachungstätigkeit zum EEG deutschlandweit Daten zum Biogasanlagenbestand. Die von den Stromlieferanten, Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreibern übermittelten Daten zur erzeugten EEG-Strommenge und EEG-Vergütung werden jährlich in einem Statistikbericht zum EEG veröffentlicht (BUNDESNETZAGENTUR, 2011: 10). Allerdings wird hierin die Biogaserzeugung mit anderen Formen der biogenen Stromerzeugung (z. B. Pflanzenöl-BHKWs, Holzheizkraftwerke) zusammengefasst. Eine regionale Differenzierung erfolgt lediglich auf Ebene der Bundesländer (BUNDESNETZAGENTUR, 2011: 13-14). Allerdings können wissenschaftliche Einrichtungen für weitergehende Analysen einen Zugang zur Datenbank beantragen. In ihr sind die Anlagengröße, die Postleitzahl, das Jahr der Inbetriebnahme sowie die erzeugte Strommenge und erhaltene EEG-Vergütung angegeben. Informationen zur Zusammensetzung und Herkunft der Substrate fehlen jedoch.

Weiterhin sind die Daten aufgrund der vorgegebenen Fristen und notwendigen Plausibilitätsprüfungen nur zeitverzögert verfügbar. Beispielsweise standen die Daten aus dem Jahr 2009 erst im März 2011 zur Verfügung.

Auch das DBFZ führt eine deutschlandweite Datenbank zum Biogasanlagenbestand. Sie enthält Angaben zur Anlagengröße und zur regionalen Verteilung der Anlagen. Die Daten basieren auf Auskünften von Landesbehörden. Einigen Landesbehörden liegen jedoch lediglich Informationen zu den nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungsbedürftigen Anlagen vor, wodurch die Datenqualität zwischen den einzelnen Bundesländern variiert (DBFZ, 2011: 36-41).



Somit ist festzuhalten, dass die Informationstiefe der vorhandenen Datenquellen zum Biogasanlagenbestand nicht über die Anlagengröße, die eingespeiste Strommenge sowie die regionale Verteilung hinausgeht. Angaben zur Rohstoffherkunft und zur Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe sind nicht enthalten.

### **2.2.2.2    Bisherige Ergebnisse statistischer Ex-post-Analysen**

Nachdem im vorherigen Kapitel die verfügbaren statistischen Daten zur Ex-post-Analyse von Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung aufgezeigt wurden, werden nachfolgend bisherige Ergebnisse zur Strukturwirkung der Biogasförderung auf Basis dieser Daten skizziert.

ROTHER et al. (2010) untersuchen mithilfe von Daten der Agrarstrukturerhebung aus den Jahren 2003 und 2007 sowie der regionalen Anlagendichte, wie sich die Biogasförderung auf die Flächennutzung ausgewirkt hat. Dabei stellen sie fest, dass sich Schwerpunkte des Energiemaisanbaus im norddeutschen Tiefland sowie in Süddeutschland gebildet haben. Hier ist weiterhin ein Schwerpunkt des Energiemaisanbaus in Futterbauregionen zu erkennen. Allerdings merken sie an, dass die Angaben der Betriebsleiter zum Energiemaisanbau mit Unsicherheiten verbunden sind, da die Landwirte zum Zeitpunkt der Erhebung vielfach noch nicht wussten, ob der Silomais als Energie- oder Futtermais verwendet wird (ROTHER et al., 2010: 126-135).

Weiterhin untersuchen sie für Niedersachsen anhand von InVeKoS-Daten der Jahre 2005 bis 2007 sowie Daten zu Anlagenstandorten von Biogasanlagen, inwiefern die Biogasfermentation zu Veränderungen in der Flächennutzung und Viehhaltung führt. Hierfür identifizieren sie Betriebe mit Substratanbauflächen anhand der Energiepflanzenprämie sowie dem Maisanbau auf Stilllegungsflächen. Dabei kommen sie zu folgenden Ergebnissen (ROTHER et al., 2010: 144-154):

- Der Energiemaisanbau findet vor allem in Regionen und auf Betrieben mit zuvor bereits hohen Maisanteilen statt.
- In räumlicher Nähe von Biogasanlagen erhöht sich der Anteil des Energiemais an der Ackerfläche erheblich.
- Auf 59 % der umgewandelten Grünlandflächen wird Mais angebaut. Allerdings sind hiervon nur 8 Prozentpunkte auf Energiemais zurückzuführen.
- Eine Verdrängung der Tierhaltung aufgrund des Substratanbaus für Biogas ist anhand der Daten nicht zu erkennen.

Mit dem Wegfall der Energiepflanzenprämie und der Flächenstilllegung ist eine flächenscharfe Zuordnung des Gärsubstratanbaus künftig jedoch nicht mehr möglich (ROTHER et al., 2010: 143). Da aus den InVeKoS-Daten weiterhin nicht hervorgeht, ob auf einem Be-

trieb eine Biogasanlage betrieben wird, können strukturelle Veränderungen auf Betrieben mit Biogasanlagen nicht eindeutig identifiziert werden.

RÖDER und OSTERBURG (2011) nutzen im Rahmen einer Evaluierung des EEG 2009 Daten der Agrarstrukturhebungen von 1999, 2003 und 2007. Sie untersuchen, ob sich Betriebe, in denen Gärsubstrate angebaut werden, in ihrer Entwicklung von Betrieben ohne Gärsubstratanbau unterscheiden. Sie kommen zu folgenden Ergebnissen (RÖDER und OSTERBURG, 2011: 105-106):

- Mit Ausnahme von intensiven Milchviehbetrieben verringert sich das betriebliche Wachstum in der Tierhaltung auf Betrieben mit Gärsubstratanbau.
- Der Futteranbau wird auf Betrieben mit Gärsubstratanbau intensiviert.
- Der Zukauf von landwirtschaftlichen Nutzflächen ist auf Betrieben mit Gärsubstratanbau deutlich erhöht.
- Tendenziell zahlen Betriebe mit Gärsubstratanbau höhere Pachtpreise.

Die Autoren merken jedoch an, dass die Wirkungen bisher gering sind und aufgrund der nicht verfügbaren Daten aus der Agrarstrukturhebung 2010 keine spezifischen Aussagen zu den Auswirkungen des EEG 2009 getroffen werden können (RÖDER und OSTERBURG, 2011: 105).

BREUSTEDT und HABERMANN (2010) prüfen in einem räumlich ökonometrischen Modell den Einfluss der Biogasförderung auf die Pachtpreise. Sie verwenden Daten zu Neupachtpreisen aus den Agrarstrukturhebungen der Jahre 1999 und 2007. Für Westdeutschland weisen sie einen signifikanten, jedoch nur moderaten positiven Zusammenhang zwischen einzelbetrieblichen Energiemaisanteilen und der Höhe der Neupachtpreise nach (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010: 12). Aufgrund der schlechten Datenlage gehen sie jedoch von einer Unterschätzung des Effektes aus (BREUSTEDT und HABERMANN, 2010: 12). Da lediglich Daten aus dem Jahr 2007 zur Verfügung standen, war es nicht möglich, den Einfluss des EEG 2009 zu untersuchen.

THEUVSEN et al. (2011) untersuchen mithilfe einer multiplen Regressionsanalyse den Einfluss der Biogaserzeugung auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen. Hierfür kombinieren sie Daten aus der Agrarstrukturhebung 2007 und Daten vom Niedersächsischen Landwirtschaftsministerium zur Biogasanlagendichte mit Daten aus einer schriftlichen Befragung von Landwirten (THEUVSEN et al., 2011: 57). Sie können ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Biogasanlagendichte auf den Pachtpreisanstieg nachweisen. Weiterhin zeigt sich, dass der Einfluss der Viehdichte den Pachtpreisanstieg stärker beeinflusst (THEUVSEN et al., 2011: 58).

Insgesamt offenbaren die bisherigen Ergebnisse, dass Aussagen zur Agrarstrukturwirkung unterschiedlicher EEG auf Basis von Ex-post-Analysen nur mit erheblicher zeitlicher Verzögerungen möglich sind. Die in Kapitel 2.1.1 genannten indirekten Strukturwirkungen

wurden aufgrund fehlender Daten bisher kaum untersucht. Um indirekte Strukturwirkungen analysieren zu können, werden ebenfalls in erheblichem Umfang ergänzende Informationen benötigt.

### 2.2.2.3 Eigene Ex-post-Analyse zum regionalen Entwicklungsmuster der Biogaserzeugung

Nachdem zuvor der Forschungsstand von Ex-post-Analysen zur Strukturwirkung aufgezeigt wurde, wird im Rahmen einer eigenen Analyse der Frage nachgegangen, ob mit den verfügbaren Daten regionale Entwicklungsunterschiede erklärt werden können, oder ob ggf. kleinräumigere Analysen besser geeignet sind.

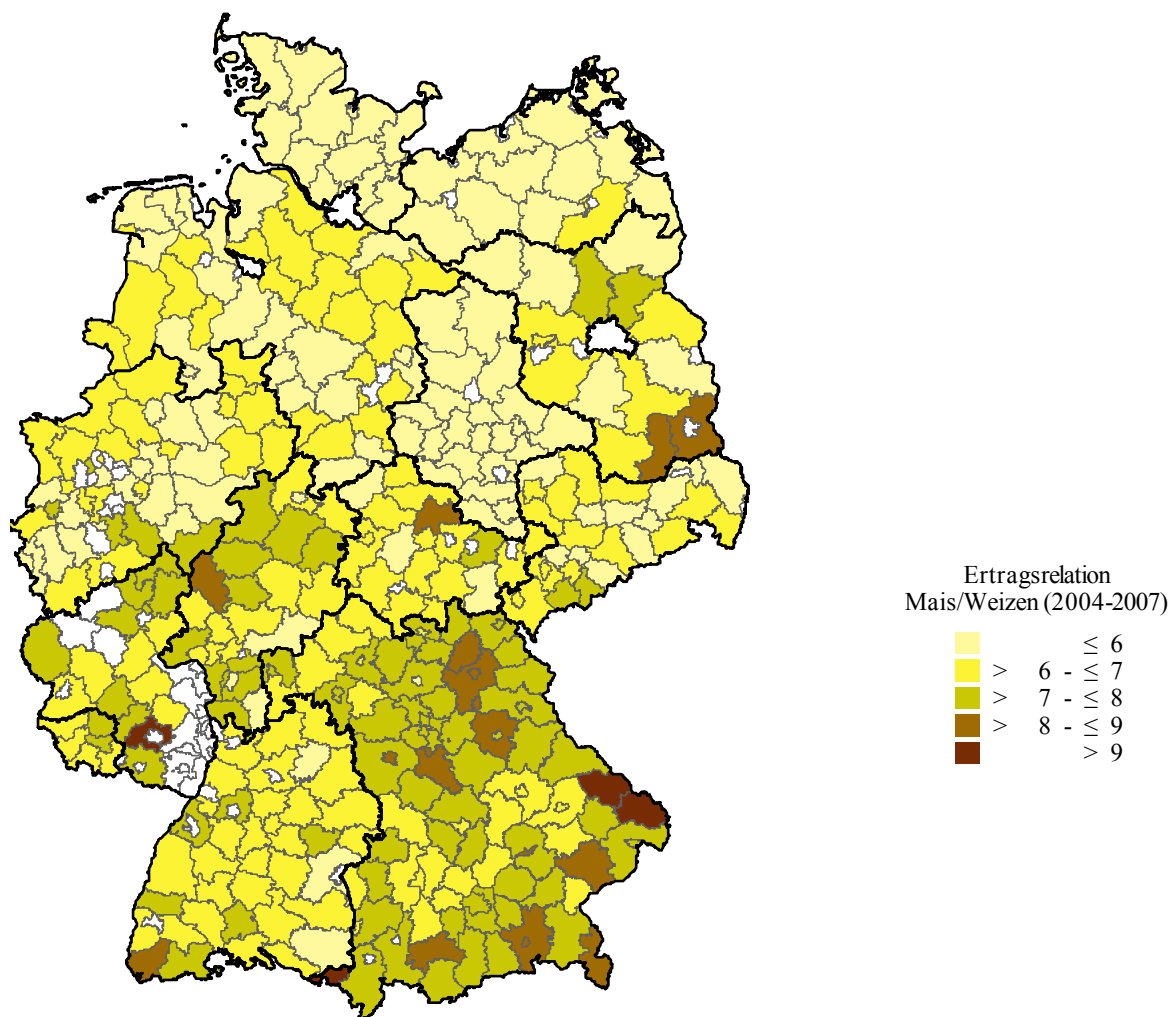
Zur Beantwortung werden nachfolgend zunächst wesentliche Standortparameter für die Biogaserzeugung auf Landkreisebene aus der Agrarstatistik abgeleitet. Es wird analysiert, inwiefern diese Parameter regionale Entwicklungsmuster der Biogaserzeugung erklären können.

Viele Standortfaktoren der Biogaserzeugung, wie die Möglichkeit, Wärme abzusetzen oder die Entfernung zum Erdgasnetz, variieren bereits innerhalb kleinräumiger Regionen. Folglich können sie nicht herangezogen werden, um räumliche Muster zu erklären. Für regional unterschiedliche Entwicklungen und Strukturwirkungen der Biogaserzeugung sind jedoch vor allem vier Faktoren bedeutsam, die sich systematisch im Raum unterscheiden können:

- (1) **Ertragsrelation:** Die Substratkosten können sich je nach Standortbedingungen räumlich unterscheiden. Mit einem Anteil von 40 bis 50 % an den Gesamtkosten haben sie einen entscheidenden Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit (WBA, 2007: 152). Wie in Kapitel 2.1.2 gezeigt wurde, wird überwiegend Maissilage als Rohstoff in der Biogaserzeugung eingesetzt. Da Mais mit anderen Kulturen um die Fläche konkurriert, können regional unterschiedliche Nutzungskosten der Fläche zu regional unterschiedlichen Substratkosten führen. Die Nutzungskosten entsprechen dem entgangenen Gewinnbeitrag der verdrängten Kultur und werden neben den Marktpreisen vor allem durch Relation zwischen den Naturalerträgen der Alternativkultur und den Silomaiserträgen bestimmt. Da in der Regel Getreide in Konkurrenz zum Energiemaisanbau steht, ist in Karte 2.2 die Ertragsrelation zwischen Weizen und Silomais dargestellt. Folgende Schlussfolgerungen lassen sich daraus ableiten:
  - Die günstigsten Ertragsrelationen mit mehr als 8 dt Silomaisertrag je dt Weizen finden sich überwiegend in Bayern. Hier sind die Nutzungskosten für die Fläche folglich am geringsten, sodass von einer hohen Vorzüglichkeit des Energiemaisanbaus auszugehen ist. Allerdings zeigt sich innerhalb Bayerns kein klarer Zusammenhang zur installierten Leistung je 100 ha AF (vgl. Karte 2.1).

- In vielen Teilen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins werden hingegen weniger als 6 dt Silomais je dt Getreide geerntet. Dennoch finden sich hier trotz der vergleichsweise ungünstigen Ertragsrelationen und somit hohen Nutzungskosten der Fläche sehr hohe Anlagendichten.
- Statistisch kann anhand einer Korrelationsanalyse ermittelt werden, inwiefern die Ausdehnung der Biogaserzeugung durch Ertragsrelation zwischen Silomais und Weizen beeinflusst wird. Der geringe Korrelationskoeffizient von 0,08 bestätigt den geringen Zusammenhang auf Kreisebene.

**Karte 2.2:** Regional differenzierte Ertragsrelationen zwischen Silomais und Weizen

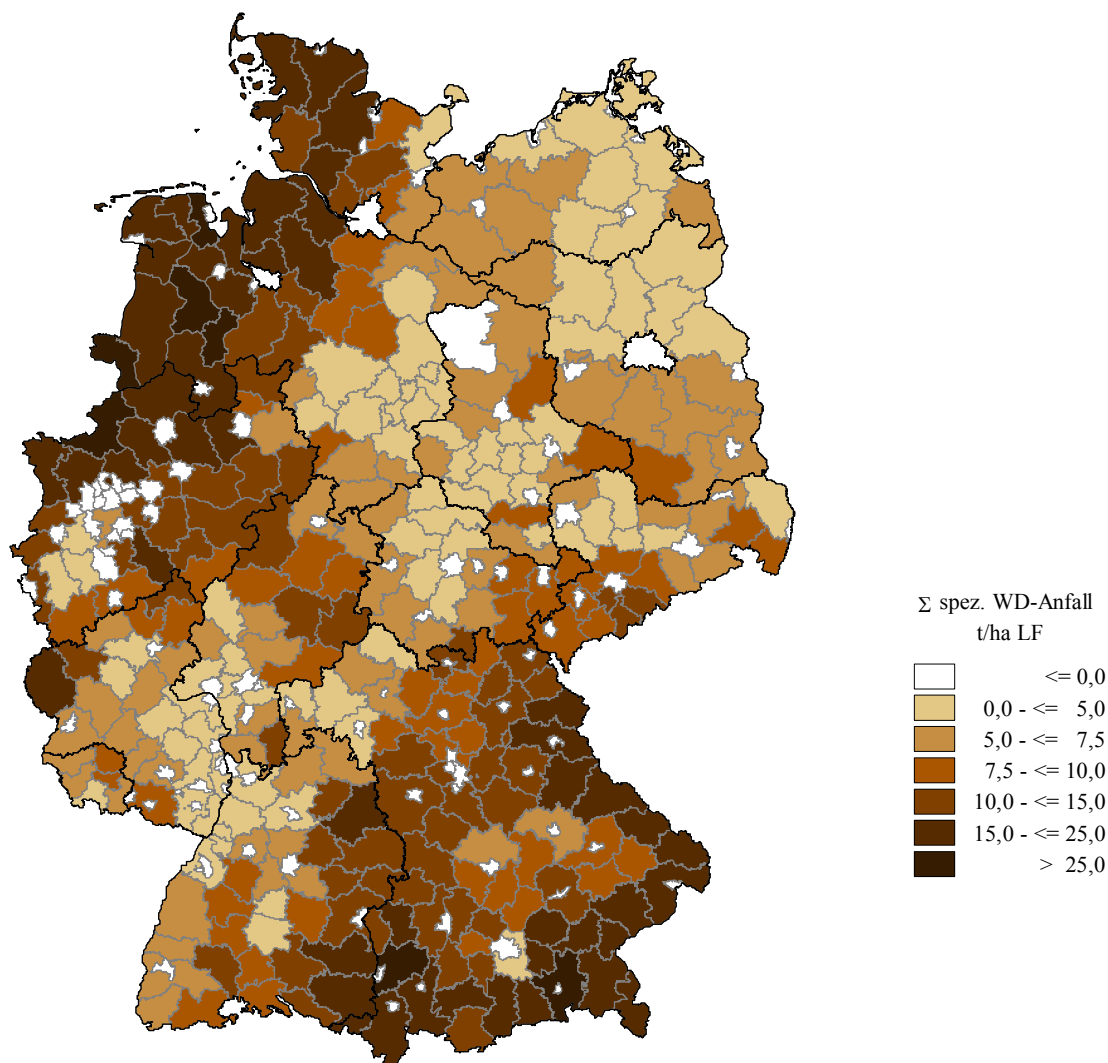


Quelle: Eigene Berechnungen; Statistische Ämter des Bundes und der Länder – GENESIS ONLINE regional (2007).

- (2) **Wirtschaftsdüngeraufkommen:** Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, wird seit dem EEG 2009 über den Güllebonus ein Anreiz geschaffen, Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen einzusetzen. Mit Ausnahme von Geflügelkot sind Wirtschaftsdünger aufgrund des hohen Wasseranteils wirtschaftlich nur sehr begrenzt transportwürdig. Daher ist unter den Bedingungen des EEG 2009 die kleinräumige Verfügbarkeit von

Wirtschaftsdüngern ein wesentlicher Standortvorteil für Biogasanlagen. Wie aus der Karte 2.3 ersichtlich wird, unterscheidet sich das regionale Wirtschaftsdüngeraufkommen erheblich:

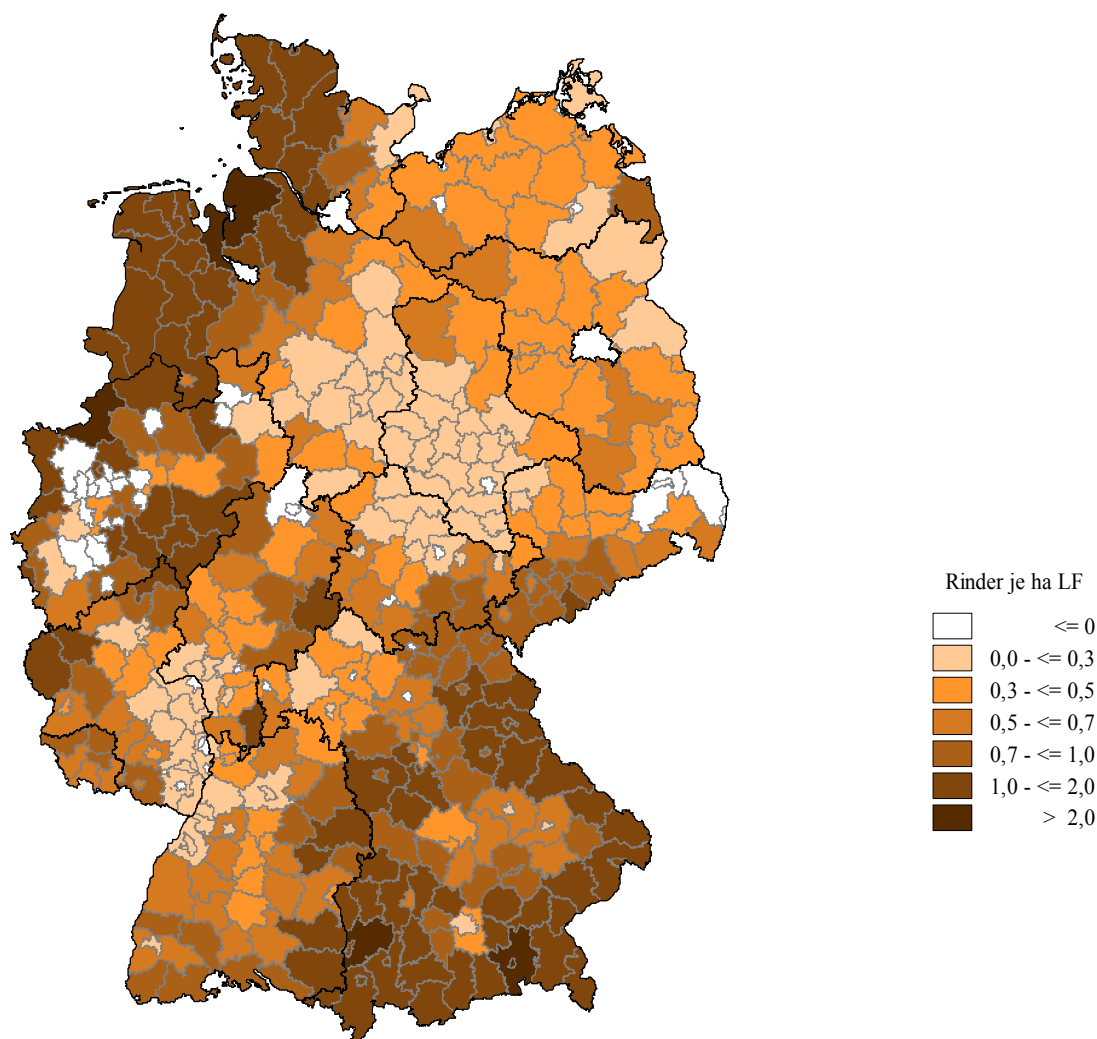
- Insbesondere im südlichen Teil Bayerns sowie in der norddeutschen Küstenregion ist der Wirtschaftsdüngeranfall mit mehr als 20 t/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche überdurchschnittlich hoch.
  - Mit mehr als 20 t/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche fällt weiterhin überdurchschnittlich viel Wirtschaftsdünger in den Veredlungsregionen Niedersachsens und Nordrhein-Westfalens an.
  - Im südöstlichen Niedersachsen und dem angrenzenden Sachsen-Anhalt liegt das Wirtschaftsdüngeraufkommen jedoch unter 5 t/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche.
  - Auch im Osten von Rheinland-Pfalz sowie in Teilen von Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg ist das Wirtschaftsdüngeraufkommen mit 5-10 t/ha LF vergleichsweise gering.
  - Im Vergleich mit der installierten elektrischen Leistung je ha LF (Karte 2.1) zeigt sich, dass in vielen Regionen mit überdurchschnittlichem Wirtschaftsdüngeranfall auch die installierte Leistung besonders hoch ist. Auf der anderen Seite ist in den meisten Regionen mit geringem Wirtschaftsdüngeranfall auch nur wenig elektrische Leistung installiert. Somit scheint das Wirtschaftsdüngeraufkommen einen erheblichen Einfluss auf die regionale Entwicklung der Biogaserzeugung zu haben.
  - Statistisch lässt sich dieser erste qualitative Befund erhärten: Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Wirtschaftsdüngeranfall je ha LF und der installierten Leistung je ha LF beträgt 0,37. Das heißt, in der Tendenz geht ein Anstieg der Anlagenleistung mit einem zunehmendem Wirtschaftsdüngeranfall einher – und umgekehrt. Allerdings können über das Wirtschaftsdüngeraufkommen lediglich 14 % der Varianz der Anlagendichte erklärt werden ( $r^2=0,14$ ).
- (3) **Flächenkonkurrenz zur Rinderhaltung:** Für die Biogaserzeugung wird unter Rentabilitäts Gesichtspunkten ebenso wie in der Rinderfütterung Silomais benötigt, der wirtschaftlich nicht über weite Strecken transportiert werden kann. In Regionen mit hoher Rinderdichte und ohne weiteres Expansionspotenzial für den Maisanbau konkurriert die Biogaserzeugung daher direkt mit der Rinderhaltung um Flächen zur Rohstoffversorgung. Das heißt, es ist theoretisch davon auszugehen, dass die Flächennutzungskosten für Biogas unter sonst gleichen Bedingungen in den intensiven Rindviehregionen höher sind als in anderen Regionen, sodass in den ausgeprägten „Rindviehregionen“ ein eher unterdurchschnittlicher Biogasanlagenbestand zu erwarten ist.

**Karte 2.3:** Rechnerisches Wirtschaftsdüngeraufkommen in Deutschland

Quelle: Eigene Berechnungen; Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2007) (GENESIS).

Die Karte 2.4, in der die Rinderdichte je Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche dokumentiert ist, lässt folgende Rückschlüsse zu:

- Ein hoher Raufutterbedarf für die Rinderfütterung besteht vor allem am Küstenstreifen in Norddeutschland sowie in vielen Teilen Bayerns.
- Da in diesen Regionen gleichzeitig eine hohe Anlagendichte vorliegt (vgl. Karte 2.1), lässt sich die räumliche Differenzierung der Biogasproduktion nicht mit dem Indikator „Konkurrenz mit der Rinderproduktion“ erklären. Vielmehr ist aus der Perspektive der Biogasproduktion eher von einer starken Wettbewerbsposition derselben auszugehen.
- Ein geringer Korrelationskoeffizient von 0,31 lässt lediglich einen positiven Zusammenhang zwischen der Rinderdichte und der installierten Leistung je ha LF vermuten. Das Bestimmtheitsmaß beträgt jedoch nur 0,01.

**Karte 2.4:** Regional differenzierte Rinderdichte in Deutschland

Quelle: Eigene Berechnungen; Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2007) (GENESIS).

- (4) **Konkurrenz um Flächen zur Nährstoffausbringung:** In der Düngeverordnung (DÜV) sind Höchstgrenzen zur Nährstoffausbringung vorgeschrieben. Aufgrund der intensiven Viehhaltung kommt es nach der DÜV in einigen Regionen Deutschlands bereits zu Nährstoffüberschüssen auf Kreisebene, sodass Nährstoffe in andere Landkreise exportiert werden müssen. Folglich konkurrieren in diesen Regionen die in Biogasanlagen zusätzlich anfallenden Gärreste – soweit diese aus der Vergärung von NaWaRo stammen – mit Wirtschaftsdüngern aus der Tierhaltung um die Ausbringungsfläche für Nährstoffe. Um diese Konkurrenz regional differenziert zu illustrieren, wird in Karte 2.5 der Indikator „Stickstoffanfall (N) aus Wirtschaftsdüngern je ha landwirtschaftliche Nutzfläche“ auf Landkreisebene dargestellt. Folgende regionale Muster sind zu erkennen:

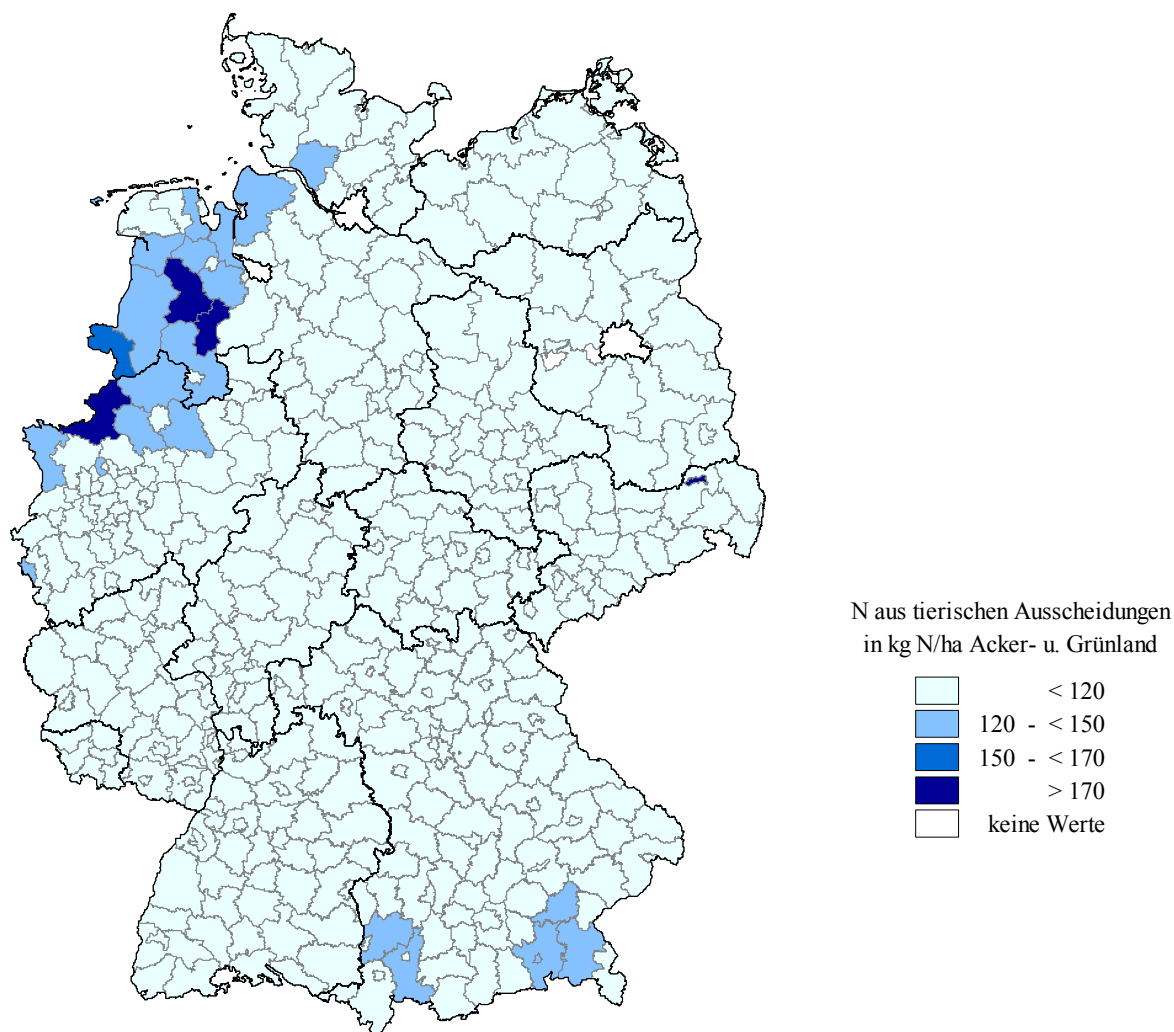
- Die in der DÜV vorgeschriebene Höchstgrenze von 170 kg N/ha LF<sup>3</sup> aus Wirtschaftsdüngern wird in den Kreisen Vechta, Cloppenburg sowie Borken überschritten.<sup>4</sup> Das heißt, in diesen Kreisen findet schon heute ein kostenträchtiger überregionaler Nährstoffexport (siehe Abschnitt 2.3.4.2) statt. In der Folge erhöht jede Biogasanlage diese Exporte unmittelbar. Das wiederum lässt vermuten, dass Biogasanlagen hier im Vergleich zu anderen Regionen unter sonst gleichen Bedingungen weniger wirtschaftlich sind.
- In den umliegenden Kreisen im Südwesten von Niedersachsen sowie Nordwesten von Nordrhein-Westfalen liegt der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern mit mehr als 120 kg N/ha LF ebenfalls vergleichsweise hoch. Ein ähnlich hoher Stickstoffanfall findet sich lediglich noch in einigen Landkreisen Bayerns. Es ist darauf hinzuweisen, dass in der Realität nicht die gesamte LF eines Kreises zur Nährstoff-Ausbringung zur Verfügung stehen dürfte, z. B. weil Grundeigentümer bzw. Landwirte dies mit Blick auf die dort stattfindende Produktion (Stichwort: Obst- und Gemüsebau) oder wegen der damit verbundenen Geruchsbelästigungen nicht wünschen. Daraus folgt, dass es auch schon unterhalb der rechtlichen Schwelle von durchschnittlich 170 kg N/ha LF zu einem regionalen Nährstoffexport kommen dürfte. Das wiederum heißt, dass unter sonst gleichen Bedingungen auch diese Regionen im interregionalen Vergleich relativ weniger attraktiv sind als Regionen mit geringerem Nährstoffanfall.
- Die bisherige Entwicklung der Biogaserzeugung (vgl. Karte 2.1) zeigt jedoch, dass trotz vorhandener Nährstoffüberschüsse und den damit verbundenen Entsorgungskosten in diesen Regionen sehr hohe Anlagendichten vorliegen. Somit stellt sich die Frage, wie die Biogaserzeugung trotz der vorhandenen Nährstoffüberschüsse wirtschaftlich zu betreiben ist und welche Strukturwirkungen sich aus dem zusätzlichen Nährstoffanfall ergeben.
- Da der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern vom Wirtschaftsdüngeraufkommen bestimmt wird, liegt der Korrelationskoeffizient zwischen Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdüngern und der installierten Leistung je ha LF ebenfalls bei 0,37.

---

<sup>3</sup> Neben der Obergrenze von 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdüngern ist weiterhin zu berücksichtigen, dass der Stickstoffüberschuss im dreijährigen Mittel 60 kg/ha LF nicht überschreiten darf.

<sup>4</sup> Für Gärreste wird hinsichtlich der 170 kg N-Grenze lediglich der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft angerechnet.



**Karte 2.5:** Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger vor Abzug von Lagerverlusten

Quelle: OSTERBURG, 2008.

Die Analyse der regionalen Streuung wesentlicher Parameter der Biogaserzeugung auf Kreisebene führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- (1) Die Annahme, dass relative Ertragsvorteile von Silomais und damit verbunden geringe Nutzungskosten der Fläche die Biogaserzeugung positiv beeinflussen, kann auf Kreisebene empirisch nicht bestätigt werden.
- (2) Stattdessen scheint ein hohes Wirtschaftsdüngeraufkommen die Entwicklung der Biogaserzeugung positiv zu beeinflussen.
- (3) Weiterhin ist die installierte Leistung in Regionen mit hoher Rinderdichte tendenziell erhöht. Daher stellt sich die Frage, wie diese „Koexistenz“ von zunächst konkurrierenden Betriebszweigen zu erklären ist.
- (4) Die Hypothese, dass es in Regionen mit Nährstoffüberschüssen und den damit verbunden Zusatzkosten für den regionalen Export von Gärresten zu einer geringeren

Entwicklung der Biogaserzeugung kommt, bestätigt sich empirisch nicht. Daher stellt sich die Frage, wie trotz der vorhandenen Nährstoffüberschüsse die Biogaserzeugung wirtschaftlich zu betreiben ist und wie sich aufgrund der Biogaserzeugung Nährstoffströme verändern.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine Ex-post-Analyse auf Basis von Kreisdaten regionale Entwicklungsunterschiede nicht eindeutig erklären kann. Für die im Rahmen dieser Arbeit durchzuführende Ex-ante-Analyse lässt sich daraus ableiten, dass die Analysen auf einer kleinräumigeren Ebene wie zum Beispiel einiger Gemeinden erfolgen sollte.

### **2.2.3 Ex-ante-Modellierung der bundesweiten Biogaserzeugung**

Nachdem zuvor der Forschungsstand für Ex-post-Analysen zur agrarstrukturellen Wirkung der Biogasförderung vorgestellt wurde, wird nachfolgend beschrieben, zu welchen Resultaten Ex-ante-Modellierungsansätze kommen. Zwar existieren unterschiedliche Modellansätze, mit denen Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung untersucht werden können (vgl. hierzu RAUH, 2010; BRAUN et al., 2010). Da sich die anderen genannten Arbeiten jedoch auf kleinräumige Untersuchungsregionen beschränken, wird in der praktischen Politikberatung überwiegend das regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem (RAUMIS) eingesetzt. Daher beziehen sich die nachfolgenden Betrachtungen lediglich auf die bisherigen RAUMIS-Ergebnisse.

Für ein besseres Verständnis der vorliegenden Modellergebnisse und deren Einordnung werden zunächst die Funktionsweise und der Abbildungsbereich des Modells beschrieben. Anschließend werden die bisherigen Prognoseergebnisse skizziert und mit der bisher zu beobachtenden Entwicklung der Biogasproduktion verglichen.

#### **2.2.3.1 Das Modell RAUMIS im Überblick**

Das Modell RAUMIS ist ein Angebotsmodell, das die Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Produktionsverfahren in Abhängigkeit von vorgegebenen Preisannahmen abbildet. Um die regionale Entwicklung des Energiemaisanbaus abschätzen zu können, werden jedoch ebenfalls Informationen zur Nachfrage benötigt. Hierunter fallen insbesondere Informationen zum künftigen Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer in die Biogaserzeugung. Da die Nachfrage nach Energiemais in RAUMIS nicht abgebildet wird, müssen entweder a) regional differenzierte Energiemaispreise vorgegeben werden oder b) der künftige Zubau von Biogasanlagen mit anderen Modellansätzen abgeleitet werden. Welche Ansätze hierfür bisher verfolgt werden, wird nachfolgend erläutert.

## **Modellierung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit von Produktionsverfahren mit RAUMIS**

Das Modell RAUMIS wurde am Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn entwickelt und wird seit 1996 am Johann Heinrich von Thünen-Institut in Braunschweig gepflegt und erweitert (HENRICHSMEYER et al., 1996: iii).

In RAUMIS wird mithilfe von 326 Regionshöfen modelliert, wie sich langfristig die landwirtschaftliche Produktion, der Faktoreinsatz, das Einkommen sowie Umweltwirkungen bei veränderten agrarwirtschaftlichen Rahmenbedingungen entwickeln (CYPRIS, 2000: 5). Ein Regionshof wird aus den Daten der Agrarstatistik abgeleitet und repräsentiert als fiktiver Betrieb die Produktion und Faktorausstattung eines Landkreises. Dabei werden über 50 landwirtschaftliche Erzeugnisse und 40 landwirtschaftliche Produktionsverfahren berücksichtigt. Die Produktionsverfahren werden überwiegend mit KTBL-Daten spezifiziert. Die regional eingesetzten Inputmengen werden anhand von Trendfortschreibungen aus statistischen Daten oder aus ertragsabhängigen Bedarfsfunktionen sowie Algorithmen zur Bestimmung der optimalen speziellen Intensität in Abhängigkeit von Produkt-Faktorpreisrelationen ermittelt (KREINS UND GÖMANN 2008: 197 f.).

Die agrarstrukturellen Folgen werden durch einen komparativ-statischen Vergleich ermittelt. Hierfür wird zunächst in einem sogenannten Baseline-Szenario analysiert, welche Produktionsstruktur sich bei unveränderten politischen Rahmenbedingungen in einem definierten Zieljahr einstellt. Danach wird die Produktionsstruktur im Zieljahr für unterschiedliche agrarpolitische Szenarien ermittelt. Abschließend werden die Szenarien mit dem Baseline-Szenario verglichen und Schlussfolgerungen zu einzelnen Politikmaßnahmen getroffen. Da für die Szenarien lediglich ein Gleichgewicht für das Zieljahr berechnet wird, werden mögliche Entwicklungsschritte bis zum Zieljahr nicht berücksichtigt (ROTHER et al., 2010: 156).

Die optimalen Produktionsumfänge verschiedener Produktionsverfahren der einzelnen Regionshöfe werden mithilfe eines positiv-mathematischen Programmierungsansatzes (PMP) bestimmt. Dieses Verfahren ermöglicht es, das häufig bei linearen Modellen auftretende Problem der Überspezialisierung zu vermeiden. Nach CYPRIS (2000; 20 ff.) lassen sich folgende wesentliche Erklärungsgründe<sup>5</sup> für eine Überspezialisierung in linearen Modellen anführen:

- Durch die Aggregation aller Produktionsfaktoren in nur einem Regionshof wird die Faktormobilität überschätzt.

---

<sup>5</sup> An dieser Stelle werden nur die aus Sicht des Autors wichtigsten Gründe von CYPRIS (2000: 20 ff.) angeführt.

- In der Realität müssen sich Unternehmer ständig an veränderte Rahmenbedingungen anpassen. Da bei komparativ-statischen Modellen lediglich ein neues Gleichgewicht für das Zieljahr bestimmt wird, werden diese Anpassungsreaktionen nicht berücksichtigt.
- Viele Faktoren, wie Unsicherheit und Risiko unternehmerischer Entscheidungen oder andere Zielsetzungen als Gewinnmaximierung, werden in dem Modell nicht berücksichtigt.

Die PMP ist ein nicht-lineares Optimierungsverfahren, in dem sich mit zunehmendem Produktionsumfang die Höhe der Zielbeiträge verringert. Auf diese Weise werden weichere Anpassungsreaktionen im Modell erzielt (CYPRIS 2000; 158). Die Modellformulierung lässt sich durch folgende Funktion beschreiben:

$$\max_x \Pi = \sum_i z_i(x_i) x_i \quad (\text{Zielfunktion}) \quad (2.1)$$

$$b_j \geq \sum_i a_{i,j} x_i \quad (\text{Nebenbedingung}) \quad (2.2)$$

Mit:

$\Pi$  = Gewinn

$z_i$  = Gewinnbeiträge der i Verfahren

$x_i$  = Umfang des Verfahrens i

$b_j$  = Umfang der j-ten Kapazität

$a_{i,j}$  = Anspruch der i-ten Aktivität an die Kapazität j

Quelle: CYPRIS (2000: 44)

Die Grundannahme der PMP ist, dass die tatsächliche Produktionsstruktur durch weitere als die im Modell berücksichtigten Kosten und Leistungen bestimmt wird. Die nicht berücksichtigten Kosten werden quantifiziert, indem das Modell mithilfe von Kalibrierungsbeschränkungen (weiteren Nebenbedingungen) im Basisjahr dazu „gezwungen“ wird, die tatsächlich beobachtete Produktionsstruktur abzubilden. Für die Kalibrierungsbeschränkungen ergeben sich dann Dualwerte (Schattenpreise), die aussagen, welche Mehrkosten die Beschränkung auf die beobachtete Produktionsstruktur im Vergleich zur Optimallösung des Modells verursacht. Diese Kosten entsprechen annahmegemäß den bisher nicht im Modell berücksichtigten Kosten und Leistungen der Produktionsverfahren. Im nächsten Schritt werden diese zusätzlichen Kosten im Optimierungsproblem berücksichtigt, sodass auch ohne Kalibrierungsbeschränkungen die tatsächliche Produktionsstruktur reproduziert wird (CYPRIS, 2000: 34).

Für neue Verfahren, wie den Anbau von „Energimais“ für die Biogaserzeugung, können jedoch durch die Kalibrierung keine sogenannten PMP-Terme abgeleitet werden, da die hierfür notwendigen Beobachtungswerte aus der Vergangenheit fehlen. Um dieses Problem zu umgehen, haben GÖMANN et al. (2007: 256 f.) Kalibrierungsterme für den Energiemaisanbau aus dem Getreideanbau abgeleitet. Dabei betrachten sie Energiemais als Marktf Frucht, die in Konkurrenz zum Anbau von Getreide, Öl- und Eiweißpflanzen steht. Der bisherige Futtermais anbau wurde nicht berücksichtigt, da er vor allem durch den Grundfutterbedarf in der Rinderhaltung bestimmt wird (GÖMANN et al. 2007, 265 f.).

Da in RAUMIS die regionale Maisnachfrage durch Biogasanlagen nicht abgebildet wird, haben GÖMANN et al. (2007, 265 f.) deutschlandweit einheitliche Maispreise zwischen 22 und 24/t FM angenommen und unterstellt, dass der von den Landwirten angebaute Energiemais in jedem Fall von Biogasanlagen abgenommen wird.

### **Modellierung ausgewählter Faktoren der Energiemaisnachfrage**

Da in der Realität jedoch regional unterschiedliche Maismärkte zu beobachten sind, wurde RAUMIS in einem Forschungsvorhaben an das regionalisierte Standortinformationssystem-Mais (ReSI-M) gekoppelt (DELZEIT, 2010). In ReSI-M wurde erstmalig versucht die künftig zu erwartende Nachfrage nach Energiemais zu modellieren.

Das Modell kann auf Kreisebene die Nachfrage nach Maissubstrat für unterschiedliche Preise schätzen. Als wesentliche regionale Einflussfaktoren berücksichtigt das Modell a) Wärmesenken, b) räumlichen Zugang zum Erdgasnetz, c) Transportkosten für Mais und d) die Verfügbarkeit von Gülle. In dem Modell wird unterstellt, dass Biogasanlagen in einer Region gebaut werden, sofern sie eine positive Rentabilität aufweisen. Weitere wesentliche Faktoren, die in Zukunft die regionale Energiemaisnachfrage beeinflussen, sind jedoch nicht enthalten. Hierzu zählen insbesondere das Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer aufgrund von Synergie- oder Konkurrenzbeziehungen der Biogaserzeugung mit vorhandenen Betriebszweigen oder Risikoaversion der Unternehmer.

Nach GÖMANN et al. (2010: 4 ff.) werden die Modelle in einem iterativen Verfahren gekoppelt:

- (1) In RAUMIS werden für unterschiedliche Maispreise die Produktionsmengen für Energiemais bestimmt und daraus regionale Angebotsfunktionen bestimmt.
- (2) In ReSI-M werden hingegen regionale Nachfragefunktionen abgeleitet. Hierfür wird unter Berücksichtigung der genannten Einflussfaktoren der Biogasanlagenbestand und die daraus resultierende Maisnachfrage für unterschiedliche Maispreise ermittelt.
- (3) Anhand der Schnittpunkte der regionalen Angebots- und Nachfragefunktion ergeben sich die regionalen Energiemaispreise und Produktionsmengen.

- (4) Abschließend gehen diese regionalen Gleichgewichtspreise als exogene Größe in RAUMIS ein, um die Anpassungen der Landwirtschaft insgesamt zu ermitteln.

Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass mit RAUMIS nur die Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus gegenüber anderen pflanzlichen Produktionsverfahren abbilden kann. In Abhängigkeit von externen Preisvorgaben können weiterhin Angebotsfunktionen zum Energiemaisanbau mit RAUMIS abgeleitet werden. Als ein reines landwirtschaftliches Angebotsmodell bildet RAUMIS Investitionen in Biogasanlagen jedoch nicht ab. Durch die Kopplung mit dem Modell ReSI-M wurde erstmals das regionale Energiemaisangebot mit ausgewählten Faktoren der Gärsubstratnachfrage zusammengebracht.

### **2.2.3.2 Ex-ante-Modellierungsergebnisse zum Energiemaisanbau mit RAUMIS**

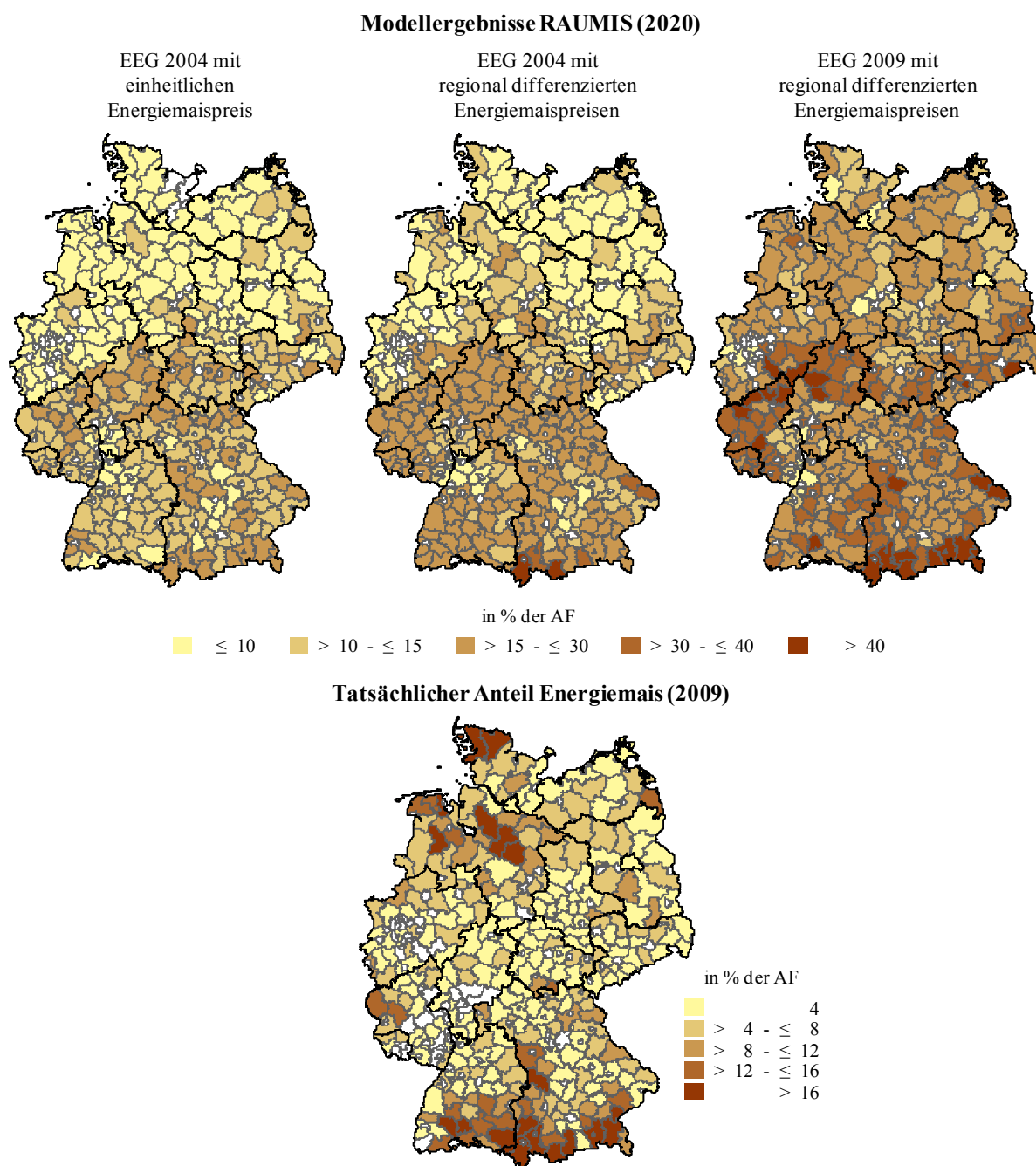
Nachdem im vorherigen Kapitel die Funktionsweise von RAUMIS und die Koppelung mit ReSI-M beschrieben wurde, werden nachfolgend die Modellierungsergebnisse zum künftigen Energiemaisanbau in Deutschland dargestellt und mit der bisherigen Entwicklung verglichen. Auf diese Weise soll untersucht werden, inwieweit dieser erste Ansatz, der einige Komponenten der Nachfrage berücksichtigt, in der Lage ist, die bisherige Entwicklung abzubilden.

Ein Vergleich der Modellanalysen ist jedoch nur bedingt möglich, da das langfristige Anpassungsverhalten abgebildet wurde und somit das Zieljahr 2020 mit dem Jahr 2009 verglichen wird. Aus diesem Grund wurde für eine Einschätzung der Prognosegüte die relative Bedeutung einzelner Regionen für den Energiemaisanbau herangezogen. Aus dem Vergleich in Karte 2.6 lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Im Vergleich zu einem deutschlandweit einheitlichen Maispreis von 25,5 €/t FM erhöht sich das ermittelte Angebotspotenzial unter der Berücksichtigung einiger Nachfragekomponenten durch ReSI-M deutlich.
- Aufgrund der höheren Vergütung nach dem EEG 2009 (vgl. Kapitel 2.2) gewinnt der Energiemaisanbau im Vergleich zum EEG 2004 deutlich stärker an Bedeutung. Die potenziellen Energiemaisanteile an der AF steigen insbesondere in Grünlandregionen bis über 40 %, wodurch sich der regionale Gesamtanbau relativiert.
- Die regionalen Muster verändern sich zwischen den verschiedenen Szenarien jedoch nur geringfügig. Tendenziell werden hohe Energiemaispotenziale (15 bis 30 % an der AF) für die Ackerbauregionen in Mitteldeutschland prognostiziert.
- Die Landkreise mit den höchsten Angebotspotenzialen von über 30 % an der AF befinden sich im Osten Sachsens und Brandenburgs, Nordhessens, der Grenzregion zwischen Thüringen und Sachsen sowie im Norden von Rheinland-Pfalz und einigen Landkreisen Bayerns. Im Vergleich zu den Modellergebnissen zeichnet sich bisher in den meisten dieser Regionen eine andere Entwicklung ab. In dem Großteil der ge-

nannten Regionen sind erst vergleichsweise geringe Energiemaisanteile mit weniger als 4 % an der AF festzustellen. Ursache hierfür ist, dass Unternehmer in den genannten Regionen bislang Biogasanlagen in geringerem Umfang errichtet haben als mit ReSI-M modelliert wurde. Lediglich die bayrischen Landkreise um Donau-Ries weisen bereits heute überdurchschnittlich hohe Energiemaisanteile mit mehr als 16 % an der AF auf.

**Karte 2.6:** Vergleich Modellergebnisse RAUMIS zum Energiemaisanbau 2020 mit dem tatsächlichen Energiemaisanteil 2010



Quelle: GÖMANN et al. (2010), GÖMANN (2011)

- Mit Energiemaisanteilen von mehr als 15-30 % an der AF wird basierend auf dem EEG 2009 auch in den viehintensiven Regionen im südwestlichen Niedersachsen und nordwestlichen Nordrhein-Westfalen ein hohes Angebotspotenzial für den Energiemaisanbau prognostiziert. Diese Ergebnisse decken sich mit der bisherigen Entwicklung, da in diesen Regionen mit Anteilen von 8 bis 16 % an der AF bereits heute überdurchschnittlich viel Energiemais angebaut wird.
- Für die Küstenregionen Niedersachsens und Schleswig-Holsteins werden nach den Modellergebnissen im überregionalen Vergleich hingegen eher niedrige Angebotspotenziale mit Energiemaisanteilen von weniger als 15 % an der AF erwartet. Insbesondere in einigen Regionen Schleswig-Holsteins ist jedoch ein dynamischer Anlagenzuzug zu beobachten. Die Energiemaisanteile reichen hier bereits bis zu 12 % an der AF. Demnach wäre in diesen Regionen nach den Modellierungsergebnissen bei dem jeweils unterstellten Substratpreis nur noch mit einem geringen Anlagenzuzug zu rechnen.
- Für die Region südwestlich von Rothenburg (Wümme) ist nach den Modellierungsergebnissen mit einem Anteil von 15 bis 30 % kein überdurchschnittlich hohes Energiemaispotenzial zu erwarten. In dieser Region hat sich die Biogaserzeugung mit Energiemaisanteilen von 12 bis 16 % ebenfalls sehr dynamisch entwickelt. Die bisherigen Anteile liegen jedoch im Bereich der Modellergebnisse.

Da in den Modellergebnissen das Zieljahr 2020 abgebildet wurde, könnten sich die modellierten Regionalmuster künftig noch einstellen. Erfahrungen in anderen Sektoren, wie beispielsweise der Veredlung, haben allerdings gezeigt, dass regionale Entwicklungsmuster aufgrund von Pfadabhängigkeiten oftmals sehr stabil sind. Allerdings sind die Märkte für Veredlungsprodukte nur bedingt mit dem Energiemaisanbau vergleichbar. Während über eine Veränderung der Absatzmengen bei Veredlungsprodukten eine Marktpreisreaktion erfolgt und somit die Produktionsregionen im direkten Wettbewerb stehen, ist die Nachfrage nach Biogas unelastisch und nahezu unendlich. Somit stehen die Biogasanlagenbetreiber hinsichtlich des Produktes nicht in Konkurrenz zueinander. Konkurrenzen ergeben sich ebenso wie in der Veredlung auf den Faktormärkten, vor allem um den Faktor Fläche. Augenfällig ist die Diskrepanz zwischen den modellierten Schwerpunkten der Biogaserzeugung und den bisherigen Schwerpunktregionen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Energiemaisanteile in den Ackerbauregionen im Vergleich zur bisherigen Entwicklung überschätzt werden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass RAUMIS nicht das Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer und damit die Nachfrage nach Energiemaissubstrat abbildet. Ein erster Ansatz, diese Problematik zu lösen, ist die Kopplung mit dem Modell ReSI-M. Allerdings scheint das Nachfrageverhalten durch die Kopplung nicht vollständig abgebildet zu werden. Somit erscheint es notwendig, in Ergänzung einen betriebswirtschaftlichen Ansatz zu entwickeln.



### **2.2.4    Ex-ante-Analysen zur Strukturwirkung der Biogasförderung mit einzelbetrieblichen Ansätzen**

Nachdem zuvor aufgezeigt wurde, dass die Prognoseergebnisse mit dem hoch aggregierten Modell RAUMIS zum Teil erheblich von der tatsächlichen Entwicklung abweichen, stellt sich die Frage, welche Erklärungskraft bisher veröffentlichte einzelbetrieblich fundierte Arbeiten für die Ex-ante-Abschätzung agrarstruktureller Wirkungen der Biogasförderung erlangen können.

BAHRS et al. (2007) haben in diesem Kontext versucht, aus der Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber etablierten landwirtschaftlichen Produktionsverfahren agrarstrukturelle Wirkungen für Niedersachsen abzuleiten (BAHRS et al., 2007: 4). Hierfür haben sie die Arbeitszeitentlohnung gut und weniger gut geführter Modellanlagen mit jeweils einem Milchvieh-, Sauen- und Schweinemastbetrieb verglichen.

Als Ergebnis stellen sie fest, dass die Biogaserzeugung aufgrund ihrer hohen Grundrente zu steigenden Pachtpreisen führen kann (BAHRS et al. 2007: 22). Weiterhin kann sich die Nährstoffproblematik in den Veredlungsregionen bei einer weiteren Ausdehnung der Biogaserzeugung verstärken (BAHRS et al. 2007: 24). In Regionen mit hohem Milchvieh- und Maisanteilen sehen sie hingegen die Gefahr, dass bestehende Betriebszweige zulasten der Biogaserzeugung nicht weiterentwickelt oder aufgegeben werden (BAHRS et al. 2007: 25).

Inwiefern regional unterschiedliche Standortfaktoren die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung und damit ihre regionale Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen, wird nicht systematisch analysiert. BAHRS et al. (2007: 17-20) führen lediglich für die Höhe des Gärrestwertes sowie der Substratkosten Sensitivitätsanalysen durch.

BERENZ et al. (2008) vergleichen die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber den Betriebszweigen „Milcherzeugung“ sowie „Bullen- und Schweinemast“ auf einzelbetrieblicher Ebene. Als Maßzahl für die Wettbewerbsfähigkeit ziehen sie die Entlohnung der Faktoren „Boden und Arbeit“ heran. Nach ihren Berechnungen werden insbesondere rinderhaltende Betriebe veranlasst, auf die Biogaserzeugung umzusteigen (BERENZ et al., 2008: 9). Aus ihrem Befund, dass die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung wesentlich sensibler auf steigende Pachtpreise reagiert als die Tierhaltungsverfahren, folgern sie, dass Biogasanlagen nur geringe Entwicklungsperspektiven in Regionen mit hohen Pachtpreisen haben (BERENZ et al. 2008: 6). Da sie mit Blick auf die Schweinemast deren Wettbewerbsfähigkeit auf dem Pachtmarkt aus dem Futterbedarf ableiten (BERENZ et al. 2008: 4), erscheint diese Schlussfolgerung – soweit sie sich auf die Schweinemast bezieht – fragwürdig.

RAUH (2009) analysiert die Auswirkungen der EEG-Novellierung auf die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung, indem er die Bodenrente der Biogaserzeugung nach dem EEG 2009 mit dem Marktfruchtbau, der Milchviehhaltung sowie der Bullenmast ver-

gleicht. Dabei unterscheidet er zwischen der Bodenrente I, in der sämtliche Kosten berücksichtigt werden und der Bodenrente II, in der versunkene Kosten (z. B. Gebäudeinvestitionen) der etablierten Produktionsverfahren unberücksichtigt bleiben. Weiterhin nimmt er an, dass etablierte Produktionsverfahren nur aufgegeben werden, sofern die Bodenrente I der Biogaserzeugung höher ist als die Bodenrente II der bestehenden Produktionsverfahren (RAUH, 2009: 5). Nach den Rahmenbedingungen im Frühjahr 2009 hat nach RAUH (2009: 9) die Biogasproduktion gegenüber konkurrierenden Verfahren bei der Substratbeschaffung deutliche Vorteile und kann höhere Pachtpreise zahlen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass seitens der agrarökonomischen Forschung nur vereinzelt versucht wurde, mithilfe einzelbetrieblicher Ansätze agrarstrukturelle Folgen der Biogasförderung abzuschätzen. Eine regionsübergreifende Analyse anhand tatsächlich existierender Regionen liegt bisher nicht vor.

## **2.3 Entwicklung des eigenen Ansatzes**

Nachfolgend wird – ausgehend vom Stand der Wissenschaft – ein neuer Ansatz entwickelt, um die agrarstrukturelle Wirkung der Biogasförderung ex ante zu erfassen. Zunächst wird ein Überblick über den gesamten Ansatz gegeben. Anschließend werden die einzelnen Analyseschritte näher beschrieben.

### **2.3.1 Der Ansatz im Überblick**

Im vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass für eine Ex-ante-Analyse zu Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung wesentliche Informationen nicht verfügbar sind. Daher besteht die Herausforderung des zu entwickelnden Ansatzes darin, kleinräumig detaillierte Informationen zur Strukturentwicklung bereitzustellen. Hierfür werden die Strukturwirkungen der Biogasförderung anhand von kleinräumigen real existierenden Regionen unterhalb der Kreisebene analysiert. Dies erhöht den Realitätsbezug, weil die tatsächlichen Umstände der regionalen Landwirtschaft besser berücksichtigt werden können als bei Modellkalkulation ohne Standortbezug (vgl. Kapitel 2.2.4).

Da landwirtschaftliche Unternehmer ihre Produktion an der Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit unterschiedlicher Produktionsverfahren ausrichten, werden agrarstrukturelle Wirkungen der Biogasförderung letztlich durch einzelbetriebliche Anpassungsreaktionen beeinflusst. Je nachdem, ob die Biogaserzeugung a) in Konkurrenz oder b) in Kombination mit der herkömmlichen Landwirtschaft betrieben werden kann, verändert sich ihre Wirtschaftlichkeit und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit.

Um die Wettbewerbsfähigkeit zu messen, gibt es nach HOLZNER (2004: 94 f.) zwei unterschiedliche Methoden. Mit der Survivor technique wird untersucht, wie sich Marktanteile

von Produkten und/oder Unternehmen im Zeitablauf entwickeln. Bei zunehmenden Marktanteilen wird davon ausgegangen, dass die Produkte/Unternehmen wettbewerbsfähig sind. Weiterhin kann aus den Kosten und Erlösen einzelner Produkte und/oder Unternehmen auf ihre Wettbewerbsfähigkeit geschlossen werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung anhand ihrer Kosten- und Erlösstruktur untersucht. Hierfür werden in Kapitel 2.3.2 zunächst drei unterschiedliche Agrarregionen ausgewählt, von denen anzunehmen ist, dass der Betriebszweig „Biogas“ unter jeweils sehr unterschiedlichen betrieblichen und regionalen Bedingungen etabliert werden muss:

- eine Grünlandregion mit hoher Milchviehdichte
- eine Veredlungsregion mit hohem Futterbauanteil und hoher Viehdichte
- eine Ackerbauregion mit geringer Viehdichte.

Bei der Auswahl der Untersuchungsregionen gibt es – angesichts begrenzter Ressourcen – grundsätzlich zwei Optionen: Entweder diese Regionen werden in ganz Deutschland ausgesucht und analysiert, was zu einer maximalen Variation zwischen den Regionen führt. Oder es werden innerhalb einer vergleichsweise homogenen naturräumlichen und wirtschaftlichen Region unterschiedliche Standorte ausgewählt. Dies hat den Vorteil, dass nicht explizit gemachte Auswahlkriterien, wie beispielsweise bundeslandspezifische Investitionsförderungen oder Umweltpolitiken, gleich bleiben.

Um letztgenannte Einflüsse konstant zu halten, beschränkt sich die Auswahl der Regionen auf ein Bundesland. Als Bundesland wird Niedersachsen ausgewählt, da

- (a) die zuvor genannten Produktionsregionen in Niedersachsen regional differenziert vorliegen.
- (b) die Regionen relativ nahe beieinander liegen und somit Fragen des interregionalen Austausches (z. B. Gülle oder Gärsubstrat) sinnvoll analysiert werden können.

Anschließend wird die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber den klassischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren in den Regionen analysiert. Aus der Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung werden zu erwartende Anpassungsreaktionen landwirtschaftlicher Unternehmer und somit mögliche Strukturwirkungen abgeleitet. Die eingesetzten Kalkulationsmethoden und Annahmen werden in Kapitel 2.3.3.1 und 2.3.3.2 beschrieben.

Allerdings ist offen, ob landwirtschaftliche Unternehmer die in den Kalkulationen unterstellten Anpassungsoptionen verwirklichen werden und somit die kalkulatorisch abgeleiteten Strukturwirkungen auch tatsächlich auftreten. Beispielsweise könnten nicht-monetäre Faktoren die Umsetzung betriebswirtschaftlich vorzüglicher Anpassungsmaßnahmen beeinflussen. Weiterhin können wesentliche indirekte Wirkungen, wie die Veränderungen

künftiger Wachstumsstrategien, nicht kalkulatorisch ermittelt werden. Daher schließt sich ein weiterer Untersuchungsschritt an. Mithilfe von Fallstudien wird überprüft, ob sich die landwirtschaftlichen Unternehmer so verhalten werden, wie es auf der Grundlage der betriebswirtschaftlichen Kalkulationen zu erwarten ist und ob die Investitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer durch weitere Faktoren beeinflusst werden. Ferner dienen die Fallstudien dazu, indirekte Strukturwirkungen, wie z. B. die Veränderungen geplanter Wachstumsstrategien durch die Biogasförderung, zu erfassen.

Das Konzept der Fallstudien wird in Kapitel 2.3.5 aus der sozialwissenschaftlichen Literatur entwickelt und auf die hier zu analysierende Fragestellung angepasst. Die Erhebung der Fallstudien und die Analyse der indirekten Strukturwirkungen der Biogasförderung in den zuvor ausgewählten Regionen erfolgt in Kapitel 4.

### **2.3.2    Auswahl der Untersuchungsregionen in Niedersachsen**

Nachfolgend werden die Untersuchungsregionen in Niedersachsen ausgewählt. Hierfür erfolgt für das Bundesland Niedersachsen eine differenziertere Auswertung regional streuender Standortparameter:

- Der Acker- und Grünlandflächenanteil an der LF ermöglicht es, Regionen mit geringem Ackerflächenanteil zu identifizieren, in denen eine Konkurrenz zum Futterbau zu erwarten ist.
- Die Anbauanteile der einzelnen Kulturen an der Ackerfläche ermöglichen es, weitere Rückschlüsse auf die Konkurrenz zu bestehenden Produktionsrichtungen zu schließen.
- Im Hinblick auf mögliche Synergie- bzw. Konkurrenzbeziehungen zur Tierhaltung durch den Güllebonus können anhand der Großvieh (GV)-Dichte zunächst Regionen mit hohem und geringem Gülleaufkommen ermittelt werden. Weiterhin werden die Anteile der verschiedenen Tierarten am GV-Aufkommen berücksichtigt, um Regionen mit potenziellen Konkurrenzbeziehungen zur Rinderhaltung von Regionen mit potenziellen Konkurrenzbeziehungen zur Veredlung abzugrenzen.

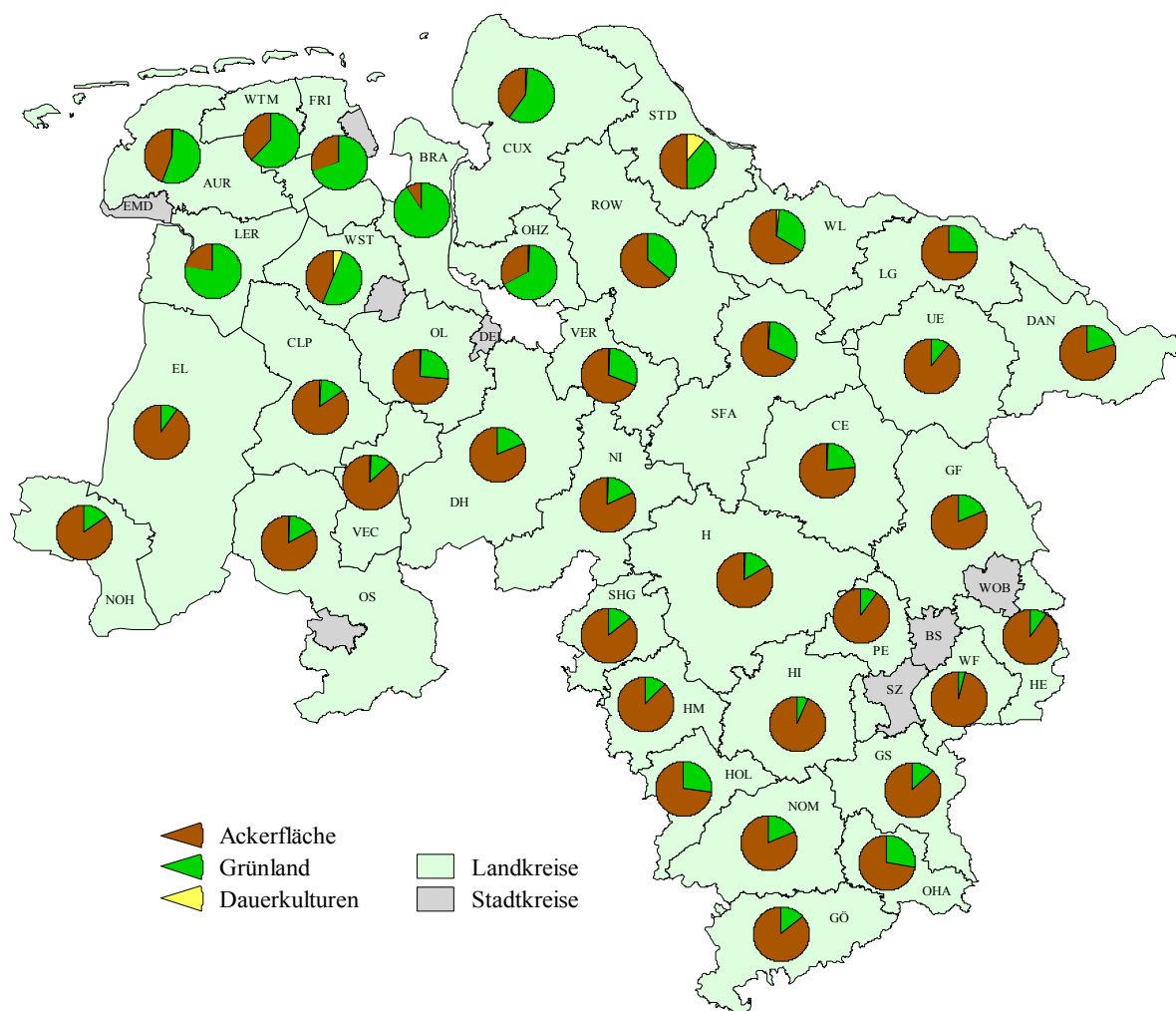
Abschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Teilaspekte zusammengefasst, um unterschiedliche Regionen zu differenzieren und auszuwählen.

In Karte 2.7 sind die Anteile von Ackerland, Dauergrünland und Dauerkulturen in den einzelnen Landkreisen dargestellt. Insgesamt stehen in Niedersachsen 2,62 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LF) zur Verfügung. Der größte Anteil (1,86 Mio. ha) wird als Ackerland genutzt. Weitere 0,73 Mio. ha sind Dauergrünland, während die Fläche für Dauerkulturen nur bei 18.000 ha liegt.

In den Küstenregionen dominiert mit einem Anteil von über 50 % der LF das Dauergrünland. Bei einer zusätzlichen Ausdehnung der Biogasproduktion stellt sich in diesen Regionen die Frage, ob ausreichend Ackerflächen zur Verfügung stehen oder ob die Biogasproduktion auf dem Grünland erfolgt.

Von Nordwesten in Richtung Südosten steigt der Ackerflächenanteil von 75 % in den südlichen Teilen des Weser-Ems-Gebietes bis über 90 % im Südosten Niedersachsens an. Hier steht prinzipiell ausreichend Ackerfläche für den Anbau von Biogasmais zur Verfügung.

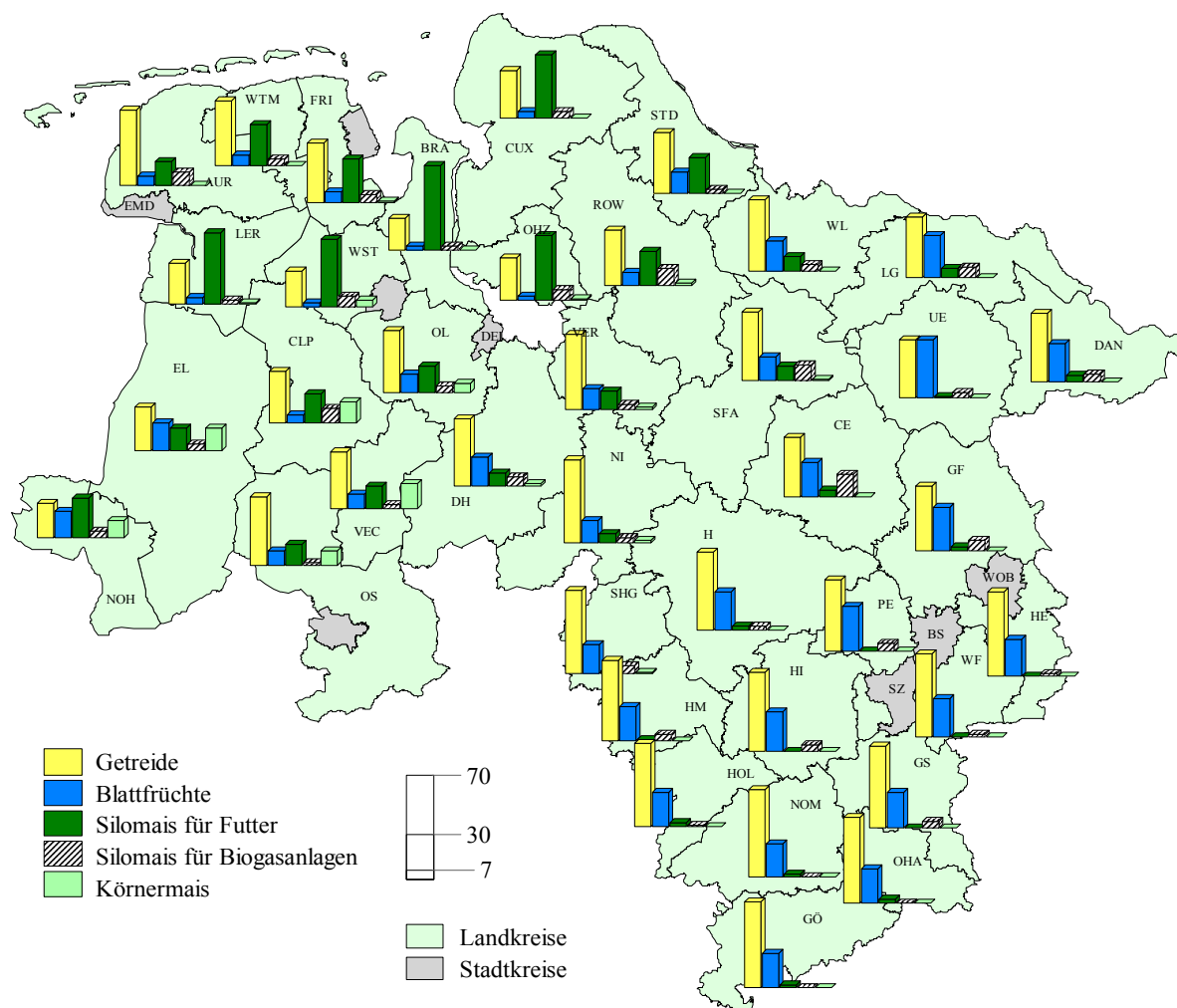
**Karte 2.7:** Regional differenzierte landwirtschaftliche Flächennutzung in Niedersachsen



Quelle: Eigene Darstellung nach LSKN (2007).

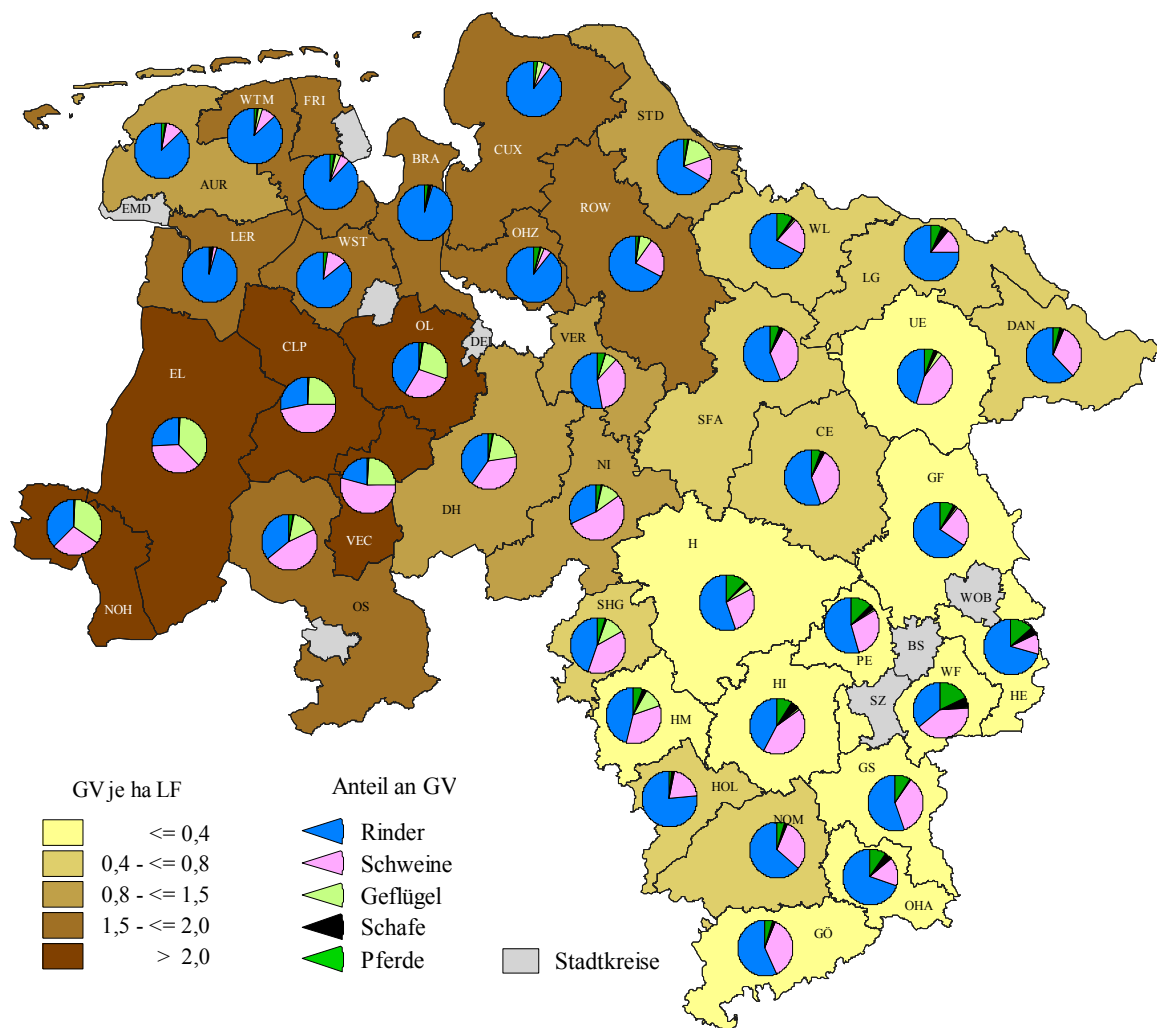
Weiterhin stellt sich jedoch die Frage, mit welchen klassischen Produktionsrichtungen der Landwirtschaft die Biogasproduktion in den Regionen konkurriert. Erste Rückschlüsse zur Beantwortung dieser Fragestellung ermöglichen die Anbauanteile der unterschiedlichen Kulturen an der Ackerfläche (vgl. Karte 2.8). Die Daten zu den Anbauanteilen für Getreide, Mais und Hackfrüchte stammen aus der Agrarstrukturerhebung 2007. GÖMANN (2011) hat aus den Daten der Bundesnetzagentur zur Stromerzeugung aus Biogas auf Landkreisebene den erforderlichen Maisbedarf berechnet und daraus die Energiemaisfläche abgeleitet. Folgende Ergebnisse lassen sich festhalten:

- Im Südosten Niedersachsens dominiert der Getreideanbau mit Anteilen von über 50 % an der Ackerfläche. Der Maisanteil liegt hier deutlich unter 10 %, wobei der Großteil des Silomais in Biogasanlagen verwertet wird. In dieser Region konkurriert die Biogasproduktion somit im Wesentlichen lediglich mit dem Ackerbau.
- In den Kreisen der Lüneburger Heide erreicht der Anteil des Silomais an der Ackerfläche bis zu 20 %, wobei mehr als 50 % des Silomais für Biogas verwendet werden. Hier ist ebenfalls nur von einer geringen Konkurrenz zum Futterbau auszugehen.
- In den nordwestlichen Kreisen Niedersachsens liegt der Silomaisanteil an der Ackerfläche in vielen Kreisen bei über 50 %. Da 70 bis 80 % des Silomais für die Rinderfütterung verwendet werden, ist hier von einer ausgeprägten Konkurrenz zur Rinderhaltung auszugehen. Bei einer weiteren Ausdehnung der Biogasproduktion stellt sich also die Frage, ob Intensivierungspotenziale bei der Grünlandnutzung bestehen und der Futterbau für die Rinderhaltung auf das Grünland ausweicht oder die Biogasproduktion auf Basis von Grassilage erfolgen kann.
- In den südlichen Kreisen des Weser-Ems-Gebietes liegt der Maisanteil an der Ackerfläche bereits zwischen 40 und 50 %. Allerdings entfallen hiervon etwa 30 % auf den Körnermaisbau, der ohne Nutzungskonkurrenzen zur Tierhaltung durch Silomais ersetzt werden kann. Weitere 15 bis 20 % des Maisanteils werden bereits für die Erzeugung von Biogas genutzt.

**Karte 2.8:** Anbauanteile einzelner Kulturen an der Ackerfläche im Jahr 2007

Quelle: Eigene Darstellung nach LSKN (2007); GÖMANN 2011.

Aufgrund des Güllebonus können Biogasanlagenbetreiber die Profitabilität ihrer Anlagen durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern deutlich erhöhen. Allerdings variiert die Vorzüglichkeit verschiedener Wirtschaftsdüngerarten als Biogassubstrat erheblich (vgl. Kapitel 2.1.1 und 3.1.1). Weiterhin bestimmt das Wirtschaftsdüngeraufkommen einer Region, ob und inwiefern Transporte von Wirtschaftsdüngern notwendig sind, um die für den Güllebonus erforderlichen Mindestanteile realisieren zu können. Die Art und Dichte des Wirtschaftsdüngeraufkommens wird durch die Viehdichte bestimmt. Um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Tierarten zu gewährleisten, wird die Viehdichte in Großvieheinheiten (GV-Einheiten) ausgedrückt. Hierfür werden jeder Tierart unterschiedliche GV-Einheiten zugeschrieben. Die Zuordnung erfolgt in Abhängigkeit der Größe nach einem einheitlich festgelegten Schlüssel (vgl. BMELV 2012). Je nach Tierart fallen 15 bis 20 m<sup>3</sup> Gülle je GV-Einheit an. In Karte 2.9 sind die GV-Dichte sowie die Anteile der einzelnen Tierarten am GV-Aufkommen dargestellt.

**Karte 2.9:** Regional differenzierte Großviehdichte und -anteile in Niedersachsen

Quelle: Eigene Darstellung nach LSKN (2007).

Folgende regionale Unterschiede lassen sich festhalten:

- In den küstennahen Kreisen liegt das GV-Aufkommen über 1,5 GV/ha LF, weshalb hier von einem ausreichenden Wirtschaftsdüngerangebot ausgegangen werden kann. Allerdings dominiert die Rinderhaltung, mit einem Anteil von über 70 % am GV-Aufkommen. Daraus resultiert, dass es in diesen Regionen zu einer verstärkten Konkurrenz zwischen der Biogaserzeugung und der Rinderhaltung um Raufutterflächen kommen kann.
- In den südlichen Kreisen des Weser-Ems-Gebietes (Vechta, Cloppenburg, Emsland, Osnabrück, Grafschaft Bentheim, Oldenburg) ist die GV-Dichte mit über 2 GV/ha LF noch höher. Anders als in der Küstenregion dominiert jedoch die Veredlung in Form der Schweine- und Geflügelhaltung. Somit kommt es in dieser Region zu einem erhöhten Geflügelmistanfall, was aufgrund der hohen Energiedichte des Geflügelmistes wiederum die Wettbewerbsfähigkeit der Biogasproduktion verbessern kann. Da



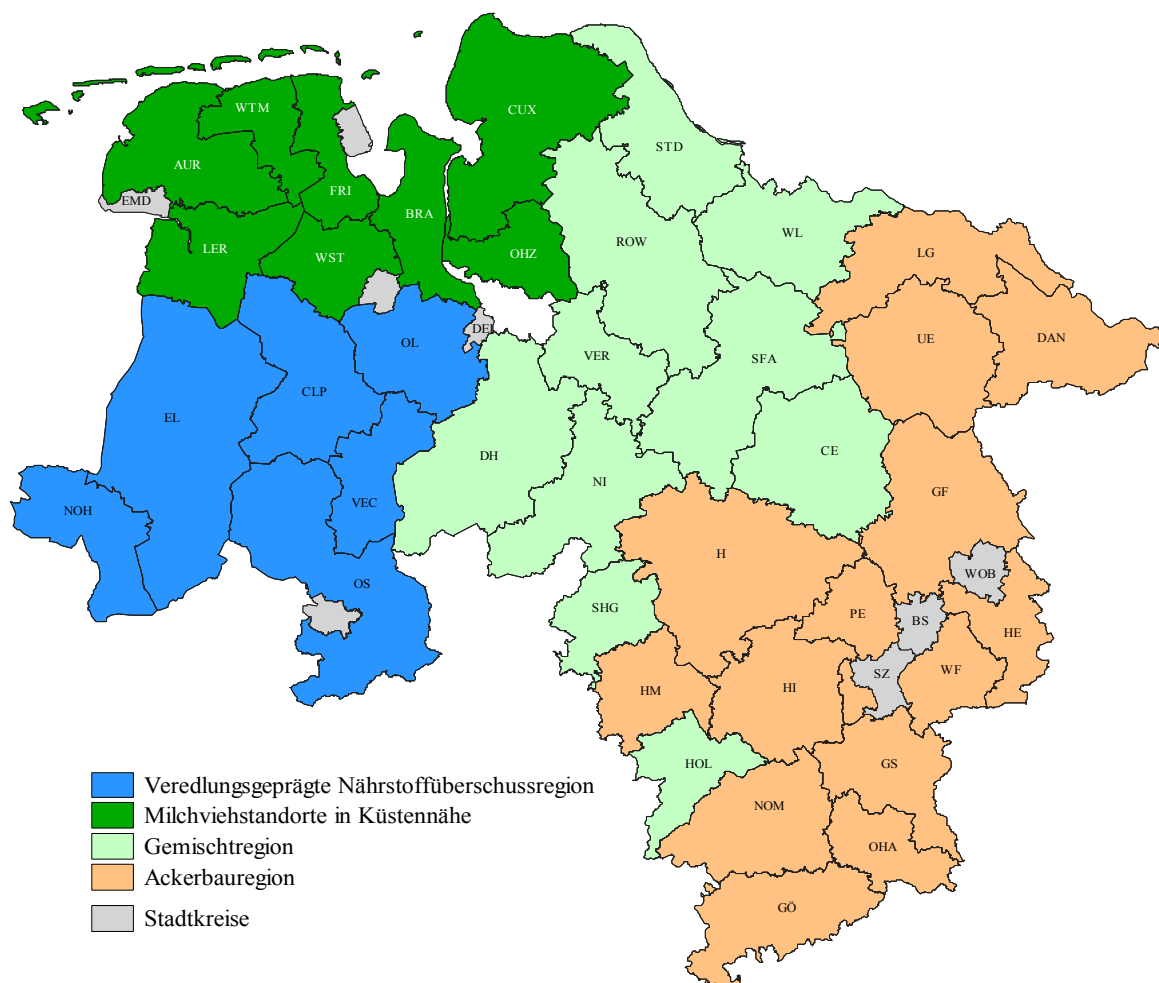
Schweine- und Geflügelhalter ihre Futtermittel importieren können, ist hier ebenfalls von einer geringeren Konkurrenz um Raufutterfläche auszugehen als in den nördlichen Kreisen.

- Je weiter man sich von dieser Region in den Südosten bewegt, desto stärker sinkt das GV-Aufkommen. In den Kreisen Nienburg, Diepholz und Verden liegt die GV-Dichte noch zwischen 0,8 und 1,4 GV/ha LF und sinkt in den Kreisen der Lüneburger Heide und des südlichen Niedersachsens auf 0,4 bis 0,8 GV/ha LF. Die geringste Viehdichte liegt mit weniger als 0,4 GV/ha LF in der Region Salzgitter, Braunschweig, Wolfsburg vor. Bei einer weiteren Ausdehnung der Biogasproduktion unter Ausnutzung des Güllebonus könnte sich das Wirtschaftsdüngeraufkommen in diesen Kreisen daher am ehesten verknappen.

### Zusammenfassende Darstellung und Auswahl der Regionen

In Karte 2.10 werden die vorherigen Ausführungen in einer Karte zusammengefasst, aus der sich vier typische Produktionsregionen für Niedersachsen ableiten lassen:

**Karte 2.10:** Landwirtschaftliche Produktionsregionen in Niedersachsen



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Windhorst und Grabowsky (2008).

### ***Veredlungsgeprägte Nährstoffüberschussregionen***

In dieser Region dominieren die Schweine- und Geflügelhaltung. Die Viehdichte liegt über 2 GV/ha LF. Aufgrund des hohen Nährstoffanfalls aus der Tierhaltung müssen bereits jetzt Wirtschaftsdünger aus der Region exportiert werden. Weiterhin wird in der Region auf mehr als 30 % der Ackerfläche Mais angebaut. Hiervon entfällt jedoch etwa ein Drittel auf den Körnermaisbau, sodass bei einer weiteren Ausdehnung der Biogasproduktion Körnermais durch Silomais substituiert werden kann, ohne den Maisanteil zu erhöhen. Als Analyseregion wird für diesen Regionstyp der Landkreis Cloppenburg ausgewählt.

### ***Küstennahe Milchviehstandorte***

Aufgrund des hohen Grünlandanteils (über 50 % der LF) sind Ackerflächen nur begrenzt verfügbar. Die Viehdichte liegt unter 2 GV/ha LF, wobei die Rinderhaltung mit mehr als 50 % am GV-Aufkommen dominiert. In der Folge wird auf etwa der Hälfte der Ackerfläche Silomais für die Rinderfütterung angebaut. Der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger liegt noch unter 170 kg N, sodass keine überregionalen Gülletransporte notwendig sind. Die Strukturwirkungen für diesen Regionstyp werden für den Landkreis Cuxhaven analysiert.

### ***Ackerbauregionen***

In der Ackerbauregion beträgt der Grünlandanteil weniger als 20 % der LF. Weiterhin ist die Region durch eine geringe GV-Dichte unter 0,5 GV/ha LF geprägt. In der Folge ist auch der Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger kleiner als 55 kg/ha LF, sodass für organische Dünger der volle Nährstoffwert angerechnet werden kann. Aufgrund des bisher geringen Maisanteils besteht noch ein erhebliches Potenzial für die Ausdehnung des Maisbaus. Der Silomaisbau für die Produktion von Biogas konkurriert hier lediglich mit dem Ackerbau. Die Analysen für diesen Regionstyp erfolgen im Landkreis Hildesheim.

### ***Gemischtsregionen***

Anders als in den vorherigen Regionen ist in der Gemischtsregion keine Produktionsrichtung eindeutig dominierend. Das GV-Aufkommen liegt zwischen 0,4 und 1,5 GV/ha LF, wobei die Anteile der Rinderhaltung und der Veredlung am GV-Aufkommen in etwa gleich sind. In der Folge sind die Rahmenbedingungen für die Biogasproduktion in der Gemischtsregion auch weniger stark ausdifferenziert als in den vorherigen Produktionszentren. Beispielsweise ist der Stickstoffanfall mit 60 bis 130 kg/ha LF deutlich geringer als in den Veredlungs- oder Milchviehregionen, jedoch deutlich höher als in der Ackerbauregion. Daher ist zu erwarten, dass auch die Strukturwirkungen weniger eindeutig sind. Je nachdem, welcher Produktionsschwerpunkt regional dominiert, wird sich eine ähnliche, jedoch abgeschwächte Strukturwirkung wie in den obigen Produktionszentren ergeben. Daher werden die Gemischtsregionen für die weitere Arbeit nicht berücksichtigt.

### 2.3.3    Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit

Nachdem zuvor die Auswahl der Modellregionen erfolgte, wird im Folgenden erläutert, wie die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung bestimmt wird. Zunächst werden hierfür die Anforderungen an die Datenbasis, das Vorgehen zur Datenbeschaffung sowie die Kalkulationsmethoden zur Analyse der Wettbewerbsfähigkeit erläutert. Anschließend werden die wesentlichen Annahmen für die Kalkulationen dargestellt.

#### 2.3.3.1    Datenbasis und Kalkulationsmethoden

Die Anpassungsoptionen einzelner Betriebe an die Biogasförderung können nur mit Hilfe detaillierter Informationen über produktionstechnische und wirtschaftliche Zusammenhänge der bestehenden Betriebszweige mit der Biogaserzeugung analysiert werden. Hierfür stehen nach BRÜGGEMANN (2011: 59 ff.) unterschiedliche einzelbetriebliche Datenquellen zur Verfügung:

- Daten real existierender Einzelbetriebe bilden eine konsistente Datenbasis, in der die Zusammenhänge zwischen der Produktionstechnik und der Wirtschaftlichkeit einzelner Betriebszweige exakt erfasst werden. Allerdings sind die Ergebnisse aufgrund einzelbetrieblicher Besonderheiten schwer zu verallgemeinern.
- Statistische Durchschnittswerte vieler Einzelbetriebe, wie beispielsweise Daten des Testbetriebsnetzes oder Betriebszweigauswertungen regionaler Beratungsringe, sind dagegen repräsentativer. Allerdings werden die Zusammenhänge zwischen der Produktionstechnik und der Wirtschaftlichkeit der Betriebszweige bei diesen Datenquellen weniger exakt abgebildet. Werden beispielsweise im Extremfall Durchschnittswerte über intensive und extensive Betriebe gebildet, spiegelt der Durchschnitt eine Betriebsform wider, die real nicht existiert. Die Wirkungszusammenhänge zwischen der Biogaserzeugung und den bestehenden Betriebszweigen können lediglich mithilfe sehr detaillierter, einzelbetrieblicher Informationen, wie beispielsweise zur vorhandenen Güllelagerung oder zum Nährstoffmanagement, analysiert werden. Die statistisch vorhandenen einzelbetrieblichen Daten verfügen nicht über diese Datentiefe und sind somit nicht für die Abschätzung agrarstruktureller Wirkungen der Biogasförderung geeignet.
- „Typische Betriebe“ sind real nicht existierende Modellbetriebe, mit denen produktionstechnische Beziehungen detailliert abgebildet werden können. Sie repräsentieren die dominierende Betriebsorganisation für eine ausgewählte Region hinsichtlich Betriebsform, Betriebsgröße, Betriebskombination, Faktorausstattung und Produktionssystem (DEBLITZ und ZIMMER, 2005). Somit können mit typischen Betrieben Informationen sehr detailliert erfasst werden. Gleichzeitig gewährleisten sie ein Mindestmaß an Repräsentativität.

Da eine repräsentative Datenquelle mit der erforderlichen Datentiefe für die Analyse von Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung nicht zur Verfügung steht (vgl. Kapitel 2.2.2), wird die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung mit Hilfe von Betriebszweigen typischer Betriebe analysiert.

Nach BRÜGGEMANN (2011: 59) werden lediglich Betriebszweige von spezialisierten Betrieben erhoben, auf die in den jeweiligen Regionen ein Großteil der Produktion entfällt. Die Betriebsgröße soll den regional dominierenden Betriebsgrößen entsprechen. Neben der Betriebsgröße bestimmen vor allem Managementfähigkeiten die Wettbewerbsfähigkeit vorhandener Betriebszweige. Beispielsweise sind die Produktionskosten für Milch der 25 % besten Betriebe etwa 30 % geringer als bei den 25 % schlechtesten Betrieben (THOMSEN, 2011: 3). Da aus der Wettbewerbsfähigkeit überdurchschnittlich gut geführter Betriebe unmittelbare Rückschlüsse auf agrarstrukturelle Wirkungen möglich sind, wird im Rahmen dieser Arbeit von überdurchschnittlichen Managementfähigkeiten bei den klassischen landwirtschaftlichen Betriebszweigen ausgegangen. Hinsichtlich der Biogaserzeugung wird hingegen von einer durchschnittlichen Managementfähigkeit ausgegangen.

Das standardisierte Vorgehen zur Erhebung typischer Betriebe sieht ein bis zwei Fokusgruppendifkussionen mit Wissenschaftlern, einem landwirtschaftlichen Berater sowie vier bis sechs Landwirten vor (DEBLITZ UND ZIMMER, 2005: 10). Dieses Vorgehen hat sich im Rahmen internationaler Produktionskostenvergleiche im Projekt *agri benchmark* sowie in mehreren Dissertationsvorhaben bewährt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Erhebung typischer Betriebe in Fokusgruppen sehr zeitaufwendig ist (EBMEYER 2008: 115). Somit wurden selbst in langfristig angelegten Dissertationsvorhaben zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit einzelner Betriebszweige in der Regel nicht mehr als vier typische Betriebe erhoben (vgl. BRÜGGEMANN, 2011; EBMEYER, 2008). Da im Rahmen dieser Arbeit jedoch ein kurzfristig aktivierbares Instrument zur Politikberatung entwickelt werden soll, erscheint ein derart aufwendiges Erhebungsverfahren ungeeignet. Daher werden die typischen Betriebe nicht in Fokusgruppendifkussionen, sondern in Zusammenarbeit mit regionalen Beratern erhoben. Hierfür werden regional verfügbare Betriebszweigabrechnungen genutzt und durch Expertengespräche mit regionalen Beratern sowie Kalkulationsdaten vom KTBL ergänzt. Die zu erhebende Datentiefe richtet sich nach dem in Kapitel 2.2.1 aufgezeigten Informationsbedarf zur Analyse von Agrarstrukturwirkungen. Folgende Größen werden berücksichtigt:

- Tierzahl
- Flächenausstattung
- Erträge
- Leistungsparameter
- Input-/Outputmengen
- Nährstoffbilanz/Nährstoffströme

### **Kalkulationsmethoden zum Wirtschaftlichkeitsvergleich unterschiedlicher Typen von Biogasanlagen**

Zunächst ist es notwendig, für die Biogaserzeugung relevante Anlagenkonstellationen festzulegen. Hierfür sind a) der künftig relevante Wirtschaftsdüngereinsatz sowie b) die künftig relevante Anlagengröße zu identifizieren.

Daher werden in Kapitel 3.1.1 die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen unterschiedlicher Wirtschaftsdünger anhand ihrer Eigenschaften beschrieben. Anschließend wird die Zahlungsbereitschaft für Gülle bei unterschiedlichen Maispreisen berechnet. Hierfür sind Kostenvergleichsrechnungen ausreichend, da die Erlöse der Biogaserzeugung unabhängig vom Gülleanteil sind, sofern der für den Güllebonus geforderte Mindestanteil eingehalten wird (vgl. Kapitel 2.1.1). Für die Kostenvergleichsrechnungen werden Investitionen für Lagerkapazitäten und Transportkosten für Wirtschaftsdünger berücksichtigt.

Die anlagenspezifische Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Anlagengrößen ergibt sich jedoch aus dem Zusammenhang zwischen der Größendegression und der EEG-Vergütung. Ursache dafür ist, dass die EEG-Vergütung je nach Größe der Biogasanlage – gemessen in der Stromproduktionskapazität – variiert. Daher werden für die Identifikation der relevanten Anlagengröße Gewinnvergleichsrechnungen durchgeführt und ebenfalls die Erlöse der Investitionsalternativen berücksichtigt (KUHLMANN, 2003: 511).

Da sich für Investitionsentscheidungen ein Vergleich der Unternehmervgewinne nur bei gleicher Investitionssumme eignet (KRUSCHWITZ, 2009: 35), wird zusätzlich die Kapitalrentabilität der Anlagen berechnet. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Begriff „Rendite“ als Synonym für die Kapitalrentabilität definiert. Hierfür wird der Unternehmervgewinn zuzüglich der Zinsen ins Verhältnis zum durchschnittlich gebundenen Anlage- und Umlaufvermögen gesetzt (KUHLMANN, 2003: 512).

Die Berechnung des Unternehmervgewinns und der Rendite erfolgt mithilfe einer statischen Investitionsplanungsrechnung. Als Nachteil statischer Investitionsplanungsverfahren gegenüber dynamischen Verfahren ist zu berücksichtigen, dass a) Änderungen der Kosten und Leistungen im Zeitverlauf nicht erfasst werden und b) keine Zinseszinsen und Inflationseffekte berücksichtigt werden können (KUHLMANN, 2003: 506-519; DABBERT und BRAUN, 2006: 235). Somit führen statische Verfahren zu einer größeren Ungenauigkeit. Eine größere Genauigkeit ist bei dynamischen Verfahren jedoch nur gegeben, wenn die künftigen Veränderungen der Zahlungsströme bekannt sind (KUHLMANN, 2003: 519). Aufgrund der EEG-Vergütung sind Erlöse bei der Biogaserzeugung jedoch konstant. Auf der Kostenseite sind verlässliche Prognosen aufgrund einer stark gestiegenen Volatilität auf den Agrarmärkten (BRÜMMER, 2008: 6) kaum möglich. Zudem lassen sich künftige Inflationsraten kaum schätzen. Somit würde mit einer dynamischen Betrachtung lediglich eine höhere Genauigkeit vorgetäuscht werden. Daher wird die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Biogasanlagen mithilfe statischer Investitionsplanungsverfahren ermittelt.

Bei einer regional starken Ausdehnung der Biogaserzeugung werden Anlagenbetreiber untereinander und mit anderen Produktionsverfahren um Rohstoffe konkurrieren. Somit ist neben dem Unternehmensgewinn und der Rendite auch die Wettbewerbsfähigkeit um Rohstoffe eine wesentliche Größe für die Investitionsentscheidung. Daher wird ebenfalls die maximale Zahlungsbereitschaft der Anlagen für Rohstoffe berechnet. Sie gibt an, welcher Betrag nach Abzug aller übrigen Kosten maximal für die Entlohnung der Rohstoffe zur Verfügung steht und entspricht der Faktorverwertung der Rohstoffe.

Durch Fremdarbeitskräfte kann die verfügbare Arbeitszeit eines Betriebs zwar grundsätzlich erhöht werden. Dennoch sind die Arbeitszeit und damit die Managementkapazitäten eines landwirtschaftlichen Unternehmers begrenzt. Aus ökonomischer Sicht wird er seine Arbeitskraft daher bevorzugt Produktionsverfahren widmen, die eine möglichst hohe Entlohnung seiner Arbeitszeit gewährleisten. Daher wird ebenfalls die Entlohnung des Faktors „Arbeit“ berechnet.

Allerdings kann sich die wirtschaftliche Vorzüglichkeit verschiedener Anlagengrößen aufgrund unterschiedlicher Standortparameter zwischen den Regionen verschieben. Um dies zu überprüfen und ggf. regionsspezifische Anlagengrößen berücksichtigen zu können, werden daher Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Hierbei werden wesentliche Standortparameter wie Substratkosten, Gärrestwert und Beschaffungskosten für Gülle variiert.

### **Ermittlung der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit von Biogasanlagen**

Für die Ableitung künftiger Strukturwirkungen reichen Aussagen zum Unternehmensgewinn und der Rendite einzelner Anlagen jedoch nicht aus. Hierfür muss geprüft werden, welche Anpassungsoptionen für die jeweiligen Betriebe bestehen, um die zuvor ausgewählten Anlagentypen in typische Betriebe zu integrieren.

Weiterhin konkurrieren landwirtschaftliche Unternehmer in einer Region um die knappen Faktoren, sodass sich letztlich das Verfahren mit der höchsten Verwertung des limitierenden Faktors durchsetzen wird (DABBERT und BRAUN, 2006: 180-182.). Im Vergleich zu den Produktionsfaktoren „Arbeit und Kapital“ kann die landwirtschaftliche Nutzfläche regional nicht vermehrt werden. Somit ist die regionale Strukturwirkung der Biogasförderung eine Folge der Wettbewerbsfähigkeit um den Faktor „Boden“.

Daher wird zur Beurteilung der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber den bestehenden Produktionsverfahren die Grundrente herangezogen. Sie gibt an, welcher Betrag nach Abzug aller anderen Kosten für die Entlohnung des Faktors „Boden“ zur Verfügung steht. Aus Sicht eines landwirtschaftlichen Unternehmers ist die Grundrente des Energiemaisanbaus davon abhängig, ob er a) den Energiemais für einen Biogasanlagenbetreiber anbaut oder b) selbst eine Biogasanlage betreibt. Für den Vertragsanbau a) wird die Grundrente vom regionalen Maispreisniveau bestimmt. Dies wird in der Regel unterhalb der maximalen Zahlungsbereitschaft des Anlagenbetreibers liegen. Wenn der landwirtschaftliche Unternehmer jedoch selbst eine Biogasanlage betreibt b),

richtet sich die Grundrente nach der maximalen Zahlungsbereitschaft für Maissilage. Um die tatsächliche Wettbewerbsfähigkeit des Verfahrens „Biogas“ zu ermitteln, wird im Rahmen dieser Arbeit die theoretisch maximale Grundrente der Biogaserzeugung ausgewiesen. Diese wird anhand der maximalen Zahlungsbereitschaft für Maissilage berechnet.

Die Grundrente der klassischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren wird auf Basis ihrer Vollkosten ermittelt. Hierfür wird eine Betriebszweigabrechnung nach DLG-Schema durchgeführt (DLG, 2004: 15-18). Das Ziel der Arbeit ist es, die langfristigen Strukturwirkungen der Biogasförderung zu analysieren. Hierfür sind vor allem Neuinvestitionen entscheidend, da zurückliegende Investitionsentscheidungen und die damit verbundenen versunkenen Kosten nur vorübergehend die Agrarstrukturwirkung beeinflussen. Daher wird die vollkostenbasierte Grundrente als Kriterium der Wettbewerbsfähigkeit herangezogen. Sofern Gebäude bereits vorhandener Produktionsverfahren jedoch nicht abgeschrieben sind, konkurrieren diese Produktionsverfahren lediglich auf Basis ihrer variablen Kosten mit Neuinvestition, bei denen vor der Investitionsentscheidung die Vollkosten zu berücksichtigen sind.

Die Grundrente herkömmlicher landwirtschaftlicher Produktionsverfahren wird vom Agrarpreisniveau bestimmt. Die zunehmende Volatilität auf den Agrarmärkten führt jedoch zu erheblichen Unsicherheiten hinsichtlich der Erwartungen künftiger Agrarpreise. Daher wird für die Grundrente jeweils ein Gleichgewichtspreis ausgewiesen, der angibt, bei welchem Agrarpreisniveau mit den klassischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren die gleiche Grundrente wie bei der Biogaserzeugung erzielt wird.

### **2.3.3.2    Annahmen für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit**

Nachdem zuvor die Datengrundlage und Methoden für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit beschrieben wurden, werden im Folgenden die Annahmen für die Berechnungen dargestellt.

#### **Allgemeine ökonomische Rahmenbedingungen**

Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit zwischen den Produktionsverfahren zu gewährleisten, wird für sämtliche Kalkulationen ein Zinssatz in Höhe von 6 % und ein Brutto-lohnansatz für den Arbeitgeber von 15 €/h unterstellt. Alle Anlagen und Gebäude werden linear abgeschrieben.

Da die analysierten typischen Betriebe in Westdeutschland liegen und landwirtschaftliche Unternehmer hier in der Regel die Umsatzsteuer pauschalieren, wird bei der Berechnung der Grundrente für die Milchvieh- und Schweinehaltung ebenfalls von einer Umsatzsteuerpauschalierung ausgegangen. Biogas- und Hähnchenmastanlagen werden hingegen übli-

cherweise gewerblich betrieben (KUES, 2009), sodass hierfür eine Regelbesteuerung unterstellt wird.

### **Annahmen zu Investitionen und Betriebskosten von Biogasanlagen**

Für die Bestimmung des Investitionsvolumens von Biogasanlagen unterschiedlicher Größe und Gülleanteile wurde ein Kalkulationsmodell entwickelt. Das Modell interpoliert nach Daten des KTBL das Investitionsvolumen für unterschiedliche Baugruppen. Das gesamte Investitionsvolumen setzt sich aus den Baugruppen a) Fermenter, b) Gärrestlager, c) Silolager, d) BHKW, e) Feststoffeintrag und f) Flüssigannahme zusammen. Die für die lineare Interpolation zugrunde gelegten Annahmen sind der Tabelle A1 im Anhang zu entnehmen. Für die Planung und Genehmigung der Anlagen wurde pauschal ein Aufschlag von 10 % berücksichtigt (KTBL 2009).

Die Auslegung der verschiedenen Bauteile erfolgt nach folgenden Annahmen:

- Das benötigte Fermentervolumen für verschiedene Substratzusammensetzungen und Anlagengrößen wird auf eine maximale Raumbelastung von 2.5 kg oTM/m<sup>3</sup> und eine Mindestverweilzeit der Substrate von 30 Tagen ausgelegt (KTBL, 2009: 188).
- Das gasdicht abgedeckte Gärrestlager verfügt über eine Lagerkapazität von 6 Monaten (KTBL, 2009: 188).
- Die Lagerkapazität der Flüssigannahme beträgt drei Tage.
- Der Feststoffeintrag fasst das Volumen einer Tagesration.

Aufgrund einer zunehmenden Nachfrage sind die Anlagenpreise seit 2009 jedoch stark angestiegen. In aktuelleren Veröffentlichungen (ab Mai 2010) werden bei einem Gülleanteil von 35 % Investitionssummen für eine 500 kW-Anlage von 2 Millionen € und für eine 200 kW-Anlage von 1 Million € genannt (GERS-GRAPPERSHAUS, 2010: 18). Da für diese Anlagentypen nach den in Tabelle A1 genannten Annahmen etwa 15 % geringere Investitionen kalkuliert wurden, wurde auf alle Bauteile pauschal eine Preissteigerung von 15 % berücksichtigt.

Weiterhin sind der Tabelle A1 die Annahmen für Abschreibung und Wartung zu entnehmen. Sie variieren je nach Verschleiß der einzelnen Bauteile. Die Nutzungsdauer beträgt 20 Jahre für Betonbauteile, wie dem Silolager, und neun Jahre für das BHKW. Die Wartungskosten reichen von 1,3 bis 2 % des Investitionsvolumens.

Die elektrischen Wirkungsgrade der BHKWs sind in Tabelle A2 im Anhang aufgeführt. Sie steigen mit zunehmender Anlagengröße von 33 % bei einem 50 kW-BHKW bis 40 % bei einem 1.000 kW-BHKW an. Der Zündölbedarf wird nach KTBL (2009: 189) interpoliert.



Der Eigenwärmebedarf für die Aufrechterhaltung des Prozesses wird in Abhängigkeit der Substratzusammensetzung nach REINHOLD (2005: 11 f.) berechnet.<sup>6</sup> Auch bezüglich der Wärmenutzung sind Annahmen zu treffen. Die Möglichkeit, von einer Biogasanlage Wärme abzusetzen, werden dabei nicht von der Größe der Biogasanlage, sondern von den Standortvoraussetzungen vorgegeben, die kleinräumig sehr unterschiedlich sein können. Daher wird eine von der Größe der Biogasanlage unabhängige Wärmeabnahme von jährlich 450.000 kWh unterstellt, was dem Wärmebedarf von etwa 20 Wohnhäusern entspricht. Der Wärmeerlös beträgt nur 2 ct/kWh, da annahmegemäß die Wärmeabnehmer die Kosten für das Nahwärmenetz tragen. In Gülleanlagen wird im Winter jedoch ein Großteil der anfallenden Wärme als Prozesswärme verbraucht. Daher wird unterstellt, dass bei Gülleanlagen lediglich ein Wohnhaus mit einem jährlichen Wärmebedarf von 22.500 kWh mit der überschüssigen Wärme beheizt wird. Für Einspeiseanlagen sind wiederum andere Annahmen zur Wärmeverwertung zu treffen, wenn das Gas in wärmegeführten BHKW verstromt wird. Das bedeutet, dass die BHKW an Orten mit hohem Wärmebedarf aufgestellt werden und sich die Laufzeit der BHKW nach dem Wärmebedarf richtet. Auf diese Weise können 90 % der anfallenden Wärme genutzt werden. Da die Wärme somit unmittelbar am Bedarfsort anfällt, sind anders als bei den Anlagen zur Direktverstromung keine Investitionen mehr für den Transport der Wärme erforderlich. Daher wird ein höherer Wärmeerlös von 5 ct/kWh für die Einspeiseanlage angenommen. Allerdings fällt im Unterschied zu den Anlagen mit direkter Verstromung keine Abwärme am Fermenter an, sodass die Wärme extern bereitgestellt werden muss. Hierfür wird angenommen, dass die Wärme mit einer Hackschnitzelheizung zu Kosten von 4,7 ct/kWh bereitgestellt wird (URBAN et al., 2009: 83).

Weiterhin werden für das Kalkulationsmodell folgende Annahmen getroffen:

- Der Eigenstrombedarf der Anlagen beträgt 8 % der Stromerzeugung, wobei der benötigte Strom zum Preis von 16 ct/kWh zugekauft wird.
- Die Auslastung der BHKW beträgt 8.000 Volllaststunden in Anlagen zur direkten Verstromung (91 % Auslastung). In wärmegeführten BHKW richtet sich die Laufzeit hingegen nach dem Wärmebedarf, sodass in der Regel geringere Laufzeiten realisiert werden. Daher werden für die Einspeiseanlagen lediglich 5.250 Volllaststunden angenommen (URBAN et al., 2009: 70).
- Als weitere Fixkosten werden Versicherungskosten in Höhe von 0,5 % des Investitionsvolumens sowie Kosten für Buchführung und Laboranalysen in Höhe von 700 € und Buchführungskosten in Höhe von 4.000 € pro Jahr berücksichtigt (KTBL, 2009: 190).
- Für die Kalkulation der Personalkosten wird angenommen, dass unabhängig von der Anlagengröße täglich zwei Stunden für die Verwaltung und Kontrolle der Anlage be-

---

<sup>6</sup> Je nach Gülleanteil kann der Wärmebedarf zwischen 20 und 75 % schwanken. Daher begrenzt der Eigenwärmebedarf bei hohen Gülleanteilen die zu erzielenden Wärmeerlöse.

nötigt werden. Für das Einbringen der Silage wird ein Zeitbedarf von 10 Minuten/t Maissilage unterstellt (REINHOLD, 2005: 14).

- Für die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Da allerdings die Druckwasserwäsche nach URBAN ET AL. (2009: 95) die geringsten Kosten verursacht, wird im Rahmen dieser Arbeit lediglich die Druckwasserwäsche als Aufbereitungstechnologie berücksichtigt.

Weiterhin müssen Verluste an unterschiedlichen Stellen in der Biogasanlage berücksichtigt werden. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

- Während der Silomaisernte tritt ein Feldverlust von 5 % und während der Substratlagerung von 10 % auf (LFL BAYERN, 2006: 9).
- Für die Einspeisung des Stroms in das öffentliche Netz werden Transformationsverluste in Höhe von 1 % berücksichtigt.
- Bei der Biogaserzeugung kommt es zu diffusen Methanemissionen aus Folienspeichern und/oder undichten Stellen, die auf etwa 1% des erzeugten Methans geschätzt werden (VOGT, 2008: 5). Weiterhin entstehen Methanemissionen bei der Verbrennung des Biogases im BHKW in Höhe von 0,5 % (VOGT, 2008: 6). Daher werden im Rahmen dieser Arbeit insgesamt diffuse Methanemissionen von 1,5 % berücksichtigt.
- Für Gasaufbereitung mit der Druckwasserwäsche liegt der Methanverlust bei 1 % (URBAN et al., 2009: 71).

### **Annahmen für die Gebäudekosten in der Tierhaltung**

Die Gebäudekosten werden nach Angaben des KTBL berechnet (Tabelle A3 im Anhang). Dies ist notwendig, da aus Buchführungsabschlüssen abgeleitete Gebäudekosten oftmals einen hohen Anteil nicht bewerteter Eigenleistung enthalten und somit die tatsächlichen Kosten systematisch unterschätzen. Allerdings werden in der Milchviehhaltung die Färsen in der Regel in abgeschriebenen Ställen gehalten (GILLEN, 2010), sodass hier nur Instandsetzungskosten anfallen. Abschreibungen werden lediglich für den Kuhstall berücksichtigt.

In Niedersachsen werden im Rahmen der Agrarinvestitionsförderung (AFP) seit 2011 Investitionszuschüsse für die Milchviehhaltung in Höhe von 20 % gewährt (LWK NDS, 2010). Daher werden diese AFP-Zuschüsse im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls berücksichtigt.

### **Agrarpreisniveau bzw. Kosten für Produktionsmittel**

Von besonderer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion sind Preisannahmen für die Produktionsmittel und Nebenerlöse. In der jüngeren Vergangenheit hat die Volatilität auf den Agrarmärkten stark zugenommen, was Annahmen zum künftigen Agrarpreisniveau erschwert. Dennoch ist es für die Analyse der Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung erforderlich, ein in sich konsistentes Preisszenario zu unterstellen. Da der Ansatz am Beispiel des EEG 2009 erprobt werden soll, sollte das unterstellte Preisszenario den Preiserwartungen landwirtschaftlicher Unternehmer zum Inkrafttreten des EEG 2009 entsprechen.

In der Agrarökonomie werden künftig zu erwartende in sich konsistente Preisszenarien unter Berücksichtigung von Substitutions- und Handelsbeziehungen mithilfe von Marktmodellen erstellt. Ihre Ergebnisse sind jedoch nicht als Prognosen zu interpretieren, sondern spiegeln lediglich langfristig zu erwartende Entwicklungen wieder, die bei konstanter Politik und einer Reihe weiteren makroökonomischer Annahmen eintreten würden (OFFERMANN et al., 2010: 1). Mehrere Forschungseinrichtungen publizieren jährlich Modellergebnisse zur künftigen Entwicklungen auf den Agrarmärkten. Allerdings beziehen sich die Ergebnisse auf die internationalen Märkte und werden nicht auf die Entwicklungen in Deutschland runtergebrochen (BRÜGGEMANN, 2011: 74).

Unter Berücksichtigung der deutschen Marktverhältnisse veröffentlicht das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) die sogenannte vTI-Baseline im zweijährigen Rhythmus. Hierin sind u. a. Modellergebnisse der wichtigsten In- und Outputpreise für den deutschen Agrarsektor über einen Zeitraum von zehn Jahren enthalten (OFFERMANN et al., 2010: 1,9,61). Die vTI-Baseline basiert wiederum auf Agrarmarktprojektionen des Food and Agricultural Policy Research Institutes (FAPRI) sowie weiteren Annahmen zur Entwicklung der Weltwirtschaft, die mit zahlreichen nationalen und internationalen Institutionen abgestimmt werden (OFFERMANN et al., 2010: 3). In Abbildung 2.3 sind die Weizenpreisprojektionen der vTI Baseline 2009 den Preisprojektionen des FAPRI sowie der OECD aus den Jahren 2009 bis 2011 gegenübergestellt.

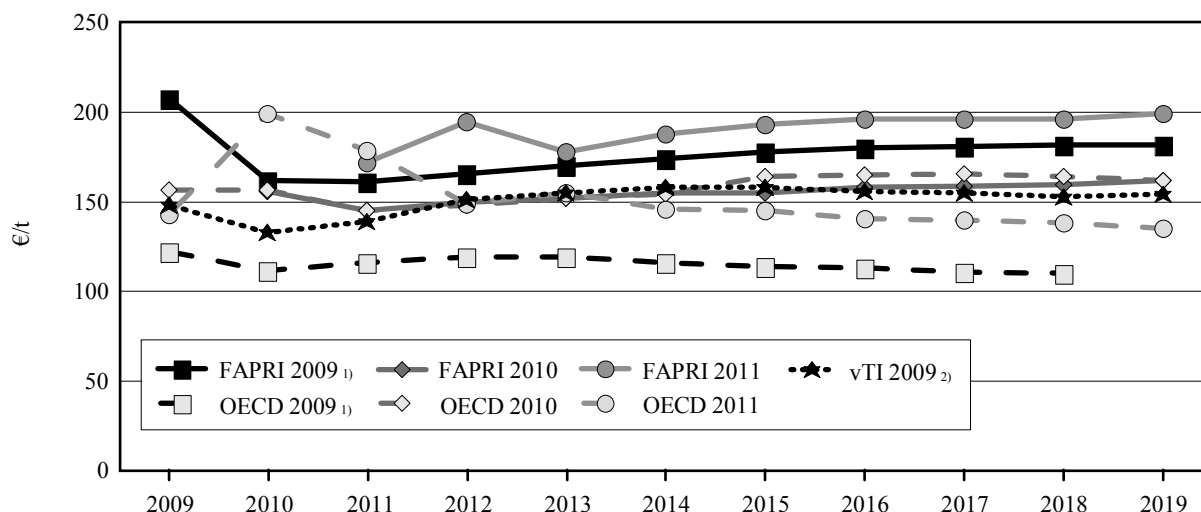
Es ist zu erkennen, dass in den meisten Preisprojektionen davon ausgegangen wird, dass sich die Weizenpreise langfristig in einem Korridor zwischen 150 und 200 €/t bewegen werden. Allerdings kommt es aufgrund von unterschiedlichen Annahmen und Veröffentlichungszeitpunkten zu Abweichungen zwischen den einzelnen Modellen:

- Die Preisprojektionen der OECD aus dem Jahr 2009 gehen von einem langfristigen Weizenpreis in Höhe von lediglich 115 €/t aus, während das FAPRI im gleichen Jahr langfristige Weizenpreise im Bereich von 180 €/t erwartet.
- In den Veröffentlichungen aus dem Jahr 2010 erhöht die OECD ihre Erwartungen hinsichtlich des langfristigen Weizenpreisniveaus auf etwa 160 €/t. Das FAPRI kommt zu einer ähnlichen Einschätzung.

- Während die OECD im Jahr 2011 langfristig von leicht sinkenden Weizenpreisen auf etwa 150 €/t ausgeht, gibt das FAPRI in 2011 ein langfristiges Weizenpreisniveau von 190 €/t an.
- Die Preiserwartungen aus der vTI-Baseline 2009 bewegen sich mit durchschnittlich 150 €/t zwischen den FAPRI und OECD-Projektionen. Da sie sich auf den deutschen Agrarmarkt bezieht und sich im Bereich der anderen Projektionen bewegt, wird im Rahmen dieser Arbeit das Preisszenario an die vTI-Baseline 2009 angelehnt.

Im Vergleich zu Weizenpreisen von über 250 €/t im April 2011 erscheint das unterstellte Weizenpreisniveau etwas niedrig. Allerdings entspricht es den künftigen Preiserwartungen landwirtschaftlicher Unternehmer zum Inkrafttreten des EEG 2009. Somit ist es für die Erprobung des Ansatzes am Beispiel des EEG 2009 besonders gut geeignet.

**Abbildung 2.3:** Vergleich unterschiedlicher Preisprognosen für Weizen



1) FOB US Golf. 2) DE.

Quelle: Eigene Darstellung nach Offermann et al. (2010); FAPRI (2009, 2010, 2011); OECD (2009, 2010, 2011).

Da die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung im Rahmen dieser Arbeit mit einem statischen Investitionsplanungsverfahren kalkuliert wird (vgl. Kapitel 2.3.3.1), muss aus den künftigen Agrarpreisprojektionen ein durchschnittliches Agrarpreisniveau abgeleitet werden. Hierfür wird vereinfachend der Durchschnitt der Preisprojektionen von 2011 bis 2021 gebildet.

Weiterhin enthält die vTI-Baseline lediglich Preisentwicklungen der wichtigsten Agrargüter, weshalb weitere In- und Outputpreise abgeleitet werden müssen. Hierfür werden historische Preisrelationen sowie funktionale Zusammenhänge herangezogen. Das abgeleitete Preisszenario ist in Tabelle 2.2 dargestellt.

**Tabelle 2.2:** Preisannahmen für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit (netto)

<b>Getreide/Futtermittel</b>		
Weizen	150 €/t	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 61)
Sojaschrot	240 €/t	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 61)
Kraftfutter EIII	170 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Rindermastfutter	160 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Kälberaufzuchtfutter	190 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Milchaustauscher	165 €/dt	historische Preisrelation zur Milch nach versch. Jgg. BMELV
Ferkelaufzuchtfutter	170 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Vormastfutter Schweine	165 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Endmastfutter Schweine	155 €/t	Kostenminimierung nach Weizen und Soja
Mineralfutter	60 €/dt	Eigene Annahme nach LWK Nds. (2008)
<b>Tierische Erzeugnisse</b>		
Milch	27,2 ct/kg ECM	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 61)
Rindfleisch R3	3,15 €/kg SG	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 61)
Schweinefleisch	1,42 €/kg SG	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 61)
Färsen (Holstein Friesen)	1.400 €/Färsen	Historische Preisrelation zu Milchpreis versch. Jgg. BMELV und Masterrind
Altkühe (Holstein Friesen)	720 €/Kuh	Historische Preisrelation zu Schlachtpreis R3 versch. Jgg. BMELV
Bullenkälber (Holstein Friesen)	90 €/Kalb	Historische Preisrelation zu Schlachtpreis R3 versch. Jgg. BMELV
Fresser (FV)	620 €/Fresser	Historische Preisrelation zu Schlachtpreis R3 versch. Jgg. BMELV; LfL 2011
Ferkel (30 kg)	46 €/Ferkel	Historische Preisrelation zur Schweinefleischpreis versch. Jgg. BMELV
<b>Nährstoffe</b>		
N	0,95 €/kg	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 9)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,26 €/kg	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 9)
K <sub>2</sub> O	0,66 €/kg	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 9)
<b>Sonstiges</b>		
Diesel	1,11 €/l	Mittelwert nach Offermann et al. (2010: 9)

Quelle: Eigene Berechnungen nach Offermann et al. (2011); versch. Jgg. BMELV; Masterrind (2011).

- Ausgangspunkt für die Futtermittelpreise sind ein Netto-Weizenpreis von 150 €/t und ein Sojaschrotpreis von 240 €/t (OFFERMANN et al., 2010: 61).
- Die Preise für Milch, Rindfleisch, Schweinefleisch, Nährstoffe und Diesel geben ebenfalls die Mittelwerte nach OFFERMANN et. al. (2010: 61) wieder.
- Da in der Herstellung von Kraftfutter sowohl Eiweiß- als auch Energiefuttermittel eingesetzt werden, müssen für die Ableitung der Kraftfutterpreise beide Komponenten berücksichtigt werden. Zu den weltweit bedeutendsten Protein- bzw. Eiweißfuttermitteln zählen Soja und Weizen. Daher ist davon auszugehen, dass sich andere Energie- und Eiweißfuttermittel aufgrund von Substitutionsmöglichkeiten an den Soja- und Weizenpreisen orientieren. Somit können die künftigen Kraftfutterpreise vereinfachend aus den künftigen Preisannahmen für Sojaschrot und Weizen abgeleitet werden. Hierfür werden mithilfe einer linearen Optimierung kostenminimale Soja- und Weizenanteile bestimmt, die der Energie- und Eiweißkonzentration der Kraftfuttermittel entsprechen.
- Die Preise für Altkühe, Bullenkälber und Fresser werden anhand historischer Preisrelationen zu Rindfleisch ermittelt.

- Die Färsenpreise werden hingegen aus dem historischen Zusammenhang zwischen Milch- und Färsenpreisen ermittelt.

### Nährstoffwert

Durch die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern wird der Mineraldüngereinsatz reduziert. Somit kann der Wert von Wirtschaftsdüngern aus dem Wert der substituierten Mineraldünger abgeleitet werden.

Während bei Phosphor und Kalium aus Wirtschaftsdüngern keine Verluste auftreten, sind für Stickstoff hingegen an unterschiedlichen Stellen Verluste zu berücksichtigen. Nach Anlage 6 der Düngeverordnung entweichen während der Lagerung von Rindergülle 15%, Schweinegülle 30 % und Hähnchenmist 40 % des ausgeschiedenen Stickstoffs in Form von Ammoniak. Ursache der höheren Verluste bei Schweinegülle und Hähnchenmist sind die höheren Ammoniumgehalte. Da in der Düngeverordnung keine Lagerungsverluste für Gärreste aus NawaRo angegeben sind, werden nach VETTER und REINHOLD (2009: 201) Stickstoffverluste im Fermenter und Gärrestlager von insgesamt 15 % berücksichtigt.

Weiterhin ist für die Bewertung von Wirtschaftsdüngern zu berücksichtigen, dass Verluste während der Ausbringung auftreten und der ausgebrachte Stickstoff weniger pflanzenverfügbar ist als bei Mineraldüngern. Nach langjährigen Versuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen sind für die Düngung von Silomais<sup>7</sup> 70 % des ausgebrachten Stickstoffs aus Gärresten und Rindergülle, 80 % des Stickstoffs aus Schweinegülle und 60 % des Stickstoffs aus Hähnchenmist pflanzenverfügbar (LWK NDS, 2011a).

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass bei der Düngung mit Wirtschaftsdüngern im Vergleich zu Mineraldünger höhere Ausbringungskosten verursacht werden. Daher werden die Ausbringungskosten vom Nährstoffwert abgezogen und der Nährstoffwert frei Wurzel berechnet.

Allerdings wird der Wert organischer Düngemittel ebenfalls von der regionalen Nährstoffversorgung beeinflusst. In der Veredlungsregion Cloppenburg fallen aufgrund der intensiven Viehhaltung bereits heute mehr organische Nährstoffe an, als nach den Vorgaben der Düngeverordnung im Landkreis ausgebracht werden können (vgl. Karte 2.10). Daher werden überschüssige Wirtschaftsdünger über Güllebörsen in andere Regionen vermittelt. Hierbei hat sich gezeigt, dass die abgebenden Betriebe in der Vergangenheit keinen Nährstoffwert realisieren können und die Transportkosten für flüssige Wirtschaftsdünger tragen mussten. Die Transporte werden überwiegend von sogenannten Nährstoffbörsen

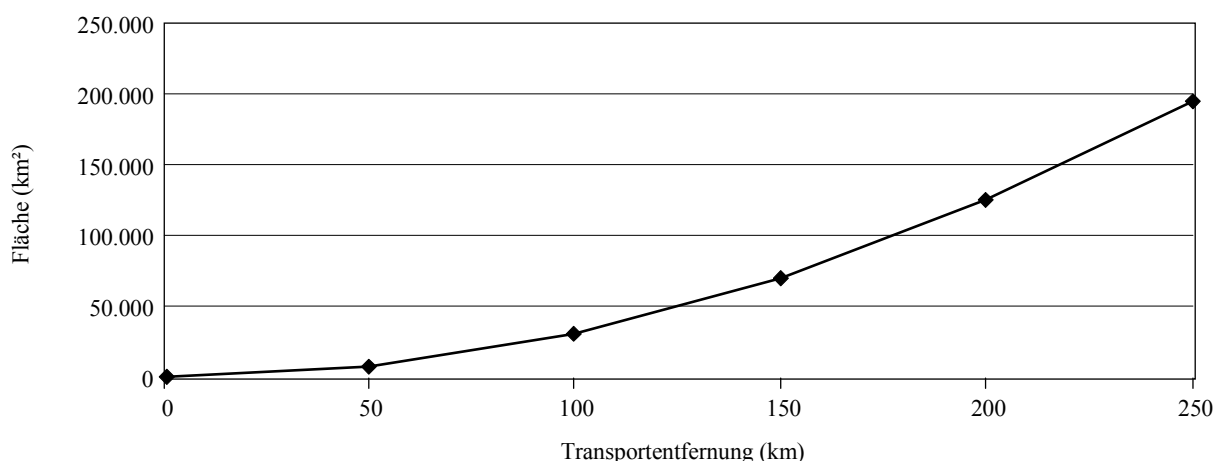
---

<sup>7</sup> In anderen Kulturen, wie bei Getreide oder Zwischenfrüchten, liegt die Wirksamkeit der organischen Dünger etwa 10 % geringer (vgl. LWK NDS 2011a). Da jedoch überwiegend Silomais als Substrat für die Biogaserzeugung eingesetzt wird (vgl. Kapitel 2.1.2), wird der Stickstoffwert der Gärreste anhand ihrer Wirksamkeit zu Mais berechnet.

durchgeführt. Diese Unternehmen vermitteln die Wirtschaftsdünger zu aufnehmenden Betrieben und legen die Kosten der jährlich durchgeführten Transporte in einer Mischkalkulation auf die transportierte Güllemenge um. In der Vergangenheit lagen die daraus resultierenden Kosten relativ konstant bei 6 €/m<sup>3</sup> (EVESLAGE, 2009: 9 ff.). Nach den in Abbildung 2.5 dargestellten Transportkosten kann hiermit eine Transportdistanz von etwa 40 km überwunden werden. Die Tatsache, dass überschüssige Wirtschaftsdünger bisher maximal 80 km transportiert werden (EVESLAGE, 2009: 12), verdeutlicht, dass die bisherigen Entsorgungskosten von 6 €/m<sup>3</sup> aus einer durchschnittlichen Transportentfernung von etwa 40 km resultieren.

Allerdings kann eine Ausdehnung der Biogaserzeugung in Nährstoffüberschussgebieten dazu führen, dass der organische Nährstoffanfall in der Region steigt. Dies geschieht, wenn die NawaRo auf Getreideflächen angebaut werden, deren Ernteprodukte zuvor aus der Region exportiert wurden. In der Folge würden sich die notwendigen Transportentfernungen und die damit verbundenen Transportkosten für den Export der Wirtschaftsdünger erhöhen. Allerdings steigt die verfügbare Ausbringungsfläche bei konstanten Bedingungen quadratisch zur Transportentfernung (vgl. Abbildung 2.4). Selbst wenn sich die regionalen Nährstoffüberschüsse und damit die benötigte Ausbringungsfläche verdoppeln, erhöht sich die durchschnittliche Transportentfernung bei konstantem Aufnahmepotenzial der umliegenden Regionen lediglich um 40 %. In einem solchen Szenario würden die Transportkosten lediglich um 1,6 €/m<sup>3</sup> steigen. Daher wird für die ausgewählte Veredlungsregion auch bei einer weiteren Ausdehnung der Biogaserzeugung von stabilen Entsorgungskosten für Gärreste aus NawaRo in Höhe von 6 €/m<sup>3</sup> ausgegangen.

**Abbildung 2.4:** Verfügbare Fläche bei steigender Transportentfernung



Quelle: Eigene Berechnung.

### Bereitstellungskosten für Silomais

Die Rohstoffkosten haben einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen und können bis zu 40 % der Gesamtkosten verursachen (WBA, 2007: 152). Daher wird nachfolgend die Berechnung der Bereitstellungskosten für Silomais näher beschrieben.

Die Substratkosten werden mithilfe des Gleichgewichtspreises zur Alternativkultur bestimmt. Dieser gibt an, ab welchem Preis der Maisanbau in einer Region wettbewerbsfähig ist (LEIBER, 1985: 229). Er wird berechnet, indem von den Markterlösen der Alternativkultur sämtliche Kosten außer der Bodenkosten abgezogen werden. Die so errechnete Grundrente wird als Nutzungskosten zu den übrigen Kosten des Maisanbaus addiert.

In Tabelle 2.3 ist die Vorgehensweise zur Berechnung der Substratkosten anhand durchschnittlicher Ertragsrelationen für Mais und Weizen in Deutschland dargestellt. Diese ermittelten Substratkosten werden für die Auswahl der Anlagen in Kapitel 3.1 herangezogen.

**Tabelle 2.3:** Gleichgewichtspreis zwischen Weizen und Silomais

		Weizen	Silomais	
Ertrag	t FM/ha	8,0	45,0	
Preis	€/t	150	24,57	
Strohertrag	€/ha	0		
Strohpreis	€/t	0		
Leistung	€/ha	1.200	1.106	↑
Saatgut	€/ha	81	164	
Pflanzenschutz	€/ha	142	51	
Organische Düngung	m <sup>3</sup> /ha	- m <sup>3</sup> GR	33	m <sup>3</sup> GR
N <sup>1)</sup>	kg/ha	0	118	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>1)</sup>	kg/ha	0	83	
K <sub>2</sub> O <sup>1)</sup>	kg/ha	0	238	
Nährstoffwert	€/ha	0	373	
Erstattung Ausbringungskosten	€/ha	0	-92	
<b>Kosten organische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>0</b>	<b>281</b>	
Mineralische Düngung				
N	kg/ha	180	100	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	80	20	
K <sub>2</sub> O	kg/ha	60	0	
Nährstoffwert	€/ha	311	120	
Ausbringung	€/ha	13	7	
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>325</b>	<b>127</b>	
Ernte- und Transport	€/ha	150	0	
Sonstige Arbeitserledigungskosten	€/ha	305	286	
<b>Summe Direkt- und Arbeitserledigungskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.003</b>	<b>908</b>	
Direkt- und Arbeitserl. Freie Leistungen	€/ha	197	197	→

1) Verluste bereits berücksichtigt.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2011b); o.V. (2010).



Bei einem Weizenpreis von 150 €/t und einem Ertrag von 8 t/ha werden mit dem Weizenanbau direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen<sup>8</sup> in Höhe von 200 €/ha erwirtschaftet. Der Gewinnbeitrag aus dem Weizenanbau wird als Nutzungskosten der Fläche für den Maisanbau berücksichtigt. Um den gleichen Gewinnbeitrag wie im Weizenanbau zu erreichen, muss bei einem Weizenpreis von 150 €/t mit Silomais ein Erlös von 1.100 €/ha erzielt werden. Dies entspricht bei 45 t Ertrag einem Preis von 24,6 €/t frei Halm. Es ist zu berücksichtigen, dass der Nährstoffwert der Gärreste im Rahmen dieser Arbeit verursachergemäß in der Biogasanlage bilanziert wird. In der Folge sind beim Substratanbau Kosten für die organische Düngung in Höhe von 280 €/ha enthalten.

### Logistikkosten der Biogasanlagen

Weiterhin sind die Ernte- und Transportkosten für Silomais sowie Ausbringungskosten für den Gärrest zu berücksichtigen. Ursache ist, dass sich die Rendite größerer Biogasanlagen aufgrund weiterer Transportentfernungen und damit -kosten verringern kann. In Abbildung 2.5<sup>9</sup> sind die Logistikkosten für steigende Transportentfernungen bei einem Ertrag von 45 t FM/ha dargestellt. Für die Ernte des Silomais entstehen Kosten in Höhe von 5,5 €/t. Die spezifischen Transportkosten liegen bei 36 ct/t/km. Aufgrund der geringeren Auslastung des Feldhäckslers entstehen bei der Grasernte mit 7,8 €/t höhere Festkosten.

Für die Ausbringung des Gärrestes fallen entfernungsunabhängig Kosten in Höhe von 2 €/m<sup>3</sup> sowie weitere 32 ct/km an. Für Gülleanlagen kann es weiterhin notwendig sein, Gülle von anderen Betrieben zur Anlage zu transportieren. Wie der Abbildung 2.5 zu entnehmen ist, wird der Transport bis zu einer Entfernung von etwa 6 km mit Schleppern durchgeführt. Für weitere Entfernungen wird Gülle aufgrund geringerer variabler Kosten hingegen mit dem LKW transportiert.

Aus dem Substratbedarf der verschiedenen Anlagentypen und dem Flächenertrag werden die benötigte Anbaufläche und die durchschnittliche Transportentfernung berechnet. Nach TOEWS (2009: 261) wird dafür angenommen, dass 10 % der Gesamtfläche für die Substratbeschaffung zur Verfügung stehen. Um die durchschnittliche Luftlinienentfernung zu erhalten, wird der Radius der ermittelten Kreisfläche mit dem Faktor 0,71 multipliziert.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Nachfolgend werden direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen vereinfachend als Gewinnbeitrag bezeichnet.

<sup>9</sup> Die Annahmen zur Berechnung der Logistikkosten sind in Tabelle A4 im Anhang dargestellt.

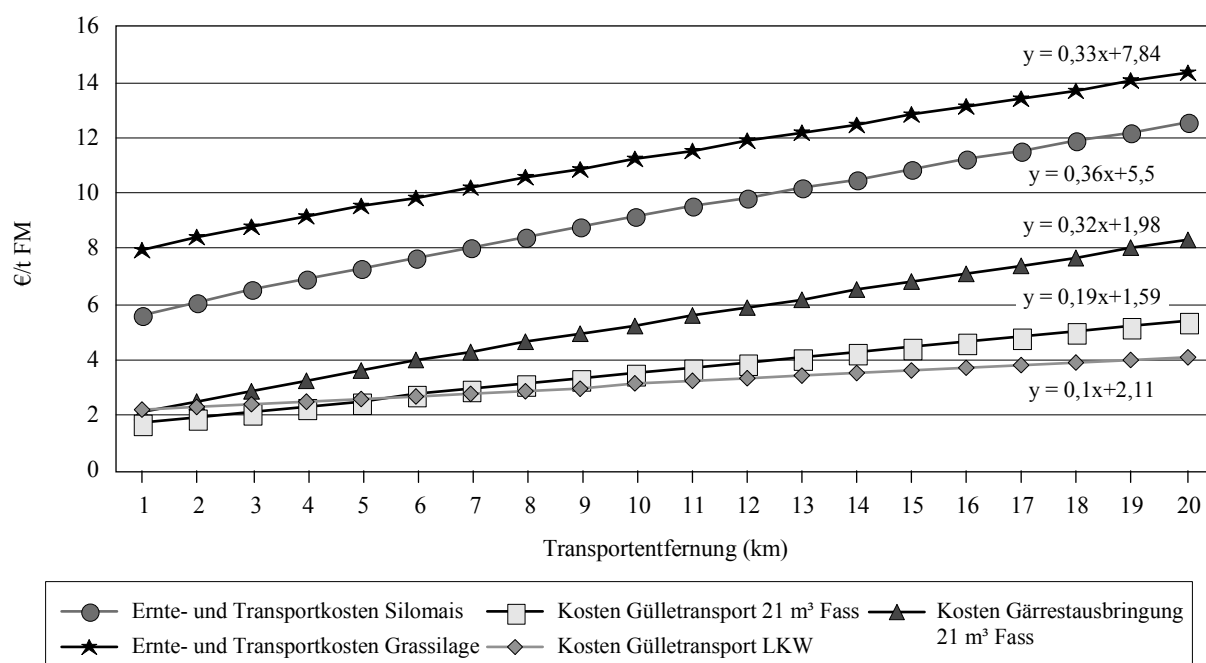
<sup>10</sup> Der Radius bildet die maximale Transportentfernung ab. Herleitung des Faktors für die durchschnittliche Transportentfernung:

$$2 * A_2 = A_1 \cap A_i = r_i^2 * \pi \Rightarrow 2 * r_2^2 * \pi = r_1^2 * \pi$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt{\frac{1}{2}} \approx 0,707$$

Für die Berücksichtigung des Straßenverlaufs wird die Entfernung nach Luftlinie um 27 % erhöht (LOHSE und ZIMMERMANN, 2003: 5).

**Abbildung 2.5:** Logistikkosten für Biogasanlagen



Quelle: Eigene Berechnung nach: o.V. (2010); Laurenz (2010); KTBL (2011b); LWK NRW (2011).

### Substrateigenschaften

Der Substratbedarf der Anlage wird neben der Anlagengröße, der jährlichen Auslastung und dem elektrischen Wirkungsgrad vor allem durch die Methanausbeute der Substrate bestimmt. Die im Rahmen dieser Arbeit unterstellten Gasausbeuten sind in Tabelle 2.4 dargestellt. Wie in Kapitel 2.1.2 gezeigt wurde, ist Maissilage der mit Abstand bedeutendste Rohstoff für die Biogaserzeugung. Für Maissilage wird ein Methanertrag von 106 Nm³/t FM angenommen. Da im Rahmen der Arbeit ebenfalls eine Milchviehregion mit hohen Grünlandanteilen betrachtet wird, ist in der Tabelle ebenfalls der Gasertrag von Grassilage mit 98 Nm³/t FM aufgeführt.

Während der Methanertrag von Hähnchenmist mit Maissilage vergleichbar ist, kann aus Rinder- und Schweinegülle lediglich etwa ein Zehntel der Methanmenge gewonnen werden.

**Tabelle 2.4:** Gasausbeuten von Mais-, Grassilage und Wirtschaftsdüngern

	TS-Gehalt	oTS-Gehalt	Biogasertrag	CH <sub>4</sub> -Anteil	CH <sub>4</sub> -Ertrag
	%	%	ln/kg oTS	%	Nm <sup>3</sup> /t FM
Silomais	33	95	650	52	106
Grassilage	35	90	600	52	98
Rindergülle	10	80	380	55	17
Schweinegülle	5	80	420	60	10
Hähnchenmist	50	75	500	55	103

Quelle: KTBL (2010).

### 2.3.4 Fallstudien zum Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer

Im vorherigen Kapitel wurde der Ansatz beschrieben, mit dem die künftig zu erwartenden Strukturwirkungen des EEG 2009 aus der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung abgeleitet werden. Allerdings stellt sich die Frage, ob die unterstellten Strategien sämtliche Entscheidungsparameter von landwirtschaftlichen Unternehmern berücksichtigen, oder ob ggf. weitere Faktoren die betrieblichen Anpassungsprozesse bestimmen. Weiterhin können indirekte Wirkungen, wie die Veränderungen künftiger Wachstumsstrategien, nicht kalkulatorisch ermittelt werden. Um diese Fragen beantworten zu können, schließt sich ein weiterer Untersuchungsschritt mithilfe von Fallstudien an.

Hierfür wird nachfolgend das Untersuchungskonzept aus der sozialwissenschaftlichen Literatur entwickelt.

Grundsätzlich können theoretisch abgeleitete Wirkungszusammenhänge mit quantitativen und qualitativen Methoden empirisch untersucht werden.

Quantitative Forschungsansätze zielen darauf ab, repräsentative Aussagen auf Basis möglichst großer Stichprobenumfänge zu treffen. In der Regel werden standardisierte Befragungen durchgeführt, um Daten zu generieren (WINTER, 2000). Die gewonnenen Daten werden mit statistischen Methoden ausgewertet. Standardisierte Befragungen haben den Vorteil, dass die Antworten vergleichbar sind und die Ergebnisse zuverlässig sowie exakt zu quantifizieren sind (LAMNEK, 2010: 311; WINTER, 2000). Allerdings müssen die zu erfassenden Informationen für eine standardisierte Befragung mengenmäßig sehr überschaubar bleiben. In der Folge können wesentliche Details sowie Begründungen für das Verhalten von Akteuren nicht erfasst werden. Somit gewährleisten standardisierte Befragungen zwar große Fallzahlen, jedoch weniger tiefgründige Informationen hinsichtlich der Wirkungszusammenhänge und -ursachen (WINTER, 2000; LAMNEK, 2010: 7 f.; FLYVBJERG, 2006: 228).

Qualitative Methoden zielen hingegen darauf ab, Entscheidungsgründe offenzulegen und zu interpretieren. Da die Befragungsmethoden weniger standardisiert sind, gewährleisten sie eine größere Informationstiefe. Durch den persönlichen Kontakt zu den Befragten können in qualitativen Verfahren Rückfragen gestellt werden, um Hintergründe offenzulegen (WINTER, 2000; LAMNEK, 2010: 302).

Auch wenn bereits auf Grundlage der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung direkte und indirekte Strukturwirkungen abgeleitet werden, kann aufgrund der komplexen Wirkungszusammenhänge nicht davon ausgegangen werden, dass hierbei alle Strukturwirkungen a priori erfasst werden. Daher werden im nächsten Schritt die Strukturwirkungen der Biogaserzeugung empirisch mithilfe qualitativer Methoden untersucht.

Zunächst werden Leitfadeninterviews mit landwirtschaftlichen Beratern und Unternehmen geführt. Die landwirtschaftlichen Unternehmer sollen bereits in die Biogaserzeugung investiert haben und aus der Region stammen, für die auch die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit berechnet wird.<sup>11</sup> Unter Leitfadeninterviews werden Interviewformen zusammengefasst, die „ein den Interviewer unterstützendes Instrument vorsehen (LAMNEK, 2010: 326)“. Der Forscher entwickelt dabei einen Leitfaden aus seinen Vorüberlegungen zum Problembereich. Auf das Instrument „Leitfadeninterview“<sup>12</sup> wird zurückgegriffen, weil es sich durch folgende Stärken auszeichnet:

- Der offene Charakter ermöglicht einerseits dem Befragten die freie Beantwortung der Fragen. Andererseits kann auch der Interviewer durch intensives Nachfragen tiefgründige Informationen erlangen (KEPPER, 1994: 33 f.; LAMNEK, 2010: 307).
- Der Interviewleitfaden hilft dem Interviewer vorab alle wesentlichen Aspekte zu berücksichtigen und das Gespräch stärker zu steuern. Er ist somit als Orientierungsrahmen zu sehen (LAMNEK, 2010: 335).
- Durch den Einsatz eines Leitfadens wird das Interview strukturiert und die Vergleichbarkeit der Daten erhöht. Somit lassen sich konkrete Aussagen über einen Untersuchungsgegenstand machen (FLICK, 2000: 114).

Allerdings muss das Gespräch nicht starr nach dem Leitfaden ablaufen, denn der Interviewer soll in der konkreten Gesprächssituation über dessen Verlauf flexibel bestimmen können (FLICK, 2000: 112 f.; LAMNEK, 2010: 319).

Die Konzeption des Interviewleitfadens auf Basis der aus den betriebswirtschaftlichen Kalkulationen abgeleiteten Strukturwirkungen wird ausführlich in Kapitel 4.1 beschrieben.

---

<sup>11</sup> Die Auswahl der Befragungsteilnehmer wird in Kapitel 4.1 beschrieben.

<sup>12</sup> Für weitere Methoden qualitativer Forschungsansätze wird auf FLICK (1995: 94-186) verwiesen.

Die in den Expertengesprächen gewonnenen Daten werden anschließend zu Einzelfallstudien verdichtet. Aufgrund der hohen Datentiefe sind Fallstudien nur mit einem sehr hohen Arbeits- und Zeitaufwand zu erheben. Daher können in der Regel nur wenige Fälle berücksichtigt werden. Als Folge wird als Kernargument gegen Fallstudien immer wieder eine fehlende Repräsentativität angeführt (FLICK, 1995: 254; KEPPER, 1994: 214 f.; LAMNEK, 2010: 276 f.). Werden die betrachteten Fälle jedoch systematisch ausgewählt und analysiert, können trotzdem wertvolle und allgemeingültige Schlussfolgerungen gezogen werden (FLYVBERG, 2006: 229; KEPPER, 1994: 216). Daher sollen die Einzelfälle in Abstimmung mit den Beratern so ausgewählt werden, dass ein möglichst breites Spektrum der in der Region zu beobachtenden Betriebstypen und Investitionsentscheidungen widerspiegelt wird. Dieses Vorgehen deckt sich mit den in der Literatur empfohlenen Vorgehen (KEPPER, 1994: 119; LAMNEK, 2010: 287). Aus der umfassenden und realitätsnahen Beschreibung individueller Handlungsmuster wird in Fallstudien versucht, typische Entscheidungsvorgänge zu identifizieren (KEPPER, 1994: 119-124; LAMNEK, 2010: 273).

Eine besondere Herausforderung bei Fallstudien liegt in der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Auf der einen Seite sollen Einzelfälle erkennbar bleiben und ein Informationsverlust durch aggregierte Daten vermieden werden. Auf der anderen Seite besteht bei einer zu starken Fokussierung auf Einzelfälle die Gefahr, nicht mehr von ihren Besonderheiten abstrahieren und allgemeingültige Aussagen ableiten zu können. In der Folge kann bei qualitativen Untersuchungsansätzen oft kein illustrierendes Gesamtbild über die Einzelfälle erstellt werden (LAMNEK, 2010: 371 ff.).

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten gibt es keine allgemeingültige Auswertungsmethode. Stattdessen muss je nach Fragestellung ein eigenes Konzept für die Datenauswertung entwickelt werden (LAMNEK, 2010: 180, 290 f.). Um die Besonderheiten der Einzelfälle zu berücksichtigen, werden im Rahmen dieser Arbeit zunächst die teilnehmenden Betriebe beschrieben. Anschließend werden wesentliche Parameter der Einzelfälle graphisch vergleichend gegenübergestellt und Tendenzen abgeleitet.



### **3 Regionsspezifische Strukturwirkungen von Biogasanlagen**

In diesem Kapitel wird der zuvor entwickelte Ansatz angewendet, um Strukturwirkungen des EEG 2009 zu analysieren.

Anhand von Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden hierfür in Kapitel 3.1 betriebswirtschaftlich vorzügliche Anlagenkonzepte hinsichtlich des Gülleanteils und der Anlagengrößen ausgewählt. Anschließend wird für diesen Anlagentyp in Kapitel 3.2 bis 3.4 die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit analysiert und daraus die Strukturwirkungen der Biogasförderung abgeleitet.

#### **3.1 Auswahl relevanter Anlagentypen**

Bevor die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung analysiert werden kann, ist es erforderlich, Anlagengrößen und Gülleanteile auszuwählen. Hierbei ist zu klären, a) wie rentabel die Vergärung unterschiedlicher Güllearten und Mengen ist und b) welche Anlagengröße das betriebswirtschaftliche Optimum darstellt. Daher wird in Kapitel 3.1.1 zunächst die Wirtschaftlichkeit bei der Vergärung von Wirtschaftsdüngern untersucht. Um abzuschätzen inwiefern sich regionale Märkte für Wirtschaftsdünger ergeben, wird in einem Exkurs analysiert, wie wahrscheinlich regionale Gülleknappheiten sind (Kapitel 3.1.2). In Kapitel 3.1.3 werden der Unternehmergewinn und die Rendite unterschiedlicher Anlagengrößen miteinander verglichen und somit die vorzügliche Anlagengröße ausgewählt.

##### **3.1.1 Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Gülleanteile**

Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, wird im EEG 2009 über den Güllebonus der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen zur direkten Verstromung bis 500 kW-Leistung gefördert. Bevor jedoch analysiert wird, wie der Güllebonus die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen beeinflusst, ist es erforderlich, grundsätzliche ökonomische Zusammenhänge für die Vergärung von Wirtschaftsdüngern ohne gesonderte Förderung aufzuzeigen. Hierfür werden nachfolgend folgende Fragen beantwortet:

- (1) Inwiefern beeinflussen die Eigenschaften unterschiedlicher Wirtschaftsdünger ihre Vorzüglichkeit für die Vergärung? Welche Eigenschaften limitieren ihren Einsatz?
- (2) Welche Anlagengrößen und -gülleanteile können typische Betriebe mit der anfallenden Gülle betreiben, und unter welchen Bedingungen ist ein Import von anderen Betrieben ohne gesonderte Förderung ökonomisch attraktiv?

Die Vorzüglichkeit und mögliche Grenzen für den Einsatz unterschiedlicher Wirtschaftsdünger lassen sich aus ihren biologischen Eigenschaften ableiten. Der Tabelle 3.1 ist zu entnehmen, dass der Methanertrag flüssiger Wirtschaftsdünger viel niedriger ist als bei Maissilage oder Festmist. Ursache ist der hohe Wassergehalt. Um 1 t Maissilage zu ersetzen, werden 6 bis 10 t Gülle benötigt. Bei Rinder- und Geflügelmist ist die Substitutionsbeziehung mit 2 bzw. 1 t je Tonne Maissilage hingegen wesentlich enger. In der Folge müssen die Fermenter und Gärrestlager aufgrund der geringen Energiedichte bei Gülle größer dimensioniert sein als bei Rohstoffen, wie z. B. Maissilage. Dies erfordert wiederum höhere Investitionen beim Bau der Anlagen.

**Tabelle 3.1:** Eigenschaften von Wirtschaftsdüngern im Vergleich zu Maissilage

		Mais- silage	Schweine- gülle	Rinder- gülle <sup>1)</sup>	Rinder- mist	Hähnchen- mist
TS-Gehalt	%	33	5	10	25	50
Methanertrag	m <sup>3</sup> /t FM	106	10	17	53	103
N-Gehalt	kg/t FM	4,4	6,1	5,8	5	36,8
NH <sub>4</sub> -Gehalt	kg/t FM	2,0	2,9-4,3	2,8	0,4	16,1
Gärrestanfall	m <sup>3</sup> /t FM	0,73	0,98	0,96	0,88	0,76
Substitutionsverhältnis zu Maissilage	t/t Maissilage		10,5	6,3	2,0	1,0
Benötigtes Fermentervolumen <sup>2)</sup>	m <sup>3</sup> /kW	7,7	19,4	12,6	10,6	9,5

1) Mit Futterresten.

2) Bei einem jeweiligen Anteil von 100 % und einer Raumbelastung von 2,5 kg oTM/m<sup>3</sup>/d.

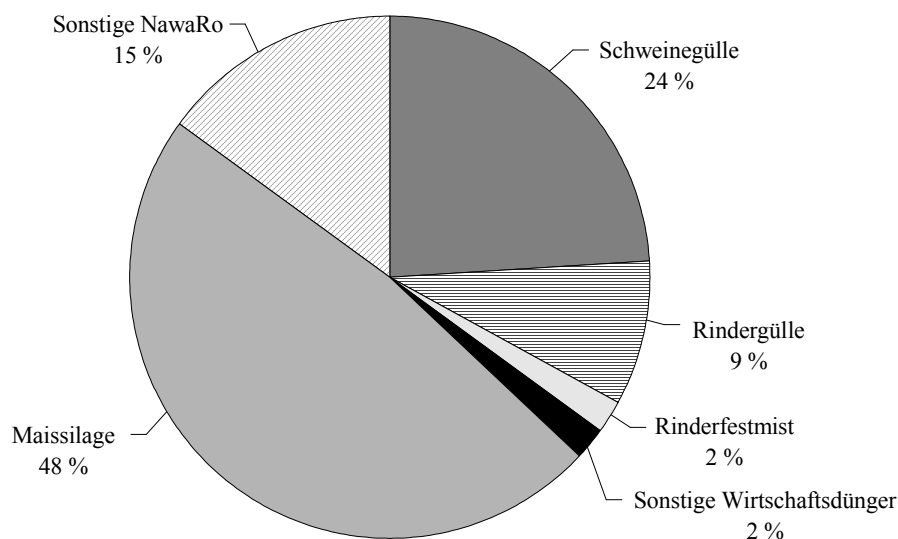
Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2010); LWK NDS (2009a).

Aufgrund dieser Eigenschaften müssten Biogasanlagenbetreiber daher bestrebt sein, feste Wirtschaftsdünger einzusetzen. Die Ergebnisse des Biogasmessprogramms II (Abbildung 3.1) zeigen allerdings, dass der Gülleeinsatz deutlich überwiegt. Insgesamt liegt der Anteil von Wirtschaftsdünger am gesamten Substratinput bei lediglich 37 %. Rinder- und Schweinegülle stellen zusammen 89 % der eingesetzten Wirtschaftsdünger.

Als wahrscheinliche Ursachen für den geringen Einsatz von Rindermist ist anzuführen, dass

- aus arbeitswirtschaftlicher Sicht in der Rinderhaltung Haltungsverfahren mit Flüssigmist dominieren. In der Regel werden lediglich die Kälber auf Mist gehalten, so dass das Mistaufkommen geringer ist.
- Gülle pumpfähig und daher einfach zu verarbeiten ist. Bei Festmist ist der Verarbeitungs- und Lageraufwand in der Biogasanlage hingegen deutlich höher.



**Abbildung 3.1:** Substrateinsatz nach dem Biogasmessprogramm II

Quelle: FNR 2009: 13.

Weiterhin zeigt die Tabelle 3.1, dass der Stickstoff- und Ammoniumgehalt in Hähnchenmist etwa fünfmal so hoch ist wie bei anderen Wirtschaftsdüngern. Daher steigt mit zunehmendem Geflügelmistanteil<sup>1</sup> die Ammoniakbelastung im Fermenter. Bei Ammoniakkonzentrationen von 1,7 bis 4 g/l Substrat wird der Biogasprozess gehemmt (BAUER et al., 2009: 31). In einer Substratmischung aus Silomais (NH<sub>4</sub>-Gehalt: 2 g/kg FM) und Hähnchenmist (NH<sub>4</sub>-Gehalt: 14,7 g/kg FM) ergibt sich nach Gleichung (3.1) ein maximaler Hähnchenmistanteil von 16 %.

$$14,7 \text{ g NH}_4/\text{l} * x \% \text{ HM} + 2 \text{ g NH}_4/\text{l} * (1 - x \% \text{ Mais}) = 4 \text{ g NH}_4/\text{l} \quad (3.1)$$

Allerdings können sich die Bakterien langsam an höhere NH<sub>4</sub>-Gehalte gewöhnen, jedoch steigt während der Fermentation auch der NH<sub>4</sub>-Gehalt. Die Literaturangaben zum Anstieg des NH<sub>4</sub>-Anteils am Gesamtstickstoff schwanken zwischen 10 und 70 % (REINHOLD und ZORN, 2008: 4; LAUSEN, 2007: 34; FNR, 2006: 153-164). Aufgrund der Unsicherheiten wird in der Beratungspraxis empfohlen, nicht mehr als 20 % Geflügelmist einzusetzen (RUMP, 2010).

Es lässt sich folglich festhalten, dass der Gasertrag von Festmistern deutlich höher ist als bei Gülle, aber das geringe Aufkommen, ein höherer Verarbeitungsaufwand und die Ammoniakkonzentration ihren Einsatz limitieren.

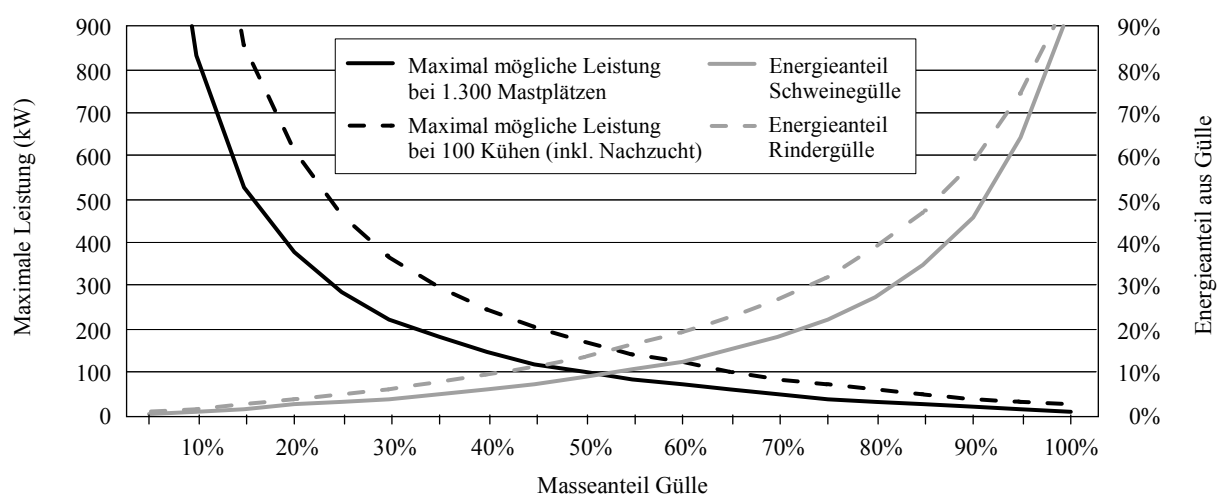
<sup>1</sup> Da andere Geflügelmiste ähnliche Eigenschaften wie Hähnchenmist aufweisen, sind die Ergebnisse hierauf übertragbar.

Um zu beantworten, welche Anlagengrößen und Gülleanteile mit der anfallenden Gülle auf typischen Betrieben realisiert werden können, werden nachfolgend Bestandsgrößen von 100 Milchkühen bzw. 1.500 Mastschweineplätzen unterstellt. Wie noch im weiteren Verlauf der Arbeit zu zeigen sein wird, entsprechen diese Bestandsgrößen einer typischen Größenordnung für westdeutsche Haupterwerbsbetriebe (vgl. Kapitel 3.2.1 und 3.3.1).

In Abbildung 3.2 ist dargestellt, wie die erzeugbare elektrische Leistung mit zunehmendem Gülleanteil sinkt, wenn lediglich die hofeigene Gülle eingesetzt wird. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Sofern die Ausrichtung auf einen möglichst hohen Gülleanteil gelegt wird, können nur sehr geringe Anlagengrößen realisiert werden. Bei Gülleanteilen über 90 % können lediglich 16- bzw. 31 kW-Leistung installiert werden. Bei einem mittleren Gülleanteil von 50 % steigt die zu installierende Anlagenleistung beim Milchviehbetrieb auf 150 kW und beim Schweinemastbetrieb auf 100 kW.
- Um den Güllebonus zu realisieren, muss jederzeit gewährleistet werden, dass mindestens 30 Massenprozent Gülle eingesetzt werden. Unter dieser Bedingung kann der Milchviehbetrieb ohne externe Güllezufuhr maximal eine 350 kW und der Schweinemastbetrieb maximal eine 200 kW-Anlage betreiben.
- Anhand der rechten Ordinate wird deutlich, dass aufgrund der geringen Energiedichte der Gülle die zu erzeugende Anlagenleistung mit zunehmendem Gülleanteil stark abnimmt. Erst bei Gülleanteilen von über 90 % wird mehr als die Hälfte der Energie aus Gülle gewonnen.

**Abbildung 3.2:** Elektrische Leistung und Energieanteile aus Gülle bei unterschiedlichen Gülleanteilen in der Substratmischung



Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2010); LWK NDS (2009).

Wenn also mit Blick auf die Realisierung von Kostendegressionen im Anlagenbau (siehe Abschnitt 3.1.3) die Wirtschaftlichkeit größerer gülledominierter Anlagen untersucht werden soll, stellt sich die Frage, zu welchen Kosten Gülle beschafft werden kann. Nach der Abbildung 2.1 (Kapitel 2.3.3.2) betragen die Transportkosten für Gülle bei einem 2 km-Transport etwa 2 €/m<sup>3</sup> und steigen auf etwa 3,5 €/m<sup>3</sup> bei einer Entfernung von 10 km.

Daher ist es insbesondere in Regionen mit hohem Wirtschaftsdüngeraufkommen grundsätzlich denkbar, dass Gülle von anderen Betrieben beschafft wird, um höhere Gülleanteile zu realisieren. Ob und wie weit Gülle ohne einen zusätzlichen Güllebonus wirtschaftlich transportiert werden kann, hängt jedoch vom Gleichgewichtspreis für Gülle ab. Daher wird im Folgenden für Rinder- und Schweinegülle untersucht, ob und unter welchen Voraussetzungen ein überbetrieblicher Gülletransport und die damit verbundenen Transportkosten wirtschaftlich tragbar sind, wenn für die importierte Gülle kein zusätzlicher Güllebonus zu erzielen ist.

Der Gleichgewichtspreis für Gülle hängt zunächst von dem Maispreis ab. Bei steigendem Maispreis verteuert sich die Energie aus Maissilage, sodass gleichzeitig die Zahlungsbereitschaft für die Energie aus Gülle steigt. Zusätzlich sind jedoch noch weitere Unterschiede zwischen Gülle und Maissilage zu berücksichtigen:

- (1) Von besonderer Bedeutung bei der Vergärung von hohen Gülleanteilen sind die Annahmen bezüglich des zu errichtenden Gärrestlagers. Prinzipiell können die vorhandenen Güllelager der Zulieferbetriebe als Gärrestlager genutzt werden. Für diesen Fall sind keine Investitionen für die Lagerung der Gärreste aus Gülle notwendig. Die Gärreste müssen lediglich zurück zu den Zulieferbetrieben transportiert werden. Gegen diese Annahme sprechen jedoch folgende Umstände:
  - Der NawaRo-Bonus wird für Biogasanlagen, die eine Genehmigung nach der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) benötigen, nur gewährt, wenn das Gärrestlager gasdicht abgedeckt ist (Anlage II EEG 2009). Nach der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) ist eine BImSchV-Genehmigung erforderlich, wenn:
    - a) die Gesamtfeuerungsleistung über 1 MW (ca. 350 kW el.) liegt oder
    - b) das Fassungsvermögen des Gärrestlagers 6.500 m<sup>3</sup> übersteigt oder
    - c) die Biogasanlage eine Nebenanlage einer nach BImSchV genehmigungsbedürftigen Tierhaltungsanlage ist.

Biogasanlagen unter 100 kW-Leistungen erreichen auch bei hohen Gülleanteilen nicht die unter a) und b) genannten Schwellenwerte. Allerdings können sie leicht zur Nebenanlage einer genehmigungsbedürftigen Tierhaltung werden. Mastschweineeställe sind bereits ab 1.500 Mastplätzen BImSchV genehmigungsbedürftig. Daher müssen selbst bei kleinen Gülleanlagen die Gärrestlager

aus der Schweinehaltung in der Regel gasdicht abgedeckt werden. Dies ist wiederum nur möglich, wenn sich das Gärrestlager in unmittelbarer Nähe des BHKW befindet und das entstehende Gas verbraucht wird. Milchviehbetriebe sind hingegen erst ab einer Größe von 600 Rindern BImSchV genehmigungsbedürftig.

- Wenn vergorene und unvergorene Gülle vermischt wird, sinkt der Gasertrag erheblich. Daher muss durch die bestehenden Güllelager gewährleistet werden, dass vergorene und unvergorene Gülle getrennt voneinander gelagert werden kann. Dies ist wiederum nur möglich, wenn separate Güllebehälter außerhalb des Stallbereichs vorhanden sind. In Niedersachsen werden allerdings lediglich 38 % der Rindergülle und 45 % der Schweinegülle in Behältern außerhalb des Stallbereichs gelagert (LSKN, 2007). Somit können für den Großteil der Gülle die vorhandenen Güllelager nicht als Gärrestlager mitgenutzt werden. Für die Kalkulation des Gleichgewichtspreises für Gülle bedeutet dies, dass in der Regel zusätzlich die Investitionen für ein Gärrestlager zu berücksichtigen sind. Bei spezifischen Investitionen von 65 €/m<sup>3</sup> für ein 2.000 m<sup>3</sup> abgedecktes Gärrestlagergegeben ergeben sich Kapitalkosten von 7,8 €/m<sup>3</sup> Gärrestlagervolumen (vgl. Abschnitt 2.3.3.2 und Tabelle A1). Dies führt bei einer halbjährigen Lagerung zu Mehrkosten gegenüber der Energiegewinnung aus Maissilage von 3,3 €/m<sup>3</sup> Rindergülle bzw. 3,5 €/m<sup>3</sup> Schweinegülle.<sup>2</sup>
- (2) Für Maissilage muss die Biogasanlage auch die Kosten der Gärrestausbringung tragen, während diese bei Gülle der Tierhaltung anzulasten sind. Bei einem Gärrestanfall von 0,73 m<sup>3</sup> pro t Maissilage und Ausbringungskosten für den Gärrest von 2,8 €/m<sup>3</sup> erhöht dies die Kosten für Maissilage um 2 €/t FM.
  - (3) Allerdings kann bei Maissilage ein Nährstoffwert von 8,3 €/t FM Maissilage aus dem Gärrest berücksichtigt werden.<sup>3</sup> Der Nährstoffwert aus dem Gärrest der Gülle ist hingegen verursachergemäß der Tierhaltung zuzuschreiben.
  - (4) Sofern die Biogasanlage noch nicht gebaut ist, verringert sich durch einen vermehrten Einsatz von Gülle der Lagerraumbedarf von Maissilage. Für ein Silolager mit einem Fassungsvermögen von 5.000 m<sup>3</sup> liegen die spezifischen Investitionen bei 33 €/m<sup>3</sup>. Daraus ergeben sich Kapitalkosten in Höhe von 2,6 €/m<sup>3</sup> Lagerraum bzw. 3,8 €/t Maissilage (eigene Berechnungen nach Abschnitt 2.3.3.2 und Tabelle A1).

<sup>2</sup> Gärrestanfall je 1.000 m<sup>3</sup> Methan: Maissilage: 6,9 m<sup>3</sup>; Schweinegülle: 97 m<sup>3</sup>; Rindergülle: 57 m<sup>3</sup> (Eigene Berechnung nach Tabelle 3.1).

<sup>3</sup> Nährstoffgehalt je t FM Silomais : N: 4,4 kg; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1,8 kg; K<sub>2</sub>O: 5,3 kg; N-Lagerungsverluste: 15 %; N-Ausbringungsverluste: 30 % (vgl. Kapitel 2.3.3.2).

- (5) Aufgrund des geringeren Trockensubstanzgehaltes wird bei der Vergärung von Gülle mehr Fermentervolumen je kW installierte Leistung benötigt (vgl. Tabelle 3.1). Bei einem Fermentervolumen von 2.000 m<sup>3</sup> liegen die spezifischen Investitionen bei 97 €/m<sup>3</sup>. Daraus resultieren jährliche Kapitalkosten von 13,6 €/m<sup>3</sup> Fermentervolumen (eigene Berechnungen nach Abschnitt 2.3.3.2 und Tabelle A1). Bei einer Auslastung von 8.000 h entspricht dies Mehrkosten von 2 ct /kWh Strom aus Schweinegülle bzw. 1 ct/kWh Strom aus Rindergülle. In der Folge reduziert sich die maximale Zahlungsbereitschaft für Rindergülle um 0,7 €/m<sup>3</sup> und für Schweinegülle um 0,5 €/m<sup>3</sup>.

Aus den genannten Unterschieden für die Anlagenauslegung zwischen Maissilage und Gülle und den daraus resultierenden Kapitalkosten wird der Gleichgewichtspreis für Gülle bei verschiedenen Maispreisen berechnet. Anhand der in Abbildung 2.4 genannten Transportkosten ergibt sich daraus die betriebswirtschaftlich maximal mögliche Transportentfernung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Gärreste aus der Gülle zur Ausbringung wieder zum Zulieferbetrieb transportiert werden müssen. Die daraus resultierenden Kosten sind ebenfalls von der Biogasanlage zu tragen. Die Ergebnisse in Abbildung 3.3 führen zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Aus betriebswirtschaftlicher Sicht<sup>4</sup> ist zu erwarten, dass Schweinegülle ohne Güllebonus selbst bei extrem hohen Maispreisen von 50 €/t frei Platte (<sup>5</sup>260 €/t Weizen) nicht transportiert wird. Somit ist anzunehmen, dass in Veredlungsregionen trotz des hohen regionalen Schweinegülleaufkommens in der Regel nur die betriebseigene Gülle eingesetzt wird.
- Bei dem im Rahmen dieser Arbeit unterstellten Preisniveau von 150 €/t Weizen ( $\approx$  31 €/t FM Maissilage frei Platte) ist auch Rindergülle ohne zusätzlichen Güllebonus aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht transportwürdig. Daher ist auch für dieses Agrarpreisniveau in der Regel kein überbetrieblicher Einsatz von Rindergülle zu erwarten.
- Erst ab Maispreisen von 35 €/t FM frei Platte ( $\approx$  170 €/t Weizen) ergibt sich eine betriebswirtschaftlich tragfähige Transportdistanz von 0,5 km. Ein Transport von Rindergülle über mehr als 5 km ist jedoch erst ab Maispreisen frei Platte von etwa 45 €/t ( $\approx$  230 €/t Weizen) wirtschaftlich. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass für die Transportkosten lediglich die Arbeitserledigungskosten berücksichtigt wurden. Darüber hinaus werden mit dem Wirtschaftsdüngertransport jedoch auch Managementkapazitäten der Betriebsleiter gebunden. Weiterhin bestehen vielfach tierseuchenhygie-

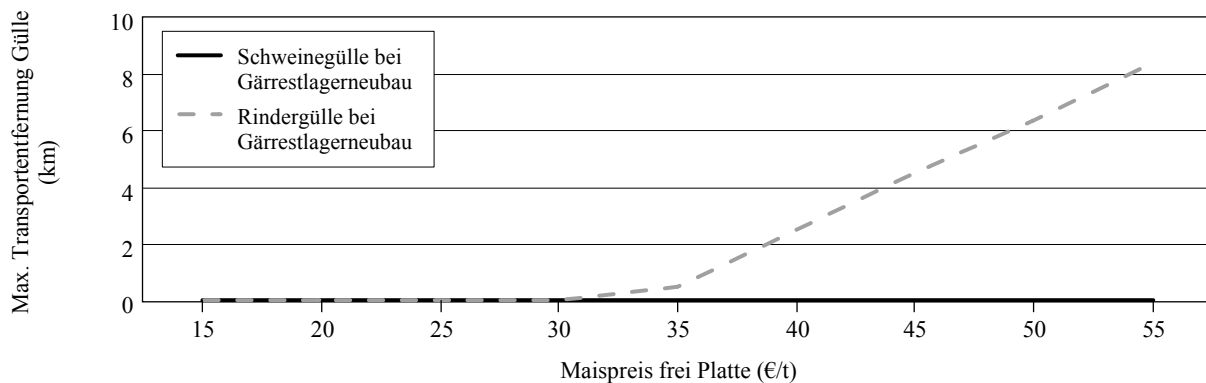
---

<sup>4</sup> Da Gülle stabilisierend auf den Biogasprozess wirkt, kann es aus prozessbiologischen Gründen dennoch sinnvoll sein, Gülle von anderen Betrieben zu importieren.

<sup>5</sup> Nachfolgend wird  $\approx$  als Zeichen für den Gleichgewichtspreis verwendet. Er gibt an, bei welchen Getreide- bzw. Maispreisen der Landwirt indifferent zwischen dem Getreide- und dem Energiemaisanbau ist (vgl. Kapitel 2.3.3.2).

nische Bedenken bei der Beschaffung betriebsfremder Wirtschaftsdünger. Dies erklärt, warum in der Praxis selbst bei hohen Agrarpreisen erst wenig Wirtschaftsdünger transportiert werden (KUES 2009).

**Abbildung 3.3:** Maximale Transportentfernung für Gülle unter Berücksichtigung der Kosten für ein zusätzliches Gärrestlager



Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL(2011a); KTBL (2010); KTBL (2009).

### 3.1.2 Exkurs: Wahrscheinlichkeit regionaler Gülleknappheiten

Im vorherigen Abschnitt wurde deutlich, dass es selbst in Regionen mit hohem Gülleaufkommen lediglich bei sehr hohen Agrarpreisen lukrativ ist, Gülle von anderen Betrieben zu beschaffen. Wie im nächsten Kapitel noch zu zeigen sein wird, erhöht der Güllebonus die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen jedoch erheblich. Daher stellt sich die Frage, ob sich das Gülleaufkommen in Regionen mit geringem Wirtschaftsdüngeraufkommen oder in Regionen, in denen im großen Umfang von der Tierhaltung auf die Biogaserzeugung umgestellt wird, aufgrund des Güllebonus verknappen kann. Sollte das regionale Gülleaufkommen nicht ausreichen, um den Bedarf der Biogasanlagen für die erforderlichen 30 Massenprozent zu decken, könnten Biogasanlagenbetreiber eine Zahlungsbereitschaft für Gülle entwickeln. In der Folge könnte es zu Gülletransporten kommen und die Viehhaltung könnte von der Wertschöpfung der Gülle in der Biogasanlage profitieren.

Zur Beantwortung dieser Frage wird auf Kreisebene berechnet, wie hoch der Energiemaisanteil an der Ackerfläche wäre, wenn das gesamte Wirtschaftsdüngeraufkommen in Biogasanlagen mit Gülleanteilen von 35 % genutzt werden würde. Der Berechnung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Das regionale Wirtschaftsdüngeraufkommen wird aus den Tierbeständen (LSKN, 2007) und dem tierartspezifischen Gülleanfall (LWK NDS, 2009A) berechnet.
- Es wird nur Wirtschaftsdünger aus Betrieben mit mehr als 50 Sauen, 100 Mastschweinen, 3.000 Legehennen, 10.000 Masthähnchen und 50 Rindern berücksichtigt.

Für kleinere Bestände wird hingegen von einem zu geringen Wirtschaftsdüngeranfall für eine sinnvolle Gülleerschließung ausgegangen.

- Nach DÖHLER et al. (2002: 99) wurde die Weidedauer für Rinder berücksichtigt und angenommen, dass während dieser Zeit der Wirtschaftsdünger nicht genutzt werden kann.

Anschließend werden aus dem Wirtschaftsdüngeraufkommen die zu installierende elektrische Leistung und der benötigte Flächenbedarf berechnet. Hierfür werden die in Tabelle 3.2 aufgeführten Substratbedarfe sowie die regionalen Maiserträge berücksichtigt.

**Tabelle 3.2:** Wirtschaftsdünger- und Maisbedarf der Biogasproduktion für unterschiedliche Wirtschaftsdünger bei einem Wirtschaftsdüngeranteil von 35 Masseprozent

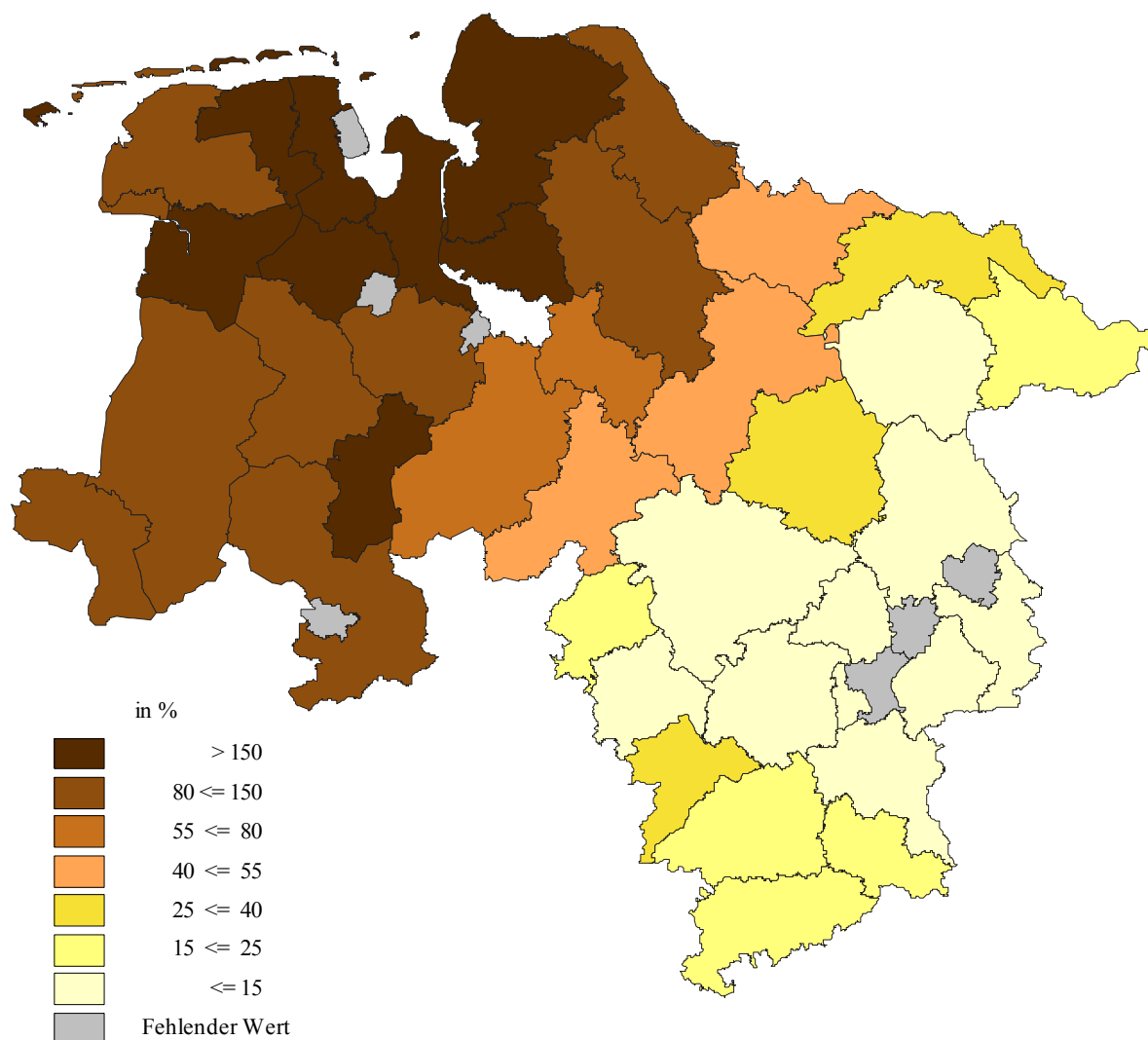
		Wirtschaftsdüngerbedarf	Maisbedarf
Rindergülle	t FM/kW	10,04	20,51
Schweinegülle	t FM/kW	10,36	21,17
Rindermist	t FM/kW	8,80	17,15
Schweinemist	t FM/kW	10,36	21,17
Hähnchenmist	t FM/kW	7,15	14,60

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2010: 18).

Die Ergebnisse in Karte 3.1 lassen starke regionale Unterschiede erkennen:

- In der Milchviehregion müsste mehr als das Doppelte der vorhandenen Ackerfläche mit Energiemais bestellt werden, wenn das gesamte regionale Wirtschaftsdüngeraufkommen in Biogasanlagen mit einem Gülleanteil von 35 % genutzt werden würde.
- Während in den veredlungsintensiven Landkreisen, wie Cloppenburg und Vechta, immer noch mehr als das 1,5 fache der AF für den Anbau von Biogasmais benötigt würde, um die vorhandenen Wirtschaftsdünger zu verwerten, ist in den südwestlichen, ackerbaulich geprägten Kreisen Niedersachsens, wie Hildesheim, das Gülleaufkommen bereits erschöpft, wenn weniger als 15 % der AF für die Biogaserzeugung genutzt werden.

**Karte 3.1:** Rechnerischer Anteil Energiemais an der AF bei Ausnutzung des Gülleaufkommens in Biogasanlagen mit 35 % Gülleanteil



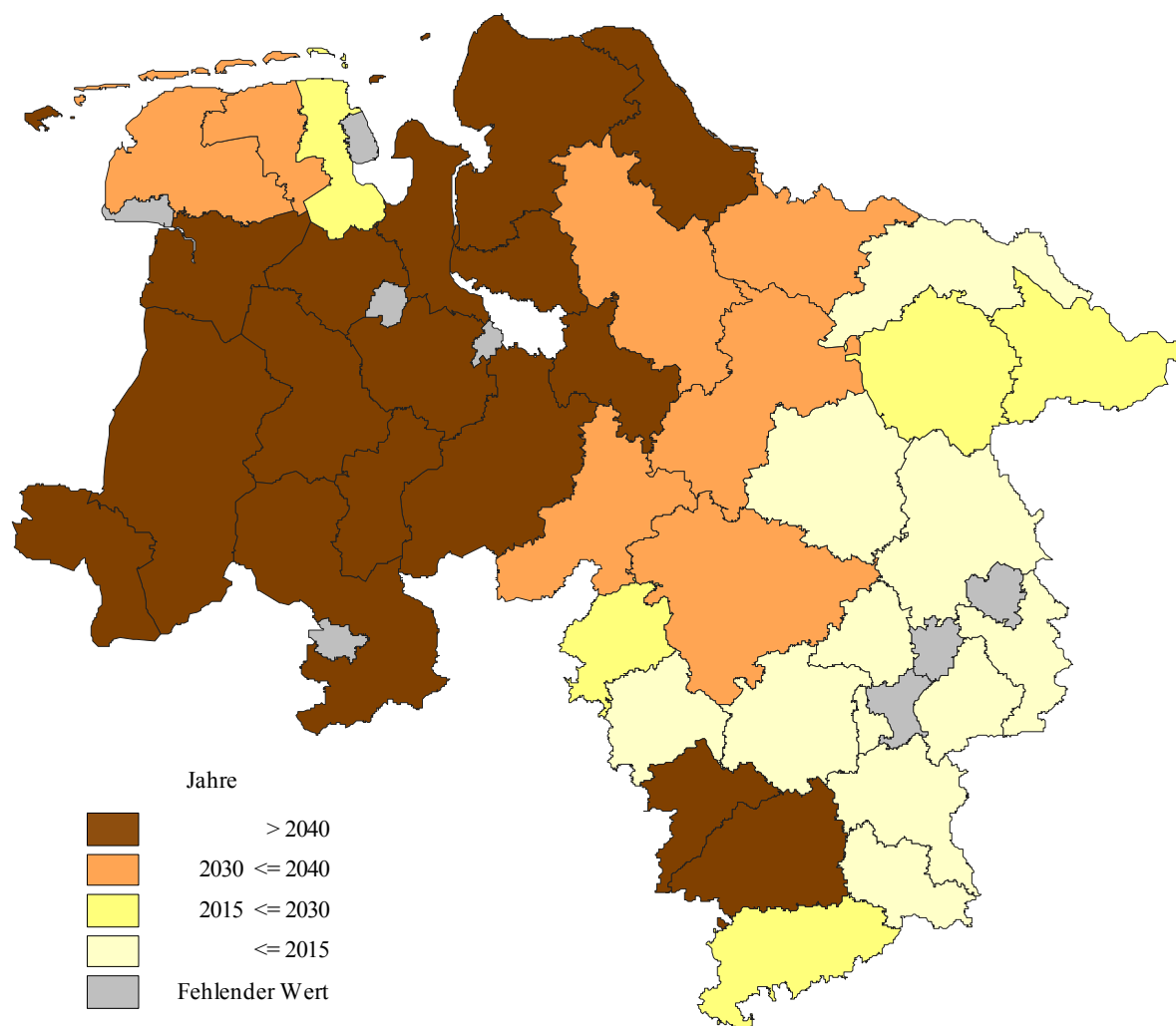
Quelle: Eigene Berechnung nach Thiering (2009) auf Basis von Döhler et al. (2002), LWK NDS (2009a), KTBL (2010); LSKN (2007).

Um einen Eindruck davon zu gewinnen, wie wahrscheinlich die hier skizzierten Szenarien hinsichtlich einer Verknappung des Wirtschaftsdüngeraufkommens sind, ist in Karte 3.2 dargestellt, wann sich das Wirtschaftsdüngeraufkommen verknappt, wenn die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten beim Zubau von Biogasanlagen zwischen 2007 und 2009 in der Zukunft fortgeschrieben und nur noch Anlagen mit einem Massenanteil von 35 % Gülle gebaut werden. In den südwestlichen Kreisen Niedersachsens würde sich das Gülleaufkommen aufgrund der geringen Viehdichte bereits sehr kurzfristig verknappen. Andererseits wird aber auch deutlich, dass sich das bisherige Wachstum in den viehintensiven, nordwestlichen Kreisen Niedersachsens rechnerisch noch mehr als 30 Jahre fortsetzen kann, bis das regionale Gülleaufkommen erschöpft ist.



Mit Blick auf die potenziellen Defizitregionen beim Wirtschaftsdüngeraufkommen ist aber davon auszugehen, dass bereits vor einer technischen Knappheit ein Markt für Wirtschaftsdünger entstehend dürfte, da kleinräumig schon vorher ein Nachfrageüberhang auftreten dürfte. Dies wird die abgebenden Betriebe veranlassen, einen Preis für den Wirtschaftsdünger zu verlangen, um so an der durch Biogas induzierten Wertschöpfung zu partizipieren. Unter der Voraussetzung, dass nicht zusätzliche Tierhaltungsanlagen in der Region entstehen werden, wird sich der Güllepreis mit zunehmender Verknappung an den Transportkosten von Gülle aus den Überschussgebieten orientieren. Inwiefern dies die Rentabilität der Biogaserzeugung verändert, wird in Kapitel 3.4 analysiert.

**Karte 3.2:** Reichweite des aktuellen Wirtschaftsdüngeraufkommens bei bisherigen Wachstumsraten der Biogaserzeugung



Quelle: Eigene Berechnung nach Döhler et al. (2002), LWK NDS (2009), KTBL (2010); LSKN (2007).

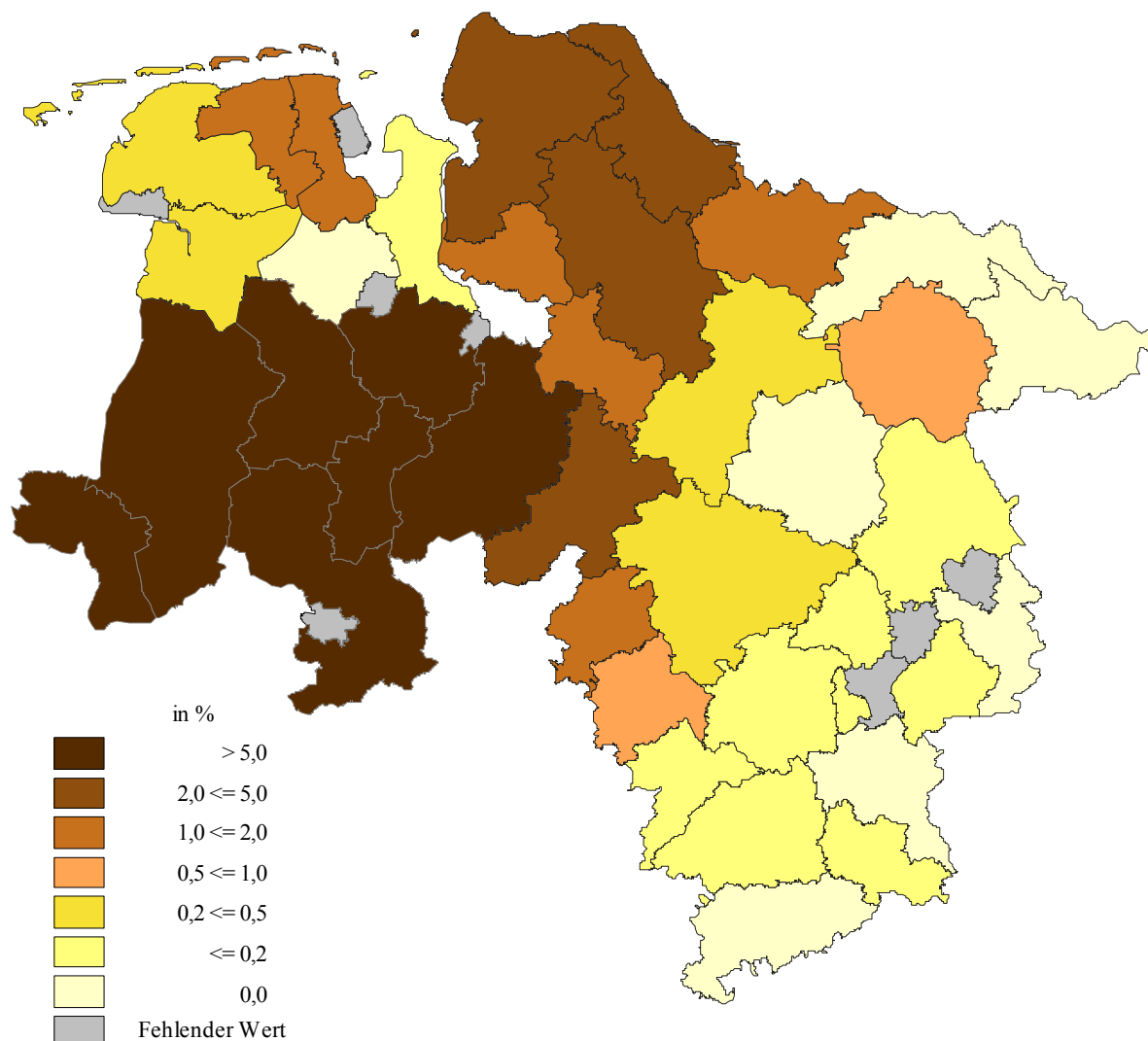
Aufgrund der hohen Vorzüglichkeit von Geflügelmist ist das Wirtschaftsdüngeraufkommen jedoch differenzierter zu betrachten. In Karte 3.3 ist dargestellt, bei welchem Anteil Energiemais an der AF das vorhandene Geflügelmistaufkommen verbraucht ist, wenn in den Biogasanlagen ein Geflügelmistanteil von 10 % eingesetzt wird. Der Geflügelmist verknappt sich erheblich früher als das allgemeine Wirtschaftsdüngeraufkommen, wobei sich wiederum regionale Unterschiede zeigen. Während in den Kreisen der Veredlungsregionen das Geflügelmistaufkommen erst erschöpft ist, wenn etwa 15 % der AF für die Erzeugung von Biogas genutzt werden, reicht das Hähnchenmistaufkommen in den südöstlichen Kreisen lediglich für einen Ackerflächenanteil unter 0,2 %. Daraus folgt, dass bereits heute das gesamte Geflügelmistaufkommen in Biogasanlagen verwertet werden könnte. Somit ist anzunehmen, dass sich Geflügelmist künftig regional verknappen wird. Der Wert von Geflügelmist wird dabei – anders als bisher – nicht mehr nur durch den Nährstoffgehalt bestimmt. Ebenfalls maßgeblich ist künftig der Wert, der sich aus dem zu erzielenden Gasertrag ergibt sowie der Wert, der aus der Wertschöpfung durch den Güllebonus resultiert<sup>6</sup>. Dabei ist jedoch unklar, ob der Geflügelmist wie bisher aufgrund der hohen Transportwürdigkeit in Ackerbauregionen exportiert oder künftig in den Veredlungsregionen vergärt wird. Bei einer Vergärung in den Veredlungsregionen fallen die im Hähnchenmist enthaltenen Nährstoffe im Gärrest mit geringeren TS-Gehalten an. Dies erhöht wiederum die Kosten für den Nährstoffexport. Derartige Zusammenhänge haben unmittelbaren Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit sowie die Strukturwirkung der Biogaserzeugung und sind daher im weiteren Verlauf des Kapitels zu berücksichtigen.

Als Fazit ist somit festzuhalten, dass in den ackerbaulich geprägten Regionen Niedersachsens bei anhaltendem Ausbau der Biogasproduktion und Inanspruchnahme des Güllebonus vermutlich bereits sehr kurzfristig – spätestens bis 2015 – Wirtschaftsdünger knapp werden wird. In den Veredlungsregionen ist jedoch auch langfristig nicht mit einer solchen Entwicklung zu rechnen. Gänzlich anders dürfte sich der besonders wertvolle Rohstoff „Geflügelmist“ verändern. Hierfür könnte bereits bei dem vorhandenen Anlagenbestand der gesamte Hähnchenmist vergoren werden. Bei einer Fortsetzung des bisherigen Ausbautrends in Biogas ist somit anzunehmen, dass Märkte für Wirtschaftsdünger entstehen werden.

---

<sup>6</sup> Da der Güllebonus ab einem Masseanteil von 30 % Wirtschaftsdünger am Substratinput für den insgesamt erzeugten Strom gewährt wird, geht die Wertschöpfung durch den Güllebonus deutlich über den Wert des reinen Gasertrages hinaus.

**Karte 3.3:** Rechnerischer Anteil von Energiemais an der AF bei Ausnutzung des lokalen Geflügelmistaufkommens in Biogasanlagen mit 10 % Hähnchenmistanteil



Quelle: Eigene Berechnung nach Thiering (2009) auf Basis von Döhler et al. (2002), LWK NDS (2009a), KTBL (2010); LSKN (2007).

### 3.1.3 Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Anlagengrößen und -auslegungen

Die regionalen Entwicklungsunterschiede und Strukturwirkungen der Biogaserzeugung werden von der Wettbewerbsfähigkeit der relevanten Anlagengrößen und -konstellationen bestimmt. Daher wird in diesem Kapitel analysiert, welcher Biogasanlagentyp nach dem EEG 2009 den betriebswirtschaftlich vorzüglichen Anlagentyp darstellt. Hierfür werden der Unternehmensgewinn, die Rendite, die maximale Zahlungsbereitschaft für Maissilage sowie die Arbeitszeitentlohnung von verschiedenen Anlagengrößen mit unterschiedlichen

Anteilen Gülle verglichen. In Kapitel 3.1.1 wurde festgestellt, dass ein überbetrieblicher Einsatz von Schweinegülle ohne gesonderte Förderung in der Regel nicht wirtschaftlich ist. Rindergülle kann hingegen ab Weizenpreisen von 130 €/t überbetrieblich transportiert werden. Daher beziehen sich die in diesem Kapitel durchgeführten Analysen zum Wirtschaftsdüngeranteil auf den Einsatz von Rindergülle.

### Auswahl der berücksichtigten Anlagentypen

Für den Wirtschaftlichkeitsvergleich werden unterschiedliche Anlagen in Anlehnung an die Vergütungsklassen des EEG 2009 ausgewählt. Im Einzelnen werden folgende Anlagengrößen berücksichtigt:

- Nach dem Baugesetzbuch dürfen lediglich Anlagen bis zu 500 kW im Außenbereich errichtet werden. Daher wird als maximale Größe eine Anlage zur Direktverstromung mit 500 kW elektrischer Leistung analysiert. Um die Zusammenhänge zwischen Größendegression und der entwickelten EEG-Vergütung abbilden zu können, werden weiterhin Anlagengrößen mit 100, 150, 200, 350 und 500 kW-Leistung untersucht.
- Allerdings kann es für landwirtschaftliche Unternehmer auch interessant sein, deutlich kleinere Anlagen zu bauen und diese in Ergänzung zu den bestehenden Betriebszweigen zu betreiben. Daher wird ebenfalls eine 70 kW-Anlage kalkuliert.
- Weiterhin konkurrieren Anlagen zur direkten Verstromung mit Anlagen zur Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Die Dimensionierung der Einspeiseanlage leitet sich aus einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (URBAN et al., 2009) ab. In der Studie wird die Wirtschaftlichkeit der Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz für den Fall untersucht, dass das Gas anschließend in wärmegeführten 500 kW-BHKW verstromt wird. Der höchste Gewinn wird in Anlagen mit Druckwasserwäsche und einer Aufbereitungskapazität von 1.000 Nm<sup>3</sup> Rohgas/h (entspricht 499 Nm<sup>3</sup> aufbereitetes Biogas/h) erwirtschaftet. Diese Anlagengröße erzielt noch den Technologiebonus, der an die Kapazität der Aufbereitungsanlage gekoppelt ist und bis zu einer Kapazität von 350 Nm<sup>3</sup> aufbereitetes Gas 2 ct/kWh und bis 700 Nm<sup>3</sup> 1 ct/kWh beträgt. Als nächste Anlagengröße wird in der Studie von URBAN et al. (2009) eine Anlage mit einer Aufbereitungskapazität von 1.500 Nm<sup>3</sup>/h Rohgas (entspricht 749 Nm<sup>3</sup> aufbereitetes Gas) betrachtet. Da die Anlage keinen Technologiebonus mehr erhält, ist der Gewinn deutlich geringer. Eine Anlage mit einer Aufbereitungskapazität von 1.400 Nm<sup>3</sup> Rohgas (entspricht 699 Nm<sup>3</sup> aufbereitetes Biogas)<sup>7</sup> würde jedoch ebenfalls noch 1 ct/kWh Technologiebonus erhalten und könnte weitere Kostendegressionen nutzen, sodass der Gewinn höher ausfallen müsste (TOEWS, 2009: 243). Daher wird diese Anlagengröße für den Vergleich berücksichtigt. Allerdings steigt die Komplexi-

---

<sup>7</sup> Annahmen: Methangehalt Rohgas: 53 %, Methanverlust bei der Aufbereitung: 1 %, Methangehalt aufbereitetes Gas: 96 %, Auslastung der Aufbereitungsanlage: 8.000 h pro Jahr.

tät des Managements, wenn das Gas in wärmegeführten BHKW verstromt wird (HAUK, 2010: 6). Daher vermarktet ein Großteil der Betreiber von Aufbereitungsanlagen das Biomethan über Handelsplattformen (BNETZA, 2011: 33). Daher wird für die Aufbereitungs- und Einspeiseanlage ebenfalls ein Szenario analysiert, in dem das Biomethan zu Marktpreisen vermarktet wird.

Weiterhin stellt sich die Frage, welche Gülleanteile zu berücksichtigen sind. Im vorherigen Kapitel wurde an betriebswirtschaftlichen Kalkulationen gezeigt, dass in Westdeutschland lediglich für Rindergülle höhere Anteile als die für den Güllebonus geforderten 30 Massenprozent zu erwarten sind. Daher wird die Wirtschaftlichkeit der genannten Anlagengrößen zu Direktverstromung mit Rindergülleanteilen von 0 %, 35 %, 65 % und 80 % analysiert. Damit wird ein breites Spektrum möglicher Gülleanteile abgedeckt. Es wird angenommen, dass 3.000 m<sup>3</sup> Gülle<sup>8</sup> auf dem Betrieb anfallen und die restliche Gülle von anderen Betrieben beschafft werden muss. Hierfür wird ein regionales Güllaufkommen von 8 m<sup>3</sup>/ha Katasterfläche unterstellt.<sup>9</sup> Die Berechnung der durchschnittlichen Entfernung für den Straßentransport erfolgt nach den Angaben in Kapitel 2.3.3.2. Für Einspeiseanlagen von Biogas wird hingegen kein Güllebonus gewährt. Da bei dieser Anlagengröße und hohen Gülleanteilen überdies erhebliche Transportdistanzen für Gülle zustande kämen, wird für diesen Anlagentyp lediglich Mais als Rohstoff berücksichtigt.

### **Die Wirtschaftlichkeit verschiedener Anlagengrößen und Gülleanteile im Vergleich**

Das betriebswirtschaftliche Ergebnis der einzelnen Anlagen ist in den Tabellen A5 bis A11 im Anhang zusammengefasst. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Die spezifischen Investitionen der Anlagen zur Direktverstromung sinken mit zunehmender Anlagengröße. Ursache für das hohe spezifische Investitionsvolumen (bis 8.500 €/kW) bei der 70 kW-Anlage mit 80 % Gülle sind die Kosten für die gasdicht abgedeckten Gärrestlager sowie fehlende Kostendegressionen. Mit zunehmender Anlagengröße und abnehmenden Gülleanteilen sinken die spezifischen Investitionen bis auf 3.800 € bei der 500 kW-Anlage ohne Gülleinsatz.
- Der spezifische Investitionsbedarf für die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz liegt bei 10.000 €/Nm<sup>3</sup> bei einer Anlage mit Verstromung in wärmegeführten 500 kW BHKW. Wenn das Gas direkt an einen Handelspartner vermarktet wird, sinken die Investitionen auf 6.000 €/Nm<sup>3</sup>. Aufgrund der veränderten Bezugsbasis ist dieser Wert jedoch nicht mit den spezifischen Investitionen bei den Anlagen zur Direktverstromung zu vergleichen.

---

<sup>8</sup> Dies entspricht etwa dem Gülleanfall typischer westdeutscher Milchviehbetriebe (vgl. Kapitel 3.2.1).

<sup>9</sup> Dies entspricht der durchschnittlichen Dichte für Rinder- und Schweinegülle in Niedersachsen (eigene Berechnungen nach Kapitel 3.1.2).

- Die Vergütung des EEG verläuft degressiv. Dabei erhalten größere Anlagen jedoch für die unteren Leistungsabschnitte dieselben Tarife wie Kleinanlagen. Somit ergibt sich für die 200, 350 und 500 kW-Anlagen ein Durchschnittspreis für den Strom, der sich aus der ersten und zweiten Vergütungsstufe des EEG zusammensetzt (vgl. Kapitel 2.1.1). Daher beträgt der Strompreis bei den 70, 100 und 150 kW-Anlagen 24 ct/kWh. Für die 200 kW-Anlage sinkt der Strompreis auf 22 ct/kWh und für die 350 kW-Anlage auf 20 ct/kWh. Für eine 500 kW-Anlage wird durchschnittlich nur noch eine Stromvergütung von 19 ct/kWh und 20 ct/kWh bei den 200 bzw. 350 kW-Anlagen auf 19 ct/kWh bei der 500 kW-Anlage realisiert.
- Der Güllebonus wirkt sich insbesondere auf die Erlöse der Kleinanlagen aus. Bei den Anlagen bis 200 kW erhöht er die Stromvergütung um etwa 20 %. Für die 350 kW-Anlage steigt die Stromvergütung durch den Güllebonus nur noch um 14 % und für die 500 kW-Anlage um 12 %.
- Wenn das Gas der Einspeiseanlage annahmegemäß in wärmegeführten 500 kW-BHKWs verstromt wird, erreicht die Anlage die gleiche Grundvergütung und den gleichen NawaRo-Bonus wie die 500 kW-Anlage mit Direktverstromung. Aufgrund der hohen Wärmenutzung kann jedoch fast der gesamte KWK-Bonus in Höhe von 3 ct/kWh erreicht werden. Zusätzlich erhöht der Technologiebonus die Stromvergütung um 1 ct/kWh. Lediglich der Güllebonus in Höhe von 2 ct/kWh entfällt. Insgesamt beträgt die Einspeisevergütung damit 21 ct/kWh. Wenn hingegen das Gas an einen Handelspartner vermarktet wird, sind die zu erzielenden Markterlöse für Methan anzusetzen. Diese lagen im Jahr 2011 durchschnittlich bei lediglich 7,2 ct/kWh Biomethan (BNETZA, 2011: 32). Der geringe Biomethanpreis wird durch sehr geringe Spotmarktpreise für Erdgas beeinflusst, die im Jahr 2010 durchschnittlich bei lediglich 1,74 ct/kWh lagen (BNETZA, 2011: 33).
- Insgesamt steigen die Stromerlöse hingegen mit zunehmender Anlagengröße von 136.000 € bei der 70 kW-Anlage bis 764.000 € bei der 500 kW-Anlage bzw. 4,7 Mio. € bei der Einspeiseanlage.
- Die Wärmeerlöse der Anlagen zur Direktverstromung liegen bei maximal 11.000 € und haben somit nur eine geringe Bedeutung für den Gesamterlös. Im Gegensatz dazu haben die Wärmeerlöse der Einspeiseanlage mit 1,1 Mio. € eine hohe Relevanz für den Gewinn.
- Die Vollkosten steigen von 168.000 € bei der 70 kW-Anlage mit 80 % Gülle auf 5,3 Mio. € bei der Einspeiseanlage mit Gasverstromung an. Dabei haben die Anlagen unterschiedliche Kostenstrukturen. Aufgrund des geringen Maisbedarfs bei Anlagen mit hohen Gülleanteilen sinkt der Anteil der Rohstoffkosten, während die Bedeutung der Kapitalkosten steigt. Bei der 70 kW-Anlage ohne Gülle beträgt der Anteil der Kapitalkosten an den Gesamtkosten 42 %, bei einem Gülleanteil von 80 % steigt der Anteil der Kapitalkosten auf 49 %. Weiterhin sinkt der Anteil der Kapitalkosten mit zunehmender Anlagengröße. So beträgt der Anteil der Kapitalkosten bei der 500 kW-Anlage ohne Gülle nur noch 26 %. Der Anteil der Rohstoffkosten steigt hingegen mit

zunehmender Anlagengröße von 20 auf 27 % bei den 70 kW-Anlagen, von 40 auf 46 % bei den 500 kW-Anlagen.

- Die negativen Kosten für Netznutzungsentgelte bei der Einspeiseanlage entstehen aufgrund der Durchleitung des Biomethans durch das Erdgasnetz. Hierfür muss der Einspeiser Netznutzungsentgelte zahlen. Diese können je nach Marktgebiet sehr unterschiedlich sein. Nach URBAN et al. (2009: 90) werden Netznutzungsentgelte von 0,6 ct/kWh unterstellt. Da der Netzbetreiber bei der Einspeisung von Biomethan weniger Kapazitäten vorgelagerter Netze benötigt, entsteht ein Kostenvorteil. Die Gas-NZV sieht vor, dass der Netzbetreiber den Kostenvorteil pauschal mit 0,78 ct/kWh an den Einspeiser weitergeben muss. Diese Erlöse werden mit den zu zahlenden Netznutzungsentgelten verrechnet, sodass sich für den Einspeiser negative Netznutzungsentgelte in Höhe von 0,18 ct/kWh bzw. 105.000 € pro Jahr ergeben.

In Abbildung 3.4 sind die Unternehmergewinne der unterschiedlichen Anlagentypen gegenübergestellt.<sup>10</sup> Daraus lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

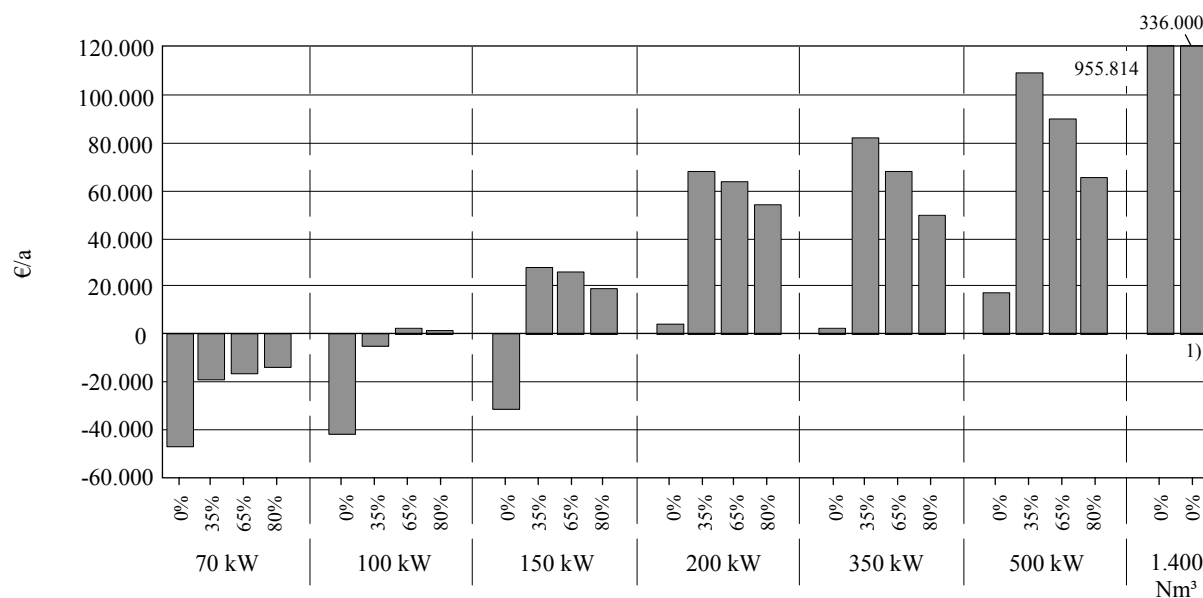
- Positive Unternehmergewinne werden erst ab einer Anlagengröße von 100 kW erwirtschaftet. Selbst bei hohen Gülleanteilen von 80 % entstehen in Anlagen unter 100 kW Verluste. Ursache hierfür sind die hohen Kapitalkosten aufgrund der hohen spezifischen Investitionsvolumina.
- Die Unternehmergewinne steigen trotz Kostendegression (vgl. Tabelle A5 bis A11 im Anhang) nicht proportional zur Anlagengröße. Ursache hierfür ist, dass die Vergütung des EEG ebenfalls degressiv verläuft.
- Der Güllebonus erhöht die Gewinne der Anlagen erheblich. So steigt bei der 200 kW-Anlage der Unternehmergewinn von 4.000 auf 68.000 €/a, wenn 35 % anstatt 0 % Gülle eingesetzt werden.
- Bis zu einer Leistung von 100 kW steigen die Unternehmergewinne bei Gülleanteilen über 35 % weiter an. Ursache hierfür ist, dass auch bei höheren Gülleanteilen nur wenig Gülle transportiert werden muss. In der Folge sind die zusätzlichen Transportkosten für den höheren Gülleeinsatz geringer als die eingesparten Kosten für Silomais. Oberhalb von 100 kW sinken hingegen die Unternehmergewinne bei Gülleanteilen über 33 %. Weil viel mehr Gülle benötigt wird, steigen die Transportkosten für Gülle stärker an, als die Kosten für Silomais sinken (vgl. Tabellen A5 bis A11 im Anhang). Sollte das Agrarpreisniveau jedoch über 200 €/t Weizen ansteigen, würden die Unternehmergewinne auch bei größeren Biogasanlagen mit zunehmenden Anteilen Rindergülle ansteigen (vgl. Abbildung 3.3).

---

<sup>10</sup> Eine detaillierte Auflistung der einzelnen Kosten- und Erlöspositionen findet sich in den Tabellen A5 bis A11 im Anhang.

- Unter den Anlagen zur Direktverstromung erzielt die 500 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 35 % den höchsten Unternehmensgewinn von 109.000 €. Auffällig ist weiterhin, dass die Unternehmensgewinne der 350 kW-Anlage nur unwesentlich höher ausfallen als bei der 200 kW-Anlage. Ursache hierfür ist, dass die Größendegressionen nicht ausreichen, um den Nachteil der verringerten Vergütung auszugleichen (vgl. Tabelle A 8 und A 9 im Anhang).
- Bei der 150 kW-Anlage liegt der Unternehmensgewinn selbst bei einem Gülleanteil von 35 % lediglich bei 27.000 € und ist damit weniger als halb so hoch wie in der 200 kW-Anlage. Ursache hierfür sind geringere Größendegressionen in der 150 kW-Anlage.
- Bei den Anlagen zur Gasaufbereitung und Einspeisung sinken die Unternehmensgewinne von 956.000 € auf 336.000 €, wenn das Biomethan nicht in wärmegeführten BHKW verstromt wird, sondern über einen Handelspartner zu Marktpreisen vermarktet wird.

**Abbildung 3.4:** Unternehmensgewinne der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

Quelle: Eigene Berechnung.

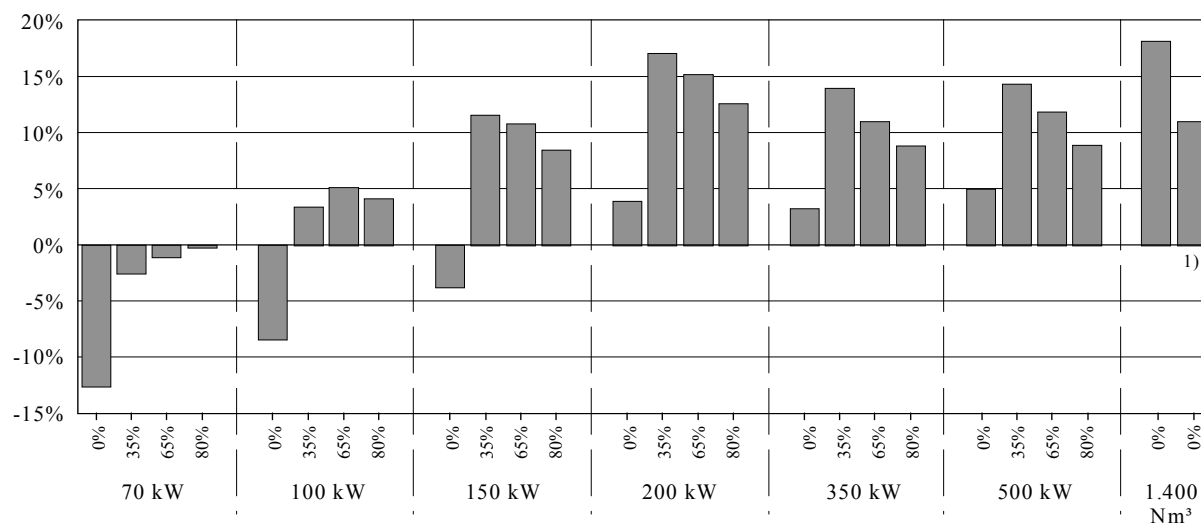
### Rentabilität der Biogasanlagen

Allerdings gibt der absolute Unternehmensgewinn keine Auskunft über die Rentabilität der Anlagen. Hierfür ist es erforderlich, den Unternehmensgewinn in Relation zum Investitionsvolumen zu setzen (vgl. Kapitel 2.3.3.1). Daher ist in Abbildung 3.5 die Rendite der kalkulierten Anlagentypen dargestellt. Hieraus lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:



- Die Einspeiseanlage erwirtschaftet mit 18 % die höchste Rendite, wenn der Strom in wärmegeführten 500 kW-BHKW verstromt wird. Wird das Biomethan hingegen direkt vermarktet, sinkt die Rendite auf lediglich 11 % und liegt damit unterhalb der Rendite von Anlagen zur Direktverstromung.
- Unter den Anlagen zur Direktverstromung erzielen die 200 kW-Anlagen mit 13 bis 17 % die höchsten Renditen. Die absolut höchste Rendite wird dabei in der Anlage mit einem Massenanteil von 35 % Gülle erreicht. Die Rendite der 500 kW-Anlagen sind etwa 3 Prozentpunkte niedriger. Daraus folgt, dass die 200 kW-Anlage mit 35 % Gülle aus Rentabilitäts Gesichtspunkten den vorzüglichen Anlagentyp in der Direktverstromung repräsentiert.
- Unterhalb von 200 kW sinkt die Rendite hingegen deutlich ab. Lediglich die 150 kW-Anlage erwirtschaftet mit 12 % noch eine Rendite, die in der Größenordnung der größeren Anlagen liegt. Kleinere Anlagengrößen sind unter den getroffenen Annahmen deutlich weniger rentabel.<sup>11</sup>
- Oberhalb von 150 kW sind innerhalb einer Anlagengröße wiederum jeweils die Anlagen mit 35 % Gülle am rentabelsten.

**Abbildung 3.5:** Rendite der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

Quelle: Eigene Berechnung.

<sup>11</sup>

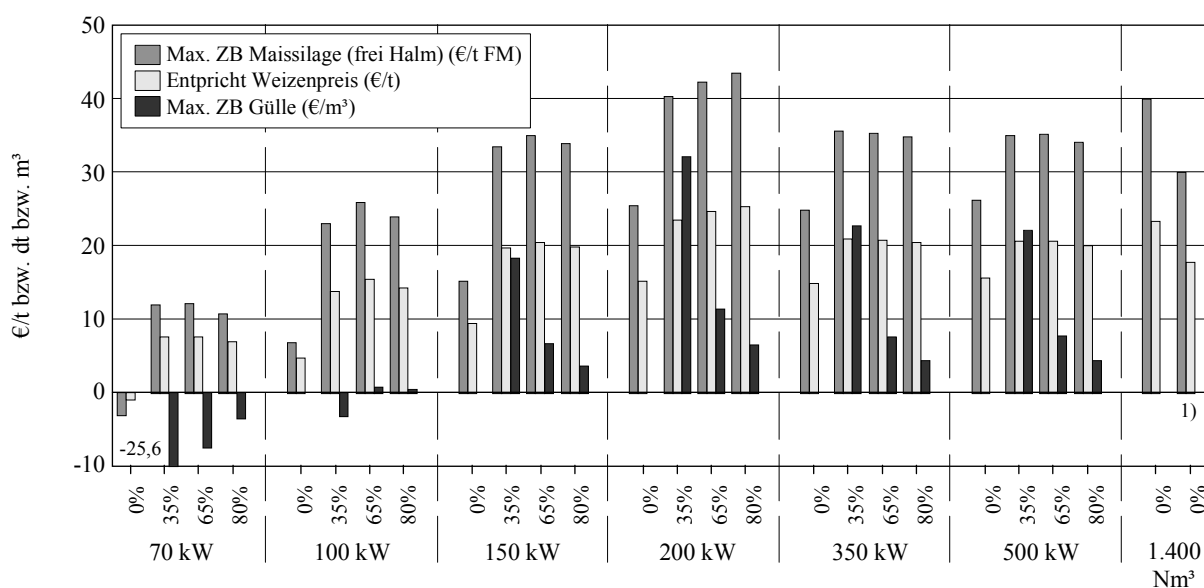
In Bayern wurden jedoch bereits Erfahrungen mit etwa 100 kleinen Hofbiogasanlagen unter dem Stichwort „Rosenheimer Modell“ gesammelt. Diese Anlagen werden nicht bei einem Hersteller gekauft, sondern in Zusammenarbeit mit Planungsbüros in Eigenregie gebaut. Durch einfache Anlagentechnik und Nutzung der bestehenden Infrastruktur auf den Betrieben wurden Kleinanlagen mit spezifischen Investitionsvolumina von 3.000 bis 3.500 €/kW realisiert (HÄFNER, 2010). Allerdings sind keine konsistenten Daten zum Investitionsvolumen derartiger Anlagen verfügbar. Ursache hierfür ist, dass die Anlagen sehr stark der jeweiligen betrieblichen Infrastruktur angepasst werden. Dennoch lassen die Erfahrungen mit dem Rosenheimer Modell vermuten, dass Kleinanlagen auch zu geringeren Investitionsvolumina zu realisieren sind.

### Wettbewerbsfähigkeit der Biogasanlagen

Die Wettbewerbsfähigkeit der Anlagen untereinander ist anhand der maximalen Zahlungsbereitschaft für die Rohstoffe in Abbildung 3.6 dargestellt. Es zeigt sich ein ähnliches Ergebnis wie für den Gewinn und die Rendite. Einspeiseanlagen, die das Biomethan in wärmegeführten BHKW verstromen, sowie die 200 kW-Anlagen sind am Bodenmarkt am wettbewerbsfähigsten. Sie erzielen erst ab einem Maispreis von über 40 €/t FM frei Halm keine Unternehmergewinne mehr. Dies entspricht einem Weizenpreisniveau von 240 €/t. Die Wettbewerbsfähigkeit der 150, 350 und 500 kW-Anlagen ist mit maximalen Zahlungsbereitschaften für Silomais zwischen 34 bzw. 35 €/t frei Halm bereits etwa 5 €/t geringer. Bei den übrigen Anlagen liegt die Zahlungsbereitschaft hingegen lediglich bei 10 bis 27 €/t frei Halm. Für einen wirtschaftlichen Betrieb dieser Anlagen dürfen die Getreidepreise im langjährigen Mittel nicht über 80 bis 160 €/t ansteigen.

Wie in Kapitel 3.2.1 gezeigt, wird die Zahlungsbereitschaft für Gülle aufgrund ihres geringen Energiegehaltes vor allem durch den Güllebonus bestimmt. Die negative Zahlungsbereitschaft für Gülle frei Anlage in den 70 kW-Gülleanlagen verdeutlicht, dass derartige Anlagen nicht wirtschaftlich zu betreiben sind. Die 200 kW-Anlage mit einem 35 %igen Gülleanteil kann frei Anlage hingegen bis zu 32 €/m<sup>3</sup> Gülle zahlen. Unter Berücksichtigung der in Abbildung 2.5 dargestellten Transportkosten kann die Gülle damit bis zu 300 km transportiert werden. Die entsprechenden 350 und 500 kW-Anlagen sind mit 22 €/m<sup>3</sup> Gülle bereits weniger wettbewerbsfähig. Bei den Anlagengrößen oberhalb von 100 kW sinkt die Zahlungsbereitschaft für Gülle mit zunehmenden Gülleanteilen, weil ein geringerer Unternehmergewinn auf eine höhere Güllemenge verteilt wird.

**Abbildung 3.6:** Wettbewerbsfähigkeit der analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

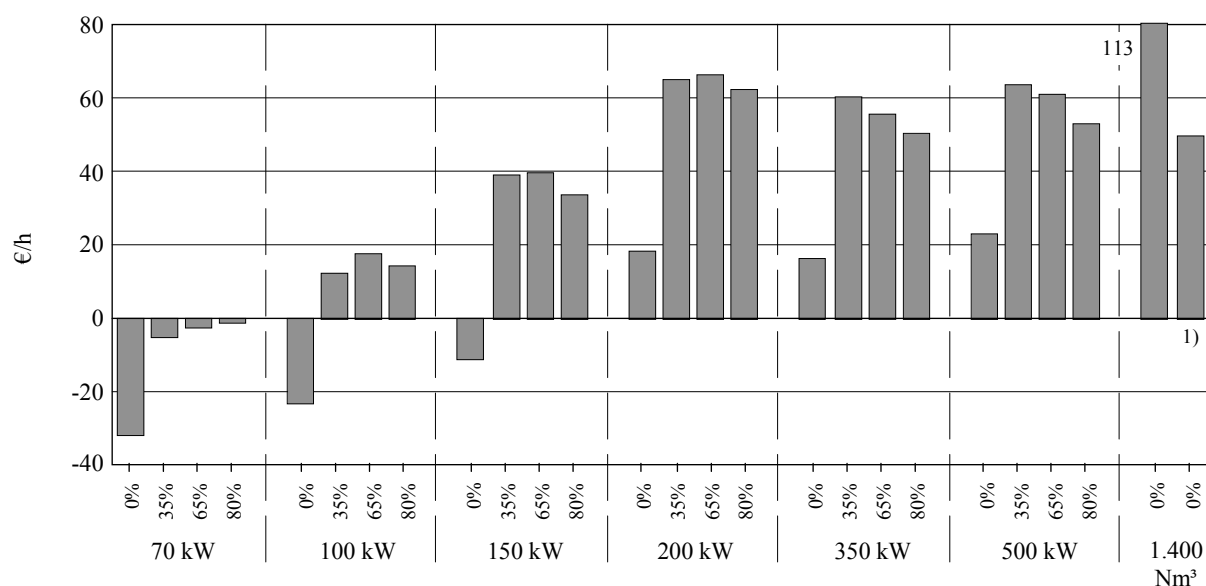
Quelle: Eigene Berechnung.

Die hohen Zahlungsbereitschaften für Gülle ermöglichen für eine 200 kW-Anlage mit 35 % Gülle prinzipiell weite Gülletransporte aus den Veredlungsregionen in die Ackerbauregionen. Die Frage, welche Auswirkungen diese Zahlungsbereitschaft auf die intra- und interregionalen Nährstoffströme hat, ist Gegenstand der folgenden Kapitel.

Allerdings ist aus Unternehmenssicht nicht nur die Entlohnung des eingesetzten Kapitals und der Substrate, sondern auch die Entlohnung der eigenen Arbeit relevant. Da die Managementkapazitäten der Unternehmer begrenzt sind, werden sie langfristig ihre Managementfähigkeiten auf Betriebszweige mit einer hohen Entlohnung der eingesetzten Arbeit konzentrieren. Daher ist in Abbildung 3.7 die Entlohnung der eingesetzten Arbeit dargestellt. Daraus lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Entlohnung der eingesetzten Arbeit schwankt je nach Anlagenkonstellation zwischen -30 €/h und 113 €/h.
- Die absolut höchste Arbeitsentlohnung ist mit 113 €/h in der Einspeiseanlage zu erwirtschaften. Wenn das Biomethan jedoch direkt vermarktet wird, sinkt die Arbeitsentlohnung auf 50 €/h und liegt damit unterhalb der Arbeitsentlohnung von Anlagen zur Direktverstromung.
- Unter den Anlagen zur Direktverstromung wird in den 200 kW-Anlagen eine Arbeitsentlohnung von bis zu 65 €/h erwirtschaftet. Damit liegt die Arbeitsentlohnung etwa 5 €/h oberhalb der nächstbesten Anlagengröße von 500 kW.
- Unterhalb von 200 kW nimmt die Arbeitsentlohnung um 26 €/h ab. Daher werden landwirtschaftliche Unternehmer wahrscheinlich nicht in Biogasanlagen unterhalb von 200 kW investieren.
- Ab einer Anlagengröße von 150 kW sinkt mit zunehmendem Gülleanteil die Entlohnung der eingesetzten Arbeit deutlich schwächer als der Gewinn (vgl. Abbildung 3.4). Dies hat zwei Ursachen: Zum einen wird unabhängig von der Anlagengröße die gleiche Zeit für Routinearbeiten, wie die Kontrolle der Anlage, benötigt (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Somit sinkt der Arbeitszeitbedarf bzw. steigt die Arbeitsentlohnung je kWh erzeugtem Strom mit zunehmender Anlagengröße. Zum anderen wird die Gülle im Gegensatz zu Maissilage annahmegemäß automatisch in den Fermenter gepumpt. Somit sinkt mit zunehmendem Gülleanteil der Arbeitszeitbedarf, was tendenziell zu einer höheren Arbeitsentlohnung führt.

**Abbildung 3.7** Arbeitsentlohnung in den analysierten Biogasanlagen mit unterschiedlichen Anteilen Rindergülle (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

Quelle: Eigene Berechnung.

Abschließend werden die wirtschaftlichen Erfolgskennzahlen noch einmal vergleichend diskutiert. Darauf aufbauend wird die Anlage zur Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählt.

Der Unternehmergewinn zeigt zunächst an, welcher Betrag nach Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren „Arbeit, Boden und Kapital“ als Risikoprämie zur Verfügung steht. Bei verschiedenen Investitionsalternativen ist demnach die Investition vorzuziehen, die den höchsten Unternehmergewinn erwirtschaftet (vgl. DABBERT und BRAUN, 2006: 230). Nach diesem Kriterium ist insgesamt die Einspeiseanlage mit Verstromung des Biomethans in wärmegeführten BHKW am vorzüglichsten. Sie erwirtschaftet einem Unternehmergewinn von 956.000 €. Von den Anlagen zur Direktverstromung ist die 500 kW-Anlage mit 35 % Gülle vorzuziehen, da sie mit 109.000 € den höchsten Unternehmergewinn erwirtschaftet.

Beim zu erwartenden Unternehmergewinn wird jedoch nicht berücksichtigt, dass mit zunehmender Anlagengröße auch der Kapitalbedarf steigt. Daher ist der Unternehmergewinn kein ausreichendes Vergleichskriterium. Um unterschiedliche Investitionsvolumina zu berücksichtigen, wird weiterhin die Rendite berechnet. Dafür wird der Unternehmergewinn vor Zinsen ins Verhältnis zum durchschnittlich gebundenen Kapital gesetzt (vgl. Kapitel 2.3.3.1). Hinsichtlich der Rendite verändert sich dann die Vorzüglichkeit der Anlagen zur Direktverstromung. Während mit den 500 und 350 kW-Anlagen die höchsten Gewinne erwirtschaftet werden, ist die Rendite der 200 kW-Anlage und 35 % Gülle mit 17 % am höchsten. Aus Investorensicht ist dennoch die 500 kW-Anlage mit 35 % Gülle

zu bevorzugen. Ursache hierfür ist, dass der Unternehmergewinn mehr als 40.000 € höher ist und die Rendite mit 14 % immer noch deutlich oberhalb der am Kapitalmarkt üblichen Verzinsung liegt.

Weiterhin jedoch ist die Verfügbarkeit von Flächen für die meisten Landwirte ein entscheidendes Wachstumshemmnis (LASSEN et al., 2009: 83) und beeinflusst somit ihre Investitionsentscheidungen. Der für die Rohstoffversorgung benötigte Flächenbedarf steigt mit zunehmender Anlagengröße ebenfalls stark an. Während für die Versorgung einer 200 kW-Anlage mit 35 % Gülle 95 ha Ackerfläche ausreichen, werden für eine 350 kW-Anlage bereits 160 ha und für eine 500 kW-Anlage sogar 230 ha benötigt. Dabei verlangen Banken für die Finanzierung einer Biogasanlage in der Regel, dass etwa 50 % der Rohstoffe durch eigene Pachtflächen bzw. langfristige Lieferverträge gesichert sind (KUES, 2009). Wie im Verlauf von Kapitel 3.3 bis 3.5 noch deutlich wird, bewirtschaften typische Milchvieh- und Veredlungsbetriebe in Niedersachsen jedoch nur 50 bis 100 ha LF. Somit reicht die vorhandene Flächenausstattung in den meisten Fällen lediglich für die Rohstoffversorgung einer 200 kW-Anlage.

Weiterhin kann im Gegensatz zum Kapital oder dem Arbeitskräftebesatz die regional verfügbare Fläche auch langfristig nicht vermehrt werden. Da die Produktionsverfahren in einer Region um den knappen Faktor „Boden“ konkurrieren, ist die Wettbewerbsfähigkeit um Substrate und folglich um Flächen ein entscheidendes Auswahlkriterium für die Investition. Eine Maßzahl für die Wettbewerbsfähigkeit um Rohstoffe ist die maximale Zahlungsbereitschaft für Rohstoffe. Sie drückt aus, bei welchem Substratpreis kein Unternehmergewinn mehr erwirtschaftet wird. Aus ihr kann die Grundrente als Maßzahl für die Wettbewerbsfähigkeit um Flächen ermittelt werden (vgl. Kapitel 2.3.3.1). Darüber hinaus gibt die maximale Zahlungsbereitschaft für Substrate Auskunft über das Verlustrisiko bei steigenden Agrarpreisen. Dies ist von besonderer Relevanz für die Investition in eine Biogasanlage, da die Erlöse über die Einspeisevergütung langfristig festgeschrieben sind (vgl. Kapitel 2.1.1). Das Agrarpreisniveau und somit die Rohstoffkosten können unterdessen im Zeitverlauf steigen. Von den Anlagen zur Direktverstromung ist nach der maximalen Zahlungsbereitschaft für Rohstoffe wiederum die 200 kW-Anlage vorzuziehen. Ihre Zahlungsbereitschaft liegt etwa 5 €/t FM höher als bei den 350 bzw. 500 kW-Anlagen. Dies entspricht einem Anstieg des Weizenpreises von etwa 30 €/t.

Abschließend wird der Anlagentyp für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählt. Obwohl die Einspeisung von Biogas mit einer Verstromung in 500 kW-BHKW der direkten Verstromung leicht überlegen ist, wird sie nicht für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit berücksichtigt. Ursache hierfür ist, dass für die Einspeisung kein Güllebonus gewährt wird. In der Folge können mögliche Strukturwirkungen aufgrund des Güllebonus nicht mit Einspeiseanlagen erfasst werden. Weiterhin sprechen folgende Gründe gegen die Auswahl der Einspeiseanlage für die Analyse der regionalen Strukturwirkungen:

- Typische landwirtschaftliche Betriebe verfügen in der Regel nicht über ausreichend Eigenkapitalbedarf, um eine derartige Anlage zu finanzieren. Um eine Kreditfinanzierung des Gesamtinvestitionsvolumens von 13,8 Mio. € zu erhalten, werden für einen Eigenkapitalanteil von 20 % mehr als 2,5 Mio. € Eigenkapital benötigt.
- Aufgrund geringer Erdgaspreise können mit Biomethan betriebene BHKWs nicht mit erdgasbetriebenen BHKWs konkurrieren. Diese erreichen aufgrund der Vergütung eine höhere Rentabilität nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) (GOTTWALD und GIORGIS, 2010: 67).
- Für eine Verstromung von aufbereitetem Biogas in 500er-BHKW müssen in der Regel Wärmeverträge mit unterschiedlichen Abnehmern geschlossen werden. Hierfür sind Kenntnisse über und Zugang zum in der Regel städtisch geprägten Wärmemarkt erforderlich. Die Komplexität für die Vermarktung ist ungleich höher als bei einer Anlage mit direkter Verstromung. Wird das Biomethan über Handelspartner vermarktet, ist die Rendite der Anlagen bisher geringer als bei der Direktverstromung.

Dennoch ist zu berücksichtigen, dass die Bundesregierung sehr ambitionierte Ziele bei der Gaseinspeisung verfolgt. Bis zum Jahr 2020 sollen 6 Mrd. m<sup>3</sup> und bis 2030 10 Mrd. m<sup>3</sup> aufbereitetes Biogas in das Erdgasnetz eingespeist werden (§ 31 GasNZV). Dies entspricht einem Anteil des derzeitigen Erdgasverbrauchs von etwa 6 bzw. 10 %. Obwohl Experten davon ausgehen, dass das Ziel nicht erreicht wird, bleibt abzuwarten, ob die Politik zukünftig versuchen wird, es durch verbesserte rechtliche Rahmenbedingungen zu erreichen.<sup>12</sup>

Von den Anlagen zur Direktverstromung erwirtschaften die 500 kW-Anlagen die höchsten Unternehmensgewinne und nur eine geringfügig geringere Rendite als die 200 kW-Anlagen. Somit sind aus Investorensicht die 500 kW-Anlagen zu bevorzugen. Aufgrund der geringen Flächenausstattung typischer Betriebe in Niedersachsen wird jedoch die 200 kW-Anlage mit 35 % Gülle für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählt. Für die Auswahl der 200 kW-Anlage mit 35 % Gülle spricht weiterhin das geringere Verlustrisiko gegenüber steigenden Agrar- und Flächenpreisen.

Hinsichtlich zu erwartender Gülleanteile wurde zunächst deutlich, dass Schweinegülle lediglich bis zu dem für den Güllebonus erforderlichen Mindestanteil von 30 Massenprozent wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Höhere Anteile Rindergülle führen nur dann zu steigenden Unternehmensgewinnen und Renditen, wenn die Gülle auf dem Betrieb anfällt. Wenn Gülle von anderen Betrieben importiert werden muss, sinkt die Wirtschaftlichkeit aufgrund der Transportkosten und der steigenden Investitionen in das Gärrestlager (vgl. Kapitel 3.1.1). Daher werden für die Kalkulation der regionsspezifischen

---

<sup>12</sup> Mit der EEG-Novelle 2012 wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Biogaseinspeisung erneut verbessert.

schen Wettbewerbsfähigkeit nur dann höhere Gülleanteile unterstellt, wenn die Gülle auf den Betrieben anfällt.

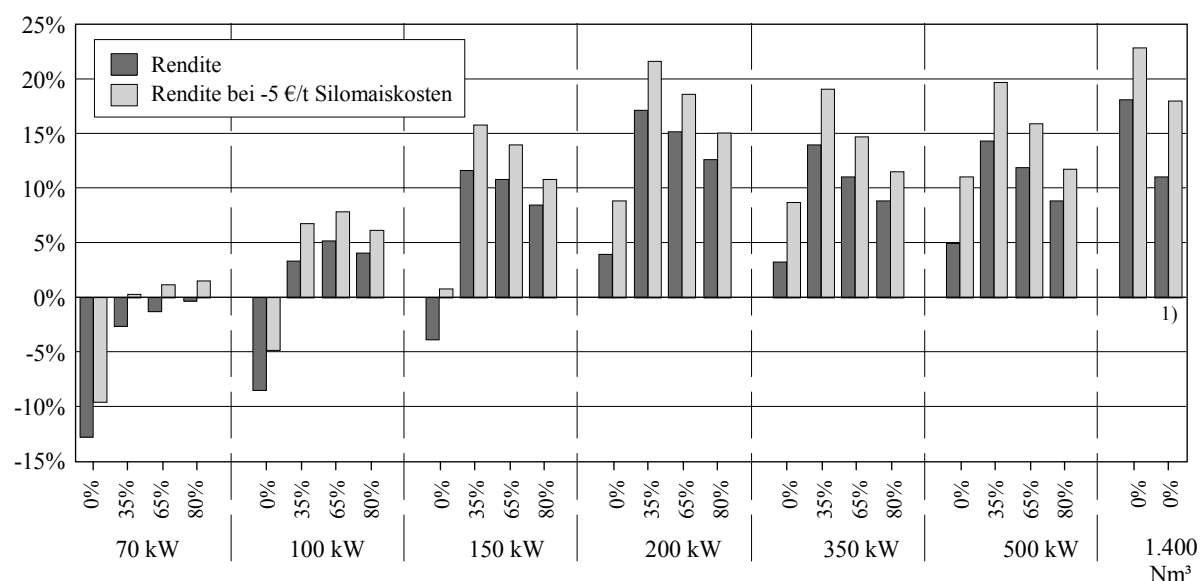
### **Sensitivitätsanalysen**

Nach den vorherigen Analysen wurde die 200 kW-Anlage mit einem 35 %igen Gülleanteil als Anlagengröße ausgewählt, um die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung zu analysieren. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass sich bei veränderten Standortparametern a) die Wirtschaftlichkeit von Anlagen grundsätzlich ändert und/oder b) sich die Vorzüglichkeit der unterschiedlichen Anlagentypen verschiebt. Inwiefern dies zu erwarten ist, wird nachfolgend mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen untersucht.

Wie zuvor gezeigt wurde, können die Substratkosten bis zu 45 % der Gesamtkosten ausmachen und haben somit einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. In Karte 2.2 wird deutlich, dass in Niedersachsen je nach Region zwischen 5 und 7 t Silomais/t Weizen geerntet werden können. Die Berechnung der Rohstoffkosten in Tabelle 2.3 erfolgt für eine Ertragsrelation von 5,6 t Silomais/t Weizen. Bei sonst gleichen Annahmen würde bei einer Ertragsrelation von 7 t Mais/t Weizen der Maisertrag auf 56 t ansteigen und der Silomaispreis um etwa 5 €/t sinken. Daher wird nachfolgend analysiert, inwiefern eine Verringerung der Silomaiskosten um 5 €/t die Vorzüglichkeit der Anlagen hinsichtlich ihrer Rendite verändert. Aus der Abbildung 3.8 lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

- Insgesamt steigt die Rendite der Anlagen um 2 bis 5 Prozentpunkte an. Dabei fällt der Renditezuwachs bei größeren Anlagen höher aus. Ursache ist der zunehmende Anteil der Rohstoffkosten an den Gesamtkosten mit steigender Anlagengröße.
- Die Einspeiseanlage erwirtschaftet mit 23 % weiterhin die höchste Rendite. Die Rendite der 200 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 35 % ist mit 22 % jedoch nur geringfügig niedriger. Dieser Anlagentyp erwirtschaftet weiterhin die höchste Rendite unter den Anlagen zur Direktverstromung.
- Darüber hinaus erwirtschaften lediglich die 350 und 500 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 35 % sowie die 200 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 65 % bei den geringeren Silomaispreisen Renditen im Bereich von 20 %.
- Im Vergleich zu den 200 kW-Anlagen sinken die Renditen bei den 150 kW-Anlagen bereits um 4 bis 6 Prozentpunkte. Die Renditen der 100 kW-Anlagen liegen sogar mehr als 10 Prozentpunkte unterhalb der vorzüglichen Anlagengröße von 200 kW. Somit ist auch in Regionen mit geringeren Substratkosten davon auszugehen, dass vornehmlich Anlagengrößen im Bereich von 200 kW gebaut werden.

**Abbildung 3.8:** Sensitivitätsanalyse der Rendite bei einer Reduktion der Silomaiskosten um 5 €/t (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

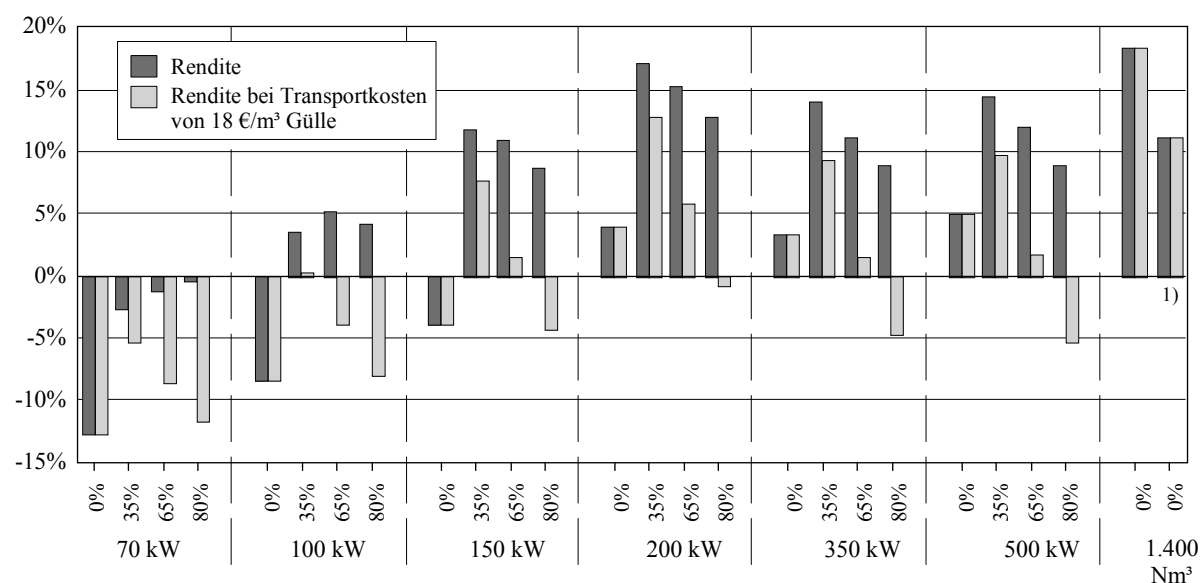
Quelle: Eigene Berechnung.

In Karte 2.3 wird deutlich, dass in der Hildesheimer Börde das Wirtschaftsdüngeraufkommen deutlich geringer ist als in der Veredlungs- oder Milchviehregion. Um den Güllebonus zu realisieren, könnten Anlagenbetreiber daher dazu übergehen, Gülle über weite Strecken zu importieren. Dies kann wiederum die Vorzüglichkeit der analysierten Anlagentypen verändern. Zwischen der Hildesheimer Börde und der Nährstoffüberschussregion Vechta/Cloppenburg liegen etwa 160 km. Wird die Gülle über diese Strecke transportiert, fallen gemäß Abbildung 2.5 Transportkosten für Gülle in Höhe von 18 €/m³ an. Allerdings kann in diesem Fall ebenfalls der Nährstoffwert für den Gärrest aus Gülle in der Biogasanlage berücksichtigt werden. In Abbildung 3.9 ist dargestellt, wie ein derartiger Gülletransport die Rendite der Anlagen verändert. Hinsichtlich der Anlagenauswahl lassen sich daraus folgende Ergebnisse ableiten:

- Unter den Bedingungen des EEG 2009 ist selbst ein solcher Gülletransport wirtschaftlich überaus attraktiv. Ursache hierfür ist, dass die gleichen Anlagen ohne Gülle nur knapp wirtschaftlich sind; kleinere Anlagen ohne Gülle sogar negative Rendite aufweisen.
- Die 200 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 35 % erwirtschaftet mit 13 % weiterhin die höchste Rendite unter den Anlagen zur Direktverstromung. Die Rendite anderer Anlagen zur Direktverstromung liegt bei einem Gülleimport hingegen unter 10 %. Somit ist auch für diesen Standort die 200 kW-Anlage aus Rentabilitäts Gesichtspunkten vorzüglich.



**Abbildung 3.9:** Sensitivitätsanalyse der Rendite bei 18 €/m<sup>3</sup> Transportkosten für Gülle (EEG 2009)



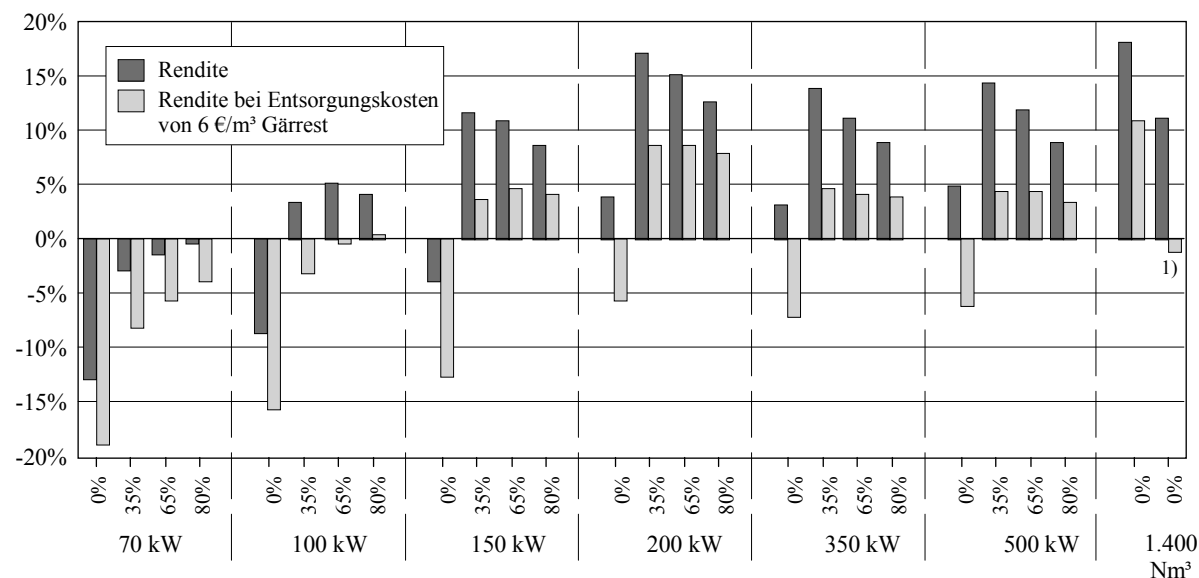
1) Methanvermarktung.

Quelle: Eigene Berechnung.

Aus Karte 2.5 ist ersichtlich, dass in der Veredlungsregion Cloppenburg im Kreisdurchschnitt aufgrund der intensiven Viehhaltung bereits heute mehr organische Nährstoffe anfallen, als nach den Vorgaben der Düngeverordnung im Landkreis ausgebracht werden können. Für die Abgabe von Gülle bzw. Gärresten entstehen hier Kosten von etwa 6 €/m<sup>3</sup>. Sofern der Energiemais in dieser Region auf vorherigen Getreideflächen angebaut wird, erhöht sich der regionale Nährstoffanfall, sodass anstelle eines Gärrestwertes die genannten Entsorgungskosten zu berücksichtigen sind (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Daher ist in Abbildung 3.10 dargestellt, wie sich die Rendite der Anlagen verändert, wenn anstelle des Nährstoffwertes „Entsorgungskosten“ von 6 €/m<sup>3</sup> für den Gärrest aus NawaRo berücksichtigt werden. Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich für die Auswahl der Anlagentypen:

- Grundsätzlich bleiben die Anlagen, die unter Standardbedingungen wirtschaftlich zu betreiben sind, dies auch, wenn für den kompletten Gärrest aus NaWaRo Entsorgungskosten zu zahlen sind.
- Aufgrund der Entsorgungskosten verringert sich für alle Anlagen die Rendite um vier bis zehn Prozentpunkte.
- Die 200 kW-Anlagen sowie die Einspeiseanlage erwirtschaften mit 9 bis 11 % weiterhin die höchsten Renditen. Die Renditen der übrigen Anlagen sind mindestens vier Prozentpunkte geringer. Somit ist auch nach diesem Standortparameter die 200 kW-Anlage die vorzügliche Anlagengröße unter den Anlagen zur Direktverstromung.

**Abbildung 3.10:** Sensitivität der Rendite bei 6 €/m<sup>3</sup> Entsorgungskosten für Gärreste (EEG 2009)



1) Methanvermarktung.

Quelle: Eigene Berechnung.

Zusammenfassend hat die Sensitivitätsanalyse gezeigt, dass auch bei einer Veränderung wesentlicher Standortparameter die 200 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von 35 % die vorzügliche Anlagengröße darstellt. Somit erscheint die Auswahl dieser Anlage am besten geeignet, um die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung unter den Bedingungen des EEG 2009 zu analysieren.

### 3.2 Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Milchviehregion

In Kapitel 2.3.2 wurde als typische Milchviehregion der Landkreis Cuxhaven ausgewählt. Die Faktorausstattung und Betriebsstruktur der vorhandenen Milchviehbetriebe beeinflusst die Wettbewerbsfähigkeit der Biogasproduktion in Milchviehregionen. Daher werden in Kapitel 3.2.1 zunächst die Betriebsstruktur sowie die technischen und ökonomischen Leistungsparameter des typischen Milchviehbetriebes beschrieben.

Weiterhin stellt sich die Frage, ob die Biogasproduktion in Konkurrenz zur Milchviehhaltung steht oder ob sich Synergieeffekte zwischen den beiden Produktionsrichtungen ergeben. Diese Frage wird beantwortet, indem analysiert wird, ob ein typischer Milchviehbetrieb eine 200 kW-Anlage, die aufgrund der Analyse in Kapitel 3.1.2 als betriebswirtschaftlich überlegen ausgewählt wurde, betreiben kann und welche Anpassungsstrategien ggf. notwendig sind.

Abschließend werden die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber der Milchviehhaltung kalkuliert und mögliche Strukturwirkungen abgeleitet.

### 3.2.1 Beschreibung des typischen Milchviehbetriebes

#### Regionale Einordnung

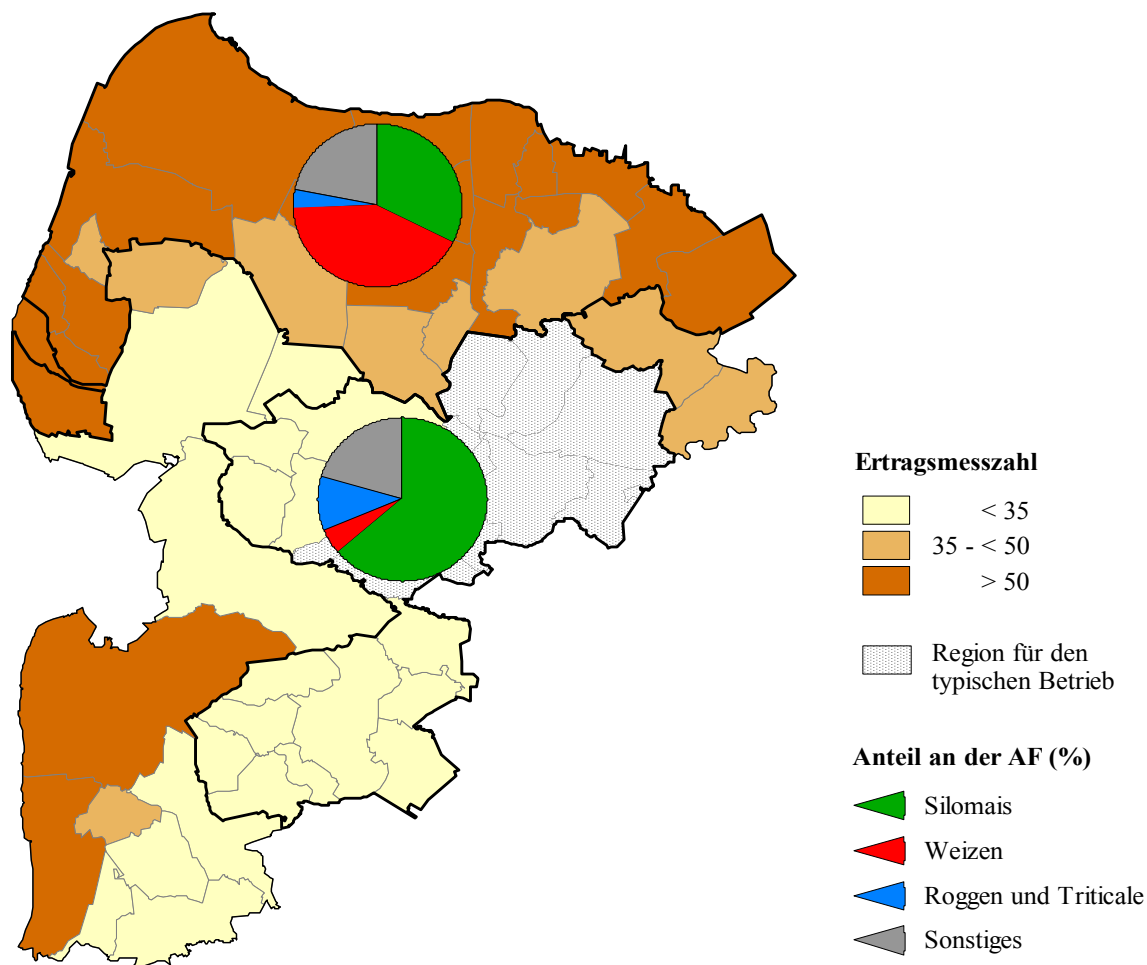
Wie die Karte 3.4 zeigt, unterscheiden sich die Bodenqualität und die Anbaustruktur innerhalb des Landkreises Cuxhaven sehr stark. Daher ist eine weitere regionale Eingrenzung für den typischen Betrieb notwendig. Die Ertragsmesszahl (EMZ) beschreibt die Ertragsfähigkeit eines Standortes. In ihr werden Unterschiede in Bodenqualität und anderen natürlichen Standortbedingungen wiedergegeben<sup>13</sup> (LEIBER, 1984: 53). In den Marschgebieten im nordwestlichen Teil des Landkreises liegt die EMZ über 50. Auf der Ackerfläche wird mit Anteilen von 42 bzw. 32 % überwiegend Weizen und Silomais angebaut. Roggen und Triticale stehen hingegen auf weniger als 5 % der Ackerfläche.

Der analysierte Milchviehbetrieb liegt jedoch in der Region Ringstedt und repräsentiert einen typischen Milchviehbetrieb auf dem Geestrücken im Südwesten des Landkreises. Die EMZ liegt hier unter 35. Mit einem Anteil von 64 % an der AF wird überwiegend Silomais angebaut. Im Vergleich zur Marsch ist der Ackerflächenanteil von Roggen und Triticale mit 11 % deutlich höher. Weizen wird hingegen auf weniger als 5 % der AF angebaut.

Diese regionalen Unterschiede sind zu beachten, wenn die produktionstechnischen Kennzahlen und die Flächennutzung des typischen Betriebes mit der Regionalstatistik, welche die Datengrundlage für RAUMIS-Analysen bildet (vgl. Kapitel 2.2.3.1), verglichen werden.

---

<sup>13</sup> Die Skala reicht von 7 (sehr schlecht) bis 100 (sehr gut). Sie wird aus der Bodenzahl abgeleitet, indem Zu- und Abschläge für zusätzliche Faktoren wie Klima und Hangneigung berücksichtigt werden.

**Karte 3.4:** Bodengüte und Anbaustrukturen im Landkreis Cuxhaven

Eigene Darstellung nach LSKN (2007).

### Produktionstechnische Kennzahlen für den typischen Milchviehbetrieb

Der Betrieb wurde in Zusammenarbeit mit der Beratungsgemeinschaft Wesermünde e. V. erhoben und repräsentiert einen typischen Wachstumsbetrieb. Die produktionstechnischen Kennzahlen entsprechen denen der 50 % besten Betrieben im Beratungsring Ringstedt.

Auf dem Betrieb werden 100 Kühe gemolken, die Nachzucht wird auf dem Betrieb aufgezogen. Die Tabelle 3.3 zeigt die Verteilung der Milchproduktion im Landkreis Cuxhaven auf unterschiedliche Größenklassen. Folgende Ergebnisse lassen sich festhalten:

- Die Mehrzahl der Kühe (43 %) steht in Bestandsgrößen von 50 bis 100 Kühen. Weiterhin werden 39 % der Milchviehbetriebe durch diese Bestandsgrößenklasse repräsentiert.
- Weitere 37 % der Milchkühe werden in Bestandsgrößen oberhalb von 100 Kühen gehalten. Allerdings finden sich in dieser Bestandsgrößenklasse lediglich 16 % der Betriebe wieder.

- Die Mehrzahl der Betriebe (45 %) hält weniger als 50 Kühe, repräsentiert jedoch lediglich 21 % des Milchviehbestandes.

Somit wird mit der gewählten Betriebsgröße des typischen Betriebes die bedeutendste Betriebsgrößenklasse in der Milchproduktion im Landkreis Cuxhaven abgebildet.

**Tabelle 3.3:** Bestandsgrößenklassen der Milcherzeugung im Landkreis Cuxhaven

Bestandsgrößenklasse (Kühe)	1-9	10-19	20-29	30-49	50-99	>100
Anteil der Betriebe in Bestandsgrößenklasse	3,6%	7,1%	9,8%	24,1%	39,3%	16,0%
Anteil Tiere in Bestandsgrößenklasse	0,3%	1,7%	3,8%	15,1%	42,6%	36,5%

Quelle: LSKN (2007).

Die Milchleistung des Betriebes beträgt 8.600 kg fett- und eiweißkorrigierte Milch (ECM; 4,0 % Fett; 3,4 % Eiweiß) wobei etwa 3.700 kg ECM aus dem Grundfutter gewonnen werden. Von den jährlich erzeugten 42 Färsen werden lediglich 30 zur Bestandsergänzung benötigt. Der Arbeitszeitbedarf liegt bei 26 h je Kuh inkl. Nachzucht. Die weiteren wesentlichen produktionstechnischen Kennzahlen der Milchviehhaltung sind in Tabelle 3.4 dargestellt.

**Tabelle 3.4:** Produktionstechnische Kennzahlen des typischen Milchviehbetriebes

Kuhbestand	St.	100
Milchleistung je Jahr	kg ECM	8.600
Milchleistung aus dem Grundfutter	kg ECM	3.697
Erzeugte Färsen	St.	42
Erstkalbealter	Monate	27
Kraftfutter (EIII)/Kuh	dt	24
Fläche	ha/Kuh	0,86
Umtriebsrate	%	30
Arbeitszeitbedarf (inkl. Nachzucht)	h/Kuh	26

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V. (2010); KTBL (2008); LWK NDS (2008).

### Flächennutzung des Betriebes

Die Flächennutzung des Betriebes ist in Tabelle 3.5 wiedergegeben. Die landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt 86 ha LF. Hiervon sind allerdings nur 34 ha Ackerfläche und die restlichen 52 ha Dauergrünland. Der Grünlandanteil von 60 % entspricht sowohl dem Grünlandanteil im Landkreis Cuxhaven als auch dem in Karte 3.4 ausgewiesenen Geestrücken. Aufgrund der hohen Energiedichte des ersten Aufwuchses werden etwa 80 % der Grünlandflächen im ersten Schnitt als Grassilage genutzt. Für den zweiten und dritten Schnitt wird weniger Fläche gemäht und der Weideanteil entsprechend erhöht. Die gleichzeitige Schnitt- und Weidenutzung von Grünlandflächen erschwert es jedoch, die Kosten für Grundfutter aus Grassilage und Weide zu ermitteln. Daher wird vereinfachend

davon ausgegangen, dass der Betrieb die für die Stallfütterung erforderliche Menge Grassilage von einer Wiese mit vier Schnitten gewinnt und die restliche Grünlandfläche als Weide nutzt.

Die Annahmen bezüglich der Grünlanderträge basieren auf Angaben der LWK Niedersachsen (LWK NDS, 2008: 63-72) und wurden in Abstimmung mit den regionalen Beratern angepasst. Bei der Silagenutzung wird dabei ein Bruttoertrag von 63 GJ NEL/ha (30 t FM, 35 % TS) und bei der Weidenutzung von 47 GJ NEL/ha (50 t; 17 % TS) angenommen. Um den Flächenbedarf für die Fütterung zu ermitteln, sind jedoch noch Feld-, Silier- und Futterverluste von insgesamt 20 bzw. 30 % zu berücksichtigen (LFL BAYERN, 2006: 9).

**Tabelle 3.5:** Flächennutzung des typischen Milchviehbetriebes in Cuxhaven

		Roggen	Maissilage	Grassilage	Weide
Fläche	ha	8	26	33	19
Frischmasseertrag (brutto)	t FM/ha	6	45	30	50
N-Input	kg/ha	132	214	221	136
TS-Gehalt	%	88	33	35	17
Energiegehalt	MJ NEL/kg TM	7,5	6,5	6,0	5,5
Energieertrag (brutto)	GJ NEL/ha	39,6	96,5	63,0	46,8
Feld-, Ernte-, Silier-, Futterverluste	%	2	15	20	30
Frischmasseertrag (netto)	t FM/ha	5,9	38,3	24,0	35,0
Energieertrag (netto)	GJ NEL/ha	38,8	82,0	50,4	32,7

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V. (2010); LWK NDS (2008); LfL Bayern (2006); LfL Bayern (2011).

Auf den Ackerflächen baut der Betrieb überwiegend Silomais an. Aufgrund der geringeren Bodenqualität liegt der Bruttoertrag mit 45 t FM etwa 2,5 t unterhalb des dreijährigen Mittels auf Kreisebene. Die Ertragsschätzung der regionalen Berater basiert auf Wiegeergebnissen von Biogasanlagen. Die Ertragseinschätzung deckt sich mit Ergebnissen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen aus Landessortenversuchen auf Sandstandorten.<sup>14</sup> Für den Flächenbedarf in der Fütterung sind weiterhin 17 % Verluste zu berücksichtigen, die sich aus 5 % Ernte- und Feldverlusten, 10 % Silierverslusten sowie 2 % Futterverlusten zusammensetzen (LFL BAYERN, 2006: 9).

Weiterhin baut der Betrieb 8 ha Roggen mit einem Kornertrag von 6 t und Strohertrag von 3,5 t/ha an. Der Roggenertrag wurde von den Beratern als Erfahrungswert von Betrieben im Beratungsring genannt und entspricht damit in etwa dem dreijährigen Mittel für den Landkreis Cuxhaven.

<sup>14</sup> Das dreijährige Mittel für mittelfrühe Maissorten auf den Sandstandorten Ankelohe, Borgholt und Rockstedt beträgt 56,8 t FM (33 %TS) (LWK NDS, 2011c). Zur Abschätzung von Praxiserträgen ist ein Abschlag von 20 bis 25 % zu berücksichtigen (HARMS, 2011; ALBRECHT und ZIMMER, 2011: 81)

## Fütterung

Der Energiebedarf der Milch- und Jungviehfütterung ist in Tabelle 3.6 dargestellt. In der Milchviehhaltung beträgt der Energiebedarf 43,1 MJ NEL/Kuh/a, wobei 27 MJ NEL aus dem Grundfutter bereitgestellt werden. Für die Jungrinderaufzucht werden insgesamt 32,4 MJ NEL benötigt, wobei 28,8 MJ NEL<sup>15</sup> aus dem Grundfutter stammen.

**Tabelle 3.6:** Energiebedarf des typischen Milchviehbetriebes für Jung- und Milchvieh

		Milchvieh <sup>1)</sup>	Jungvieh <sup>2)</sup>
Energiebedarf je Tier	GJ NEL/a	43,1	32,4
<i>davon aus</i>			
Kraftfutter, Milch	GJ NEL/a	16,1	3,6
Grundfutter	GJ NEL/a	27,0	28,8
<i>darunter aus</i>			
Maissilage	GJ NEL/a	15,7	3,4
Grassilage	GJ NEL/a	10,4	13,6
Weide	GJ NEL/a	0,9	11,8

1) Leistungsbedarf: 3,28 MJ NEL/kg ECM; Erhaltungsbedarf: 37,7 MJ NEL x 323 d + 64 MJ NEL x 27 d + 72 MJ NEL x 14 d.

2) 160 kg Vollmilch, 40 kg Milchaustauscher, 50 kg Vollmilch, 100 kg Kälberaufzuchtfutter, 300 kg Kraftfutter E III.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V. (2010); LWK NDS (2008); LfL Bayern (2006);

LfL Bayern (2011); KTBL (2008).

Abgesehen von einem gelegentlichen Sommer-Weideauslauf auf direkt am Hof gelegenen Weiden werden die Kühe ganzjährig im Stall gefüttert und gemolken. Der Grundfutterbedarf der Milchkühe wird zu 60 % aus Maissilage und zu 40 % aus Grassilage gedeckt. Das Jungvieh wird hingegen 150 Tage auf der Weide gehalten. Die Energie in der Stallgrundfütterration des Jungviehs stammt zu 80 % aus Grassilage und nur zu 20 % aus Maissilage.

Aus dem genannten Energiebedarf für das Grundfutter und den in Tabelle 3.5 dargestellten Erträgen und Flächenumfängen lässt sich der Flächenüberschuss des Betriebes ermitteln. Dieser ist in Tabelle 3.7 dargestellt. Aus Sicht der Fütterung hat der Betrieb einen Flächenüberschuss von 1,7 ha Grünland und 13 ha Ackerland.

Für den Flächenüberschuss typischer Milchviehbetriebe gibt es nach Rücksprache mit den regionalen Beratern keinen eindeutigen Grund, jedoch mehrere Erklärungsansätze:

- (1) Historisch war die Milchquote an die Verpachtung der Flächen gekoppelt, sodass in der Vergangenheit eine Quotenaufstockung nur in Verbindung mit einer zusätzli-

<sup>15</sup> Der Energiebedarf für die Jungviehaufzucht wird üblicherweise in MJ ME berechnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde im Rahmen dieser Arbeit jedoch mit Netto-Energie-Laktation (NEL) gerechnet.

chen Flächenpacht möglich war. Aufgrund steigender Milchleistungen ist der Flächenbedarf für die Fütterung jedoch gesunken.

- (2) Nach der Düngeverordnung dürfen nicht mehr als 170 kg N aus Wirtschaftsdüngern je ha LF ausgebracht werden. Nach der Nährstoffbilanz (Tabelle A12) hält der Milchviehhalter diese Vorgaben gerade noch ein. Allerdings können auf Antrag bei intensiv genutzten Grünlandflächen bis zu 230 kg N ausgebracht werden. Weiterhin könnten Milchviehhalter die Vorgaben einhalten, indem sie Gülle an Nachbarbetriebe abgeben.
- (3) Um künftig wachsen zu können, versuchen viele Milchviehhalter, sich strategisch Flächen zu sichern.

Das genannte Flächenpotenzial bildet den Ausgangspunkt für die Überlegungen zur Integration einer Biogasanlage in den bestehenden Betrieb.

**Tabelle 3.7** Flächenbilanz des typischen Milchviehbetriebes

	Fläche	Energieertrag	Energiebedarf Grundfutter	Energieüberschuss	Flächenüberschuss
	ha	GJ NEL	GJ NEL	GJ NEL	ha
Maissilage	26	2.133	1.711	422	5,1
Roggen	8	310	-	310	8,0
<b>Summe Ackerflächen</b>	<b>34</b>	<b>2.444</b>	<b>1.711</b>	<b>733</b>	<b>13,1</b>
Grassilage	33	1.663	1.621	42	0,8
Weide	19	622	595	27	0,8
<b>Summe Grünland</b>	<b>52</b>	<b>2.285</b>	<b>2.216</b>	<b>69</b>	<b>1,7</b>

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V. (2010); LWK NDS (2008); LfL Bayern (2006); LfL Bayern (2011); KTBL (2008).

Wie stark der Druck für betriebliche Anpassungsmaßnahmen ist, wird vor allem durch die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Betriebszweige bestimmt. Daher ist in Tabelle 3.8 das betriebswirtschaftliche Ergebnis der Milchviehhaltung<sup>16</sup> dargestellt. Daraus lassen sich folgende Rückschlüsse ziehen:

- Die Vollkosten der Milcherzeugung liegen bei 35 ct/kg ECM. Zunächst stellt sich die Frage, inwiefern sich diese Ergebnisse mit anderen Veröffentlichungen decken. Die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein veröffentlicht jährlich Daten zu den

<sup>16</sup> Die Kosten der Grundfutterbereitstellung sind detailliert in Tabelle A13 im Anhang dargestellt. Eine detaillierte Kosten- und Leistungsrechnung der Milchviehhaltung findet sich in Tabelle A14 im Anhang.



Vollkosten in der Milchviehhaltung. Hierin sind die Daten von mehr als 1.100 Betrieben aus unterschiedlichen Rinderspezialberatungsringen enthalten (THOMSEN, 2011: 2). Im Vergleich mit dem vierjährigen Mittel dieser Daten liegen die Vollkosten des typischen Milchviehbetriebes etwa 6 % oberhalb der 25 % besten Betriebe, jedoch gleichzeitig 6 % unterhalb des gesamten Durchschnitts. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die aus den Buchführungsergebnissen abgeleiteten Gebäudekosten aufgrund von Eigenleistungen vielfach unterschätzt werden. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden im Rahmen dieser Arbeit jedoch höhere Gebäudekosten nach KTBL-Planungszahlen angesetzt (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Somit ist davon auszugehen, dass der Betrieb trotz der höheren Kosten im Vergleich zu anderen Betriebszweigauswertungen zu den 25 % besten Betrieben zählt.

- Bei dem unterstellten Netto-Milchpreis von 27,2 ct/kg ECM kann der typische Milchviehhalter seine Vollkosten lediglich unter Berücksichtigung der Nebenerlöse decken. Selbst wenn der Düngewert der Gülle berücksichtigt wird<sup>17</sup>, entsteht lediglich ein Unternehmergewinn in Höhe von 0,9 ct/kg ECM bzw. knapp 8.000 €/a. Somit liegt der Unternehmergewinn erheblich unterhalb der in Kapitel 3.1.3 kalkulierten 200 kW-Biogasanlage (60.000 €). Das im Rahmen dieser Arbeit unterstellte Milchpreisniveau von 27,2 ct/kg ECM basiert auf den langfristigen Preisprognosen der vTI-Baseline 2009 (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Dieser Milchpreis entspricht dem Mittelwert der Jahre 2009 und 2010. Er liegt allerdings 9 % unterhalb des durchschnittlichen Preisniveaus für den Zeitraum 2000 bis 2010. In der vTI-Baseline 2011 werden die langfristig erwarteten Milchpreise auf 31,6 ct/kg ECM deutlich nach oben korrigiert (OFFERMANN et al., 2012). Somit wird im Rahmen dieser Arbeit von pessimistischen Milchpreiserwartungen ausgegangen. Dies erklärt, warum selbst unter Berücksichtigung des Düngewertes aus der Gülle ein derart geringer Unternehmergewinn erwirtschaftet wird. Da die Preisannahme jedoch die Preiserwartungen zum Inkrafttreten des EEG 2009 widerspiegeln, sind für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Ex-ante-Analysen die Strukturwirkungen vom EEG 2009 gut geeignet.
- Trotz des geringen Milchpreises können alle Faktoren voll entlohnt werden. Die Entlohnung der eingesetzten Arbeit liegt mit 17,6 €/h zwar oberhalb des Faktoransatzes von 15 €/h. Allerdings ist die Arbeitsentlohnung bei der in Kapitel 3.1.3 analysierten 200 kW-Biogasanlage mehr als dreimal so hoch.
- Die Kapitalverzinsung liegt mit 10 % ebenfalls deutlich oberhalb des Kalkulationszinses von 6 %, jedoch unterhalb der erreichbaren Kapitalverzinsung der Biogaserzeugung (vgl. Kapitel 3.1.3).

---

<sup>17</sup> Dies ist notwendig, um die Vergleichbarkeit zwischen der Biogaserzeugung und der Milchviehhaltung zu gewährleisten. In vielen Betriebszweigauswertungen wird der Düngewert der Gülle jedoch nicht berücksichtigt. Daher sind die im Rahmen dieser Arbeit erzielten Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit und Rentabilität der Milchviehhaltung nicht mit derartigen Betriebszweigauswertungen vergleichbar.

Aufgrund der höheren Entlohnung der eingesetzten Arbeit sowie der höheren Kapitalverzinsung besteht für Milchviehbetriebe somit aus betriebswirtschaftlicher Sicht ein erheblicher Anreiz, eine in Kapitel 3.1.2 beschriebene Biogasanlage in der Größenordnung von 200 kW zu betreiben.

Daher stellt sich die Frage, ob und inwiefern auf dem Milchviehbetrieb eine 200 kW-Biogasanlage integriert werden kann. Diese Frage wird im Rahmen des nächsten Kapitels untersucht.

**Tabelle 3.8:** Produktionsstruktur eines typischen Milchviehbetriebes

Leistungen		
Milchverkauf	ct/kg ECM	30,0
Nebenerlöse	ct/kg ECM	5,9
<b>Summe Leistungen</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>35,9</b>
Direktkosten		
Kraftfutter	ct/kg ECM	5,9
Grundfutter	ct/kg ECM	10,1
Sonstige Direktkosten	ct/kg ECM	5,1
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>21,1</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>14,8</b>
Arbeits erledigungskosten		
Lohnansatz	ct/kg ECM	5,1
Sonstige	ct/kg ECM	3,8
<b>Summe Arbeits erledigungskosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>8,9</b>
Summe Gebäudekosten	ct/kg ECM	4,7
Summe sonstige Kosten	ct/kg ECM	0,3
<b>Summe Kosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>35,0</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>0,9</b>
Faktorentlohnung		
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	17,6
Kapitalverzinsung	%	9,8

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V.; KTBL (2008); LWK NDS (2008).

### 3.2.2 Strategien zur Integration einer Biogasanlage

Zunächst stellt sich die Frage, ob die Erzeugung von Biogas in Konkurrenz zur Milchviehhaltung steht oder ob sich Synergieeffekte zwischen einem typischen Milchviehbetrieb und der Biogaserzeugung ergeben. Zur Beantwortung dieser Frage wird im Folgenden analysiert, durch welche Anpassungsstrategien der Milchviehhalter eine 200 kW-Biogasanlage mit Rohstoffen versorgt werden kann.

Die Tabelle 3.9 zeigt, welche elektrische Leistung mit dem vorhandenen Flächenüberschuss und dem aktuellen Gülleaufkommen installiert werden kann. Mit der anfallenden Gülle können 18 kW-Leistung betrieben werden. Sofern der landwirtschaftliche Unternehmer seine überschüssigen Ackerflächen zum Anbau von Maissilage nutzt, kann er damit weitere 25 kW elektrische Leistung betreiben. Aus dem 2 ha überschüssigen Grünland resultieren lediglich weitere 2 kW elektrische Leistung. Per Saldo ergibt das eine rechnerische Anlage von 45 kW elektrische Leistung. Dies liegt deutlich unterhalb der vorzüglichen Anlagengröße von 200 kW (vgl. Kapitel 3.1.3).

**Tabelle 3.9:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes

	Flächenbedarf Fütterung	Flächen- überschuss	Nettoertrag <sup>1)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	ha	ha	t FM/ha	kWh/t FM	kW
Grünland	50,3	1,7	24,9	362	1,9
Ackerland (Maissilage)	20,9	13,1	39,2	383	24,6
		Plätze	Gülleanfall <sup>2)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>		St.	m <sup>3</sup> /Platz	kWh/t FM	kW
Milchvieh		100	19,3	60	14,5
Jungvieh		95	5,5	60	3,9
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>					<b>44,9</b>

*Annahmen:* 8.000 Vollaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) In der Biogasanlage entfallen die Futterverluste aus der Rinderhaltung.

2) Nur die während der Stallhaltung anfallende Gülle kann in einer Biogasanlage verwertet werden.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

Daher wurden in Expertengesprächen mit den Beratern Anpassungsstrategien entwickelt, mit denen der Betrieb die zu installierende elektrische Leistung erhöhen kann. Im Folgenden wird die Wirksamkeit der unterschiedlichen Strategien vorgestellt. Dabei wird für jede neue Strategie angenommen, dass die zuvor betrachteten Strategien bereits umgesetzt wurden.

### (1) Ganzjährige Stallhaltung und Schnittnutzung der Weideflächen

Wenn der Milchviehhalter seine Tiere ganzjährige im Stall hält und auf dem Grünland ausschließlich Grassilage erzeugt, kann er a) seinen Futterflächenbedarf reduzieren und b) den Gülleanfall erhöhen.

Inwiefern dies die zu installierende elektrische Leistung erhöht, ist in Tabelle 3.10 dargestellt. Durch die ausschließliche Schnittnutzung des Grünlandes steigt der Rohstofftrag vom Grünland um 15 %. Dies führt zu einem Anstieg der zu installierenden Leistung aus Grassilage um 11 kW. Allerdings steigt durch die ganzjährige Stallhaltung auch der Maisbedarf in der Fütterung um 15 % an. In der Folge reduziert sich die zu installierende Leistung von Ackerflächen um 3,5 kW. Der zusätzliche Gülleanfall aus der ganzjährigen Stallhaltung von 430 m<sup>3</sup> hat nur einen marginalen Einfluss und erhöht die zu installierende elektrische Leistung lediglich um 3 kW. Insgesamt erhöht sich die zu installierende elektrische Leistung somit lediglich um 10 kW.

**Tabelle 3.10:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei ganzjähriger Stallhaltung

	Flächenbedarf Fütterung	Flächen- überschuss	Nettoertrag <sup>1)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	ha	ha	t FM/ha	kWh/t FM	kW
Grünland	40,9	11,1	24,9	362	12,5
Ackerland (Maissilage)	22,8	11,2	39,2	383	21,1
		Plätze	Gülleanfall <sup>2)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>		St.	m <sup>3</sup> /Platz	kWh/t FM	kW
Milchvieh		100	20,0	60	15,0
Jungvieh		95	9,3	60	6,6
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>					<b>55,2</b>

*Annahmen:* 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) In der Biogasanlage entfallen die Futterverluste aus der Rinderhaltung.

2) Nur die während der Stallhaltung anfallende Gülle kann in einer Biogasanlage verwertet werden.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

### (2) Intensitätssteigerung auf dem Grünland

Aus Tabelle 3.5 geht hervor, dass der N-Input bei der Grassilage bei 220 kg N/ha liegt. Die Flächen können jedoch noch intensiver genutzt werden. Bei der Biogaserzeugung bietet sich insbesondere eine stärkere organische Düngung an, da der Gärrest aus pflanzlichen Substraten nicht unter die maximale Ausbringungsgrenze von 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdüngern fällt. Insgesamt gehen die regionalen Berater davon aus, dass die Grassilageerträge in Folge einer solchen Intensivierung inklusive einer optimierten Narbenpflege um etwa 20 % gesteigert werden können (BERATUNGSGEMEINSCHAFT WESERMÜNDE,

2010). Diese Schätzung deckt sich mit ersten vorläufigen Versuchsergebnissen der Landwirtschaftskammer zur Intensivierung der Grünlandnutzung (BACKES, 2012).

Eine derartige Ertragssteigerung reduziert den Flächenbedarf für Grassilage in der Rinderfütterung von 41 auf 31 ha. Weiterhin steigt die zu installierende Leistung aufgrund des Ertragszuwachses beim Grünland von 1,13 kW/ha auf 1,46 kW/ha, sodass insgesamt die zu installierende elektrische Leistung auf 73 kW ansteigt (vgl. Tabelle 3.11).

**Tabelle 3.11:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei ganzjähriger Stallhaltung und 20 % Mehrertrag für Grassilage

	Flächenbedarf Fütterung	Flächen- überschuss	Nettoertrag <sup>1)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	ha	ha	t FM/ha	kWh/t FM	kW
Grünland	31,4	20,6	32,4	362	30,1
Ackerland (Maissilage)	22,8	11,2	39,2	383	21,1
		Plätze	Gülleanfall <sup>2)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>		St.	m <sup>3</sup> /Platz	kWh/t FM	kW
Milchvieh		100	20,0	60	15,0
Jungvieh		95	9,3	60	6,6
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>					<b>72,8</b>

Annahmen: 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) In der Biogasanlage entfallen die Futterverluste aus der Rinderhaltung.

2) Nur die während der Stallhaltung anfallende Gülle kann in einer Biogasanlage verwertet werden.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

### (3) Auslagerung der Jungviehhaltung

Die Jungviehaufzucht ist bei vielen Betrieben nicht kostendeckend, sodass aus betriebswirtschaftlicher Sicht die Jungviehaufzucht optimiert werden sollte (THOMSEN, 2010: 53). In diesem Zusammenhang wird oftmals die Auslagerung der Jungviehhaltung in spezialisierte Aufzuchtbetriebe diskutiert (vgl. LÜHRMANN, 2009: 8). Gleichzeitig könnte dabei Futterfläche für die Biogaserzeugung freigesetzt werden. In Tabelle 3.12 ist dargestellt, welche elektrische Leistung bei einer 20 %igen Ertragssteigerung der Grassilageerzeugung, einer ganzjährigen Stallhaltung der Kühe sowie einer Auslagerung der Jungviehaufzucht betrieben werden kann.

Durch die Auslagerung verringert sich der Flächenbedarf um 3 ha Mais und 15 ha Grünland, sodass die zu installierende elektrische Leistung aus pflanzlichen Rohstoffen um 27 kW ansteigt. Aufgrund des geringeren Gülleaufkommens sinkt das Leistungspotenzial aus Gülle jedoch um 6,6 kW. Insgesamt können selbst bei einer Auslagerung der Jungviehaufzucht somit lediglich 94 kW elektrische Leistungen betrieben werden.

**Tabelle 3.12:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei 20 % Mehrertrag für Grassilage, ganzjähriger Stallhaltung und Auslagerung der Jungviehaufzucht

	Flächenbedarf Fütterung	Flächen- überschuss	Nettoertrag <sup>1)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	ha	ha	t FM/ha	kWh/t FM	kW
Grünland	16,5	35,5	32,4	362	52,0
Ackerland (Maissilage)	19,8	14,2	39,2	383	26,7
		Plätze	Gülleanfall <sup>2)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>		St.	m <sup>3</sup> /Platz	kWh/t FM	kW
Milchvieh		100	20,0	60	15
Jungvieh		-	-	60	-
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>					<b>93,6</b>

*Annahmen:* 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) In der Biogasanlage entfallen die Futterverluste aus der Rinderhaltung.

2) Nur die während der Stallhaltung anfallende Gülle kann in einer Biogasanlage verwertet werden.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

#### (4) Abschaffung der Viehhaltung

Mit den zuvor genannten Strategien kann der landwirtschaftliche Unternehmer lediglich die Hälfte des Rohstoffbedarfs für die aus betriebswirtschaftlicher Sicht vorzügliche Anlagengröße von 200 kW decken. Somit muss er entweder weitere Flächen pachten oder Substrate am Markt zukaufen. Sollte dies nicht möglich sein, stellt sich die Frage, welche Biogasanlage der landwirtschaftliche Unternehmer bei Abschaffung der gesamten Tierhaltung betreiben kann. Wie Tabelle 3.13 zeigt, können selbst bei der Abschaffung der gesamten Tierhaltung lediglich 140 kW-Leistung betrieben werden.

**Tabelle 3.13:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Milchviehbetriebes bei 20 % Mehrertrag für Grassilage und Abschaffung der Viehhaltung

	Flächenbedarf Fütterung	Flächen- überschuss	Nettoertrag <sup>1)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	ha	ha	t FM/ha	kWh/t FM	kW
Grünland	-	52,0	32,4	362	76,2
Ackerland (Maissilage)	-	34,0	39,2	383	63,7
		Plätze	Gülleanfall <sup>2)</sup>	Stromertrag	Erzielbare el. Leistung
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>		St.	m <sup>3</sup> /Platz	kWh/t FM	kW
Milchvieh		-	-	60	-
Jungvieh		-	-	60	-
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>					<b>139,9</b>

Annahmen: 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) In der Biogasanlage entfallen die Futterverluste aus der Rinderhaltung.

2) Nur die während der Stallhaltung anfallende Gülle kann in einer Biogasanlage verwertet werden.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

Aus der Analyse möglicher Anpassungsstrategien für einen typischen Milchviehbetrieb ist festzuhalten, dass selbst massive Veränderungen der Betriebsstruktur, wie die Auslagerung der Jungviehaufzucht, nicht ausreichen, um eine 200 kW-Biogasanlage ohne Zukauf von Rohstoffen oder Zupacht von Flächen zu betreiben. Inwiefern dies möglich ist, hängt vor allem von der Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber konkurrierenden Milchviehbetrieben ab und wird im nächsten Kapitel analysiert.

### 3.2.3 Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Milchviehregion

Das vorherige Kapitel hat verdeutlicht, dass ein typischer Milchviehhalter eine betriebswirtschaftlich vorzügliche Biogasanlage mit einer Leistung von 200 kW mit seiner vorhandenen Flächenausstattung nicht parallel zur Milchviehhaltung betreiben kann. Für die Investition in eine derartige Biogasanlage muss er somit entweder die Tierhaltung aufgeben oder zusätzlich Flächen pachten bzw. Substrate zukaufen. Daher ist zu analysieren, wie wettbewerbsfähig dieser Anlagentyp gegenüber der Milchviehhaltung ist.

Aufgrund des hohen Grünlandanteils in der Region sowie des hohen Maisanteils an der Ackerfläche (vgl. Kapitel 3.2.1), kann es jedoch erforderlich sein, Grassilage für die Biogaserzeugung einzusetzen. Daher stellt sich auch die Frage, wie stark die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung durch höhere Anteile von Grassilage beeinflusst werden. Zur Beantwortung der Frage ist zunächst zu klären, welche technischen

Veränderungen bei der Vergärung von Grassilage erforderlich sind und wie sich diese auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung auswirken.

Nach Tabelle 3.9 fallen auf dem typischen Milchviehbetrieb bei ganzjähriger Stallhaltung knapp 2.900 m<sup>3</sup> Rindergülle an. Dieser Gülleanfall wird berücksichtigt, um die Rentabilitätsunterschiede für die gras- und maisbasierte Biogaserzeugung in Milchviehregionen zu analysieren.

Nach ELLSIEPEN (2010: 22) sind bei der zusätzlichen Vergärung von größeren Anteilen Grassilage anstelle von Maissilage in einer 200 kW-Anlage folgende Veränderungen notwendig bzw. zu erwarten:

- Die langen Fasern der Grassilage müssen vor dem Einbringen in den Fermenter stärker aufgelöst werden. Dies erfordert Anpassungen bei der Einbringtechnik und führt zu Mehrinvestitionen in Höhe von ca. 10.000 €.
- Weiterhin neigen die Fasern der Grassilage zur Vernetzung und Bildung von Schwimmschichten. Daher muss neben dem Fermenter auch das Gärrestlager regelmäßig gerührt werden. Aufgrund der höheren Viskosität des Gärsubstrates im Vergleich zur Maissilage sollten langsam laufende Paddelrührwerke eingesetzt werden, was einen Anstieg des Investitionsvolumens um ca. 20.000 € nach sich zieht.
- Aufgrund des geringeren Energiegehalts der Grassilage steigt der Raumbedarf des Silolagers, des Fermenters sowie des Gärrestlagers geringfügig.
- Weiterhin erhöht sich aufgrund der höheren Viskosität des Substrates der Eigenstrombedarf bei der Vergärung von Grassilage auf 10 % der verkauften Strommenge. Im Vergleich zu der in Kapitel 3.1.2 vorgestellten Anlage zur Vergärung von Maissilage bedeutet dies einen Anstieg um zwei Prozentpunkte.
- Bei der Vergärung von Grassilage sind Sand- und Steineinträge höher als bei Maissilage, was zu einem höheren Verschleiß führt. Daher werden die Wartungskosten für die Einbringtechnik und den Fermenter von 2 bzw. 1,5 % um 1,5 Prozentpunkte des Investitionsvolumens erhöht.

In Tabelle 3.14 sind die Unterschiede zwischen den Investitionen sowie den Anlagen- und Betriebskosten für die Vergärung bei Mais- oder Grassilage für eine 200 kW-Biogasanlage mit rund 2.900 m<sup>3</sup> Rindergülle dargestellt. Die spezifischen Investitionen erhöhen sich um 400 €/kW bzw. um 8 %. Die spezifischen Anlagen- und Betriebskosten sind bei Grassilage 3,4 €/t höher als bei Maissilage.



**Tabelle 3.14:** Unterschied der Investitionen und Betriebskosten zwischen gras- und maisbasierten Biogasanlagen (200 kW)

		Maissilage	Grassilage	Differenz
<b>Unterschiede Investitionen</b>				
Silolagererraum	m <sup>3</sup>	6.220	6.890	670
	€	203.000	212.000	9.000
Feststoffeintrag	m <sup>3</sup>	15	15	
	€	40.000	50.000	10.000
Fermentervolumen	m <sup>3</sup>	1.700	1.800	100
	€	171.000	179.000	8.000
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	2.800	2.920	120
	€	183.000	214.000	31.000
Verstärkte Schnecken	€	-	9.000	9.000
Planungszuschlag	€	92.200	97.800	5.600
Spezifische Investitionen	€/kW	5.100	5.400	300
<b>Unterschiede Anlagen- und Betriebskosten</b>				
Silagebedarf	t FM/a	3.786	4.825	-
Stromverbrauch	kWh/a	126.720	158.400	31.680
	kWh/t	33,5	32,8	-0,6
Stromkosten	€/a	20.000	25.000	5.000
Kapitalkosten	€/a	107.000	114.000	7.000
Wartung (ohne BHKW)	€/a	9.023	13.573	4.549
Versicherung	€/a	5.100	5.400	300
Personalkosten	€/a	20.036	20.561	526
<b>Summe Differenz</b>	<b>€/a</b>			<b>17.375</b>
	<b>€/t Grassilage</b>			<b>3,60</b>

Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

Weiterhin haben die Kostenunterschiede bei der Produktion bzw. Beschaffung von Mais- oder Grassilage einen Einfluss auf die Rentabilität der Biogasanlage. Wie die Ergebnisse des vorherigen Kapitels verdeutlicht haben, reicht die Flächenausstattung des typischen Betriebes nicht aus, um die erforderlichen Substrate bereitzustellen. Aus Karte 3.4 geht hervor, dass auf der Geest im Landkreis Cuxhaven noch auf etwa 22 % der Ackerfläche Getreide angebaut wird. Somit kann zunächst davon ausgegangen werden, dass Biogasanlagenbetreiber die erforderlichen Substrate von diesen Flächen zukaufen. Hinsichtlich der Rohstoffkosten bedeutet dies, dass sich die Nutzungskosten der Fläche zunächst aus den entgangenen direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) des Getreideanbaus ergeben. In Tabelle 3.15 sind die Gleichgewichtspreise für Silomais und Grassilage für die Ertragsverhältnisse des typischen Milchviehbetriebes dargestellt.

**Tabelle 3.15:** Bereitstellungskosten für Substrate frei Feld bzw. Schwad in der Milchviehregion (netto)

		Roggen	Mais	Grassilage
Ertrag	t FM/ha	6,0	45,0	36,0
Preis	€/t	139	23	30
Strohertrag	t/ha	3,5	-	-
Strohpreis	€/t	70	-	-
Leistung	€/ha	1.079	1.039	1.068
Saatgut	€/ha	81	164	30
Pflanzenschutz	€/ha	142	51	10
Organische Düngung	m <sup>3</sup> /ha	18 m <sup>3</sup> GR	29 m <sup>3</sup> GR	23 m <sup>3</sup> GR
N	kg/ha	62	104	137
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	34	72	99
K <sub>2</sub> O	kg/ha	133	206	304
Nährstoffwert	€/ha	190	325	456
Ausbringungskosten	€/ha	-50	-81	-64
<b>Kosten organische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>140</b>	<b>244</b>	<b>392</b>
Mineralische Düngung				
N	kg/ha	70	100	150
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	20	20	20
K <sub>2</sub> O	kg/ha	0	0	40
Nährstoffwert	€/ha	92	120	194
Ausbringungskosten	€/ha	7	7	7
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>98</b>	<b>127</b>	<b>201</b>
Ernte und Transport	€/ha	146	-	-
Sonst. Arbeiterledigungskosten	€/ha	305	286	322
<b>Summe DAK</b>	<b>€/ha</b>	<b>912</b>	<b>872</b>	<b>955</b>
DAfL = Nutzungskosten der Fläche	€/ha	167	167	113 <sup>1)</sup>

1) Grundrente aus der Milchviehhaltung.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2011b); o.V. (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

Für das Preisszenario wurde lediglich der Weizenpreis aus der vTI-Baseline übernommen (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Daher wird auf Basis des langfristigen Preiszusammenhangs zwischen Roggen und Weizen (vgl. Abbildung A1 im Anhang) zunächst der Roggenpreis ermittelt. Bei einem Weizenpreis von 150 €/t ergibt sich danach ein Roggenpreis von 139 €/t.

Für Roggen ist eine organische Düngung von 18 m<sup>3</sup> Rindergülle unterstellt. Weiterhin werden 70 kg N und 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineralisch gedüngt. Für das unterstellte Getreidepreinsniveau betragen die Nutzungskosten für Ackerflächen aus dem Roggenanbau 167 €/ha.

Die Düngung für Silomais und Grünland erfolgt überwiegend aus den Gärresten der Biogaserzeugung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich unterschiedliche Nährstoffgehalte

und damit Nährstoffwerte ergeben, je nachdem, ob Gras- oder Maissilage in Kombination mit Gülle vergoren wird.<sup>18</sup>

Zu Mais werden 30 m<sup>3</sup> Gärrest ausgebracht.<sup>19</sup> Es erfolgt lediglich eine mineralische Unterfußdüngung von 100 kg 20/20 Dünger, sowie eine mineralische Ergänzungsdüngung von 80 kg N/ha. Für das genannte Preisszenario ergibt sich ein Gleichgewichtspreis von 23,1 €/t Silomais frei Halm, bzw. 29,7 €/t frei Platte.

Im Gegensatz zu Silomais, bei dem sich die Nutzungskosten der Fläche mit steigendem Getreidepreis erhöhen, können die Nutzungskosten der Fläche bei Grassilage nicht aus dem Getreidepreis abgeleitet werden. Stattdessen wird die vom typischen Milchviehbetrieb erwirtschaftete Grundrente in Höhe von 113 €/ha Grünland als Nutzungskosten berücksichtigt.<sup>20</sup> Für die Berechnung der Bereitstellungskosten wurde eine Ertragssteigerung von 20 % gegenüber dem typischen Milchviehbetrieb berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.2.2). Zwar wird die Düngung mit 29 m<sup>3</sup> ebenfalls zum Großteil durch Gärrest gedeckt. Da sich der Gärrest jedoch aus Rindergülle und Gärresten aus Grassilage zusammensetzt, ist die Nährstoffkonzentration geringer, als bei einem Gärrest nur aus Grassilage. Daher ist eine mineralische Ergänzungsdüngung von 150 kg N und 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 40 kg K<sub>2</sub>O erforderlich. Die Kosten für Grassilage frei Schwad betragen 29,7 €/t FM. Die Erntekosten erhöhen die Kosten der Grassilage frei Platte jedoch auf 38,1 €/t.

Aufgrund der geringeren Kosten frei Anlage ist zunächst anzunehmen, dass Biogasanlagenbetreiber vornehmlich Maissilage<sup>21</sup> einsetzen. Sollten sich bei einer zunehmenden Ausdehnung der Biogaserzeugung die verfügbaren Ackerflächen jedoch verknappen, konkurriert die Biogaserzeugung direkt mit der Milchviehhaltung um die knappen Ackerflächen. In einer solchen Situation können die Nutzungskosten für Ackerflächen nicht mehr aus dem Getreideanbau abgeleitet werden. Stattdessen ist die entgangene Grundrente aus der Milchviehhaltung als Nutzungskosten zu berücksichtigen. Auf diese Weise steigen, wie im weiteren Verlauf noch zu zeigen sein wird, die Bereitstellungskosten für Maissilage deutlich an. Daher stellt sich die Frage, ob in einer solchen Situation die Vergärung von Grassilage wettbewerbsfähig wird.

---

<sup>18</sup> Grassilage enthält 7,7 kg N; 3,3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 10,2 kg K<sub>2</sub>O. Maissilage hingegen nur 4,4 kg N; 1,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 5,3 kg K<sub>2</sub>O (LWK NDS, 2009b).

<sup>19</sup> Für die organische Düngung wird davon ausgegangen, dass die gleiche Stickstoffmenge, die der Milchviehbetrieb über die Gülle der Biogasanlage zur Verfügung stellt, über den Gärrest zurückgeliefert wird. Der restliche Gärrest wird auf den Grünlandflächen verteilt.

<sup>20</sup> Die Berechnung der Grundrente für die Milchviehhaltung findet sich in Tabelle 3.18.

<sup>21</sup> In Tabelle A7 im Anhang sind die Methanbereitstellungskosten aus unterschiedlichen Rohstoffen auf Basis von Versuchsergebnissen der LWK Niedersachsen an einem vergleichbaren Standort dargestellt. Es wird deutlich, dass Maissilage das mit Abstand kostengünstigste Substrat darstellt.

Mais- und Grassilage unterscheiden sich jedoch nicht nur hinsichtlich ihrer Produktionskosten frei Feld. Auch in der Biogasanlage ergeben sich unterschiedliche Produktivitäten und Kosten für die Substrate. Daher ist in Abbildung 3.11 dargestellt, wie sich die Kosten je m<sup>3</sup> Methan aus Gras- und Maissilage in Abhängigkeit vom Roggenpreis verändern.

Hierbei wird langfristig von einem Zusammenhang zwischen dem Getreide- und Milchpreis ausgegangen. Die Annahme liegt darin begründet, dass höhere Getreidepreise steigende Futterkosten in der Milchviehhaltung nach sich ziehen. Bei unveränderter Nachfrage werden Grenzanbieter nur weiter produzieren, wenn die Milchpreise langfristig ebenfalls steigen. Bei steigenden Milchpreisen erhöhen sich wiederum die Nutzungskosten der Flächen. Dieser Effekt wird anhand des historischen Preiszusammenhangs zwischen Roggen und Milch (vgl. Abbildung A2 im Anhang) berücksichtigt. Über den historischen Preiszusammenhang wird der Milchpreis in Abhängigkeit vom Roggenpreis bestimmt. Die aus dem Milchpreis resultierenden Grundrenten des typischen Milchviehbetriebes für Acker- bzw. Grünland bilden wiederum die Nutzungskosten der Fläche für die Biogaserzeugung.

Neben den Produktionskosten frei Fläche werden weiterhin folgende Unterschiede zwischen Mais- und Grassilage in der Biogasanlage berücksichtigt:

- Der Gasertrag aus Maissilage ist 8 % höher als der aus Grassilage (vgl. Tabelle 2.4).
- Aufgrund unterschiedlicher Nährstoffkonzentrationen hat Grassilage einen 5,6 €/t FM höheren Gärrestwert als Maissilage.
- Bei der Vergärung von Grassilage steigen die spezifischen Anlagen- und Betriebskosten um 3,4 €/t FM Grassilage (vgl. Tabelle 3.14).

Aus Abbildung 3.11 wird deutlich, dass Methan aus Maissilage deutlich günstiger ist als aus Grassilage. Dies gilt jedoch nur, solange die Nutzungskosten aus dem Getreideanbau abgeleitet werden. Wenn sich Ackerflächen verknappen und die Biogaserzeugung mit der Milchviehhaltung um Ackerflächen konkurriert, steigen die Methankosten aus Maissilage aufgrund höherer Nutzungskosten stark an. In einem solchen Szenario ist Methan aus Maissilage nur noch geringfügig günstiger als Methan aus Grassilage.

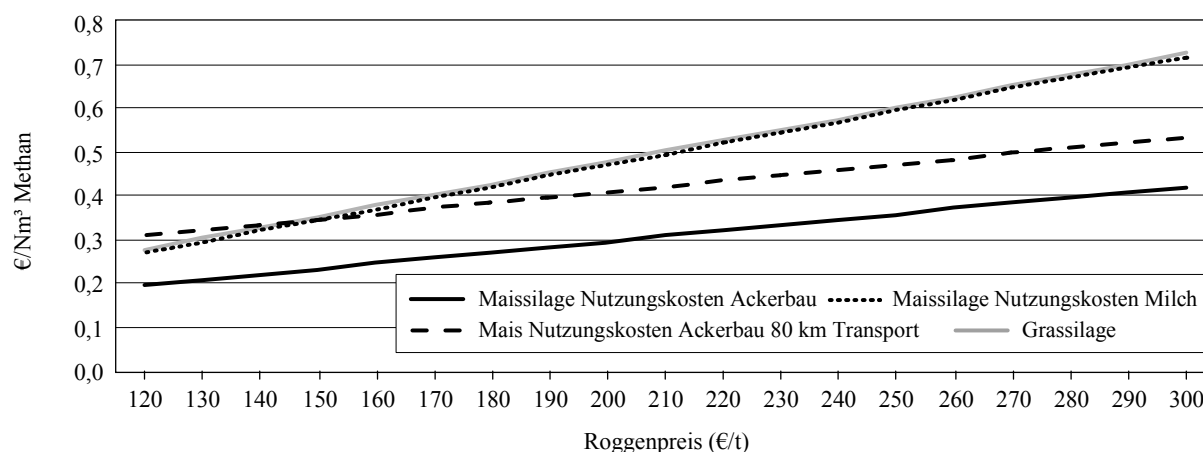
Um dennoch günstige Substrate für die Biogaserzeugung zur Verfügung zu haben, könnten Biogasanlagenbetreiber Mais aus Regionen mit überschüssigen Ackerflächen importieren. Bei einem Maisimport über eine Entfernung von 80 km steigen die Kosten je Tonne Maissilage frei Anlage um etwa 13 €/t FM.<sup>22</sup> Bis zu dieser Entfernung ist Methan aus

---

<sup>22</sup> Annahmen: 25 t Zuladung, 35 km/h Transportgeschwindigkeit; 70 €/h Lkw-Kosten. Der mit dem Import von Maissilage verbundene Nährstoffimport wurde nicht gesondert als Kostenbelastung berücksichtigt.

importierter Maissilage günstiger als aus regional erzeugter Mais- oder Grassilage, bei der Nutzungskosten aus der Milchviehhaltung zu berücksichtigen sind.

**Abbildung 3.11:** Gleichgewichtspreis zwischen Gras- und Maissilage



Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

Um zu aufzuzeigen, wie sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in Milchviehregionen verändert, wenn a) anstatt Maissilage Grassilage vergoren wird und b) sich die Nutzungskosten der Flächen verändern, werden mehrere 200 kW-Anlagen miteinander verglichen (Tabelle 3.16):

- Zunächst wird eine Standardanlage kalkuliert, die lediglich Maissilage verarbeiten kann (200 kW\_S\_MS). Diese Anlage entspricht einer realisierbaren Anlage in der Ausgangssituation, in der lediglich die Nutzungskosten der Fläche aus dem Ackerbau in Höhe von 167 €/ha zu berücksichtigen sind (vgl. Tabelle 3.15).
- Wenn aufgrund hoher Wachstumsraten in der Biogaserzeugung eine Verknappung von Ackerflächen absehbar ist, ist anzunehmen, dass Anlagen gebaut werden, die in der Lage sind, hohe Grasanteile zu vergären. Aufgrund der geringeren Kosten von Methan aus Maissilage besteht jedoch ein Anreiz, zunächst möglichst viel Maissilage einzusetzen. Daher wird eine Anlage kalkuliert, die auf die Vergärung hoher Grasanteile ausgelegt ist, in der jedoch lediglich Maissilage vergärt wird (200 kW\_GA\_MS).
- Anschließend wird kalkuliert, wie sich die Wirtschaftlichkeit der zuvor genannten Anlage verändert, wenn sie lediglich auf Basis von Grassilage betrieben wird (200 kW\_GA\_GS).
- In einer weiteren Kalkulation werden für die Anlagen zur Vergärung von Maissilage (200 kW\_S\_MS und 200 kW\_GA\_MS) Nutzungskosten aus der Milchviehhaltung in Höhe von 113 €/ha Grünland bzw. 611 €/ha Ackerland (vgl. Tabelle 3.18) berücksichtigt. Auf diese Weise soll aufgezeigt werden, wie sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung verändert, wenn sich Ackerflächen regional verknappen und neu errichtete Biogasanlagen aktive Milchviehhalter von der Fläche verdrängen müssen.

Aus den Wirtschaftlichkeitsberechnungen (vgl. Tabelle 3.16) lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

- Solange überschüssige Ackerflächen vorhanden sind, ist die Biogaserzeugung in der Milchviehregion hoch rentabel. Die Vergärung von Maissilage in einer 200 kW-Anlage erwirtschaftet einen Unternehmensgewinn von 68.000 € und eine Rendite von 17 %. Die Arbeitsentlohnung liegt in einer solchen Anlage über 65 €/h. Somit besteht in der Milchviehregion zunächst ein erheblicher wirtschaftlicher Anreiz, in die Biogaserzeugung zu investieren.
- Wenn sich aufgrund starker Wachstumsraten in der Biogaserzeugung und/oder der Milchviehhaltung jedoch das Ackerflächenangebot verknappt, sind für Ackerflächen die Nutzungskosten aus der Milchviehhaltung zu berücksichtigen. In der Folge sinken die Unternehmensgewinne in der Standardanlage auf 24.000 € (-65 %) und die Entlohnung der eingesetzten Arbeit auf 34 €/h (-50 %). In einem solchen Szenario werden nur noch 8 % Rendite erzielt.
- Um die Substratversorgung abzusichern, ist für diesen Fall anzunehmen, dass Biogasanlagenbetreiber ihre Anlagen technisch an die Vergärung hoher Grasanteile anpassen. Solange in diesen Anlage weiter Mais von vorherigen Getreideflächen eingesetzt werden kann, wirkt sich eine solche Anpassung nur geringfügig auf die Wirtschaftlichkeit aus. Es werden immer noch Unternehmensgewinne von 60.000 € und Renditen von 15 % erwirtschaftet.
- Steigen jedoch die Nutzungskosten für Ackerflächen, wird in Anlagen, die technisch in der Lage sind, hohe Grasanteile zu vergären, unabhängig des Rohstoffeinsatzes etwa die gleiche Wirtschaftlichkeit erzielt. Der Unternehmensgewinn beträgt bei der Vergärung von Grassilage 19.000 € und bei der Vergärung von Maissilage 17.000 €. Auch die Rendite und Entlohnung der eingesetzten Arbeit sind in etwa gleich hoch und halbieren sich im Vergleich zur Ausgangssituation auf 7 % bzw. etwa 30 €/h.

Im Vergleich zur Milchviehhaltung (vgl. Tabelle 3.8) ist somit festzuhalten, dass mit der Biogaserzeugung zunächst deutlich höhere Unternehmensgewinne, Renditen und Arbeitsentlohnungen erwirtschaftet werden. Wenn sich bei anhaltend hohen Wachstumsraten der Biogaserzeugung und/oder der Milchviehhaltung regional jedoch Ackerflächen verknappen, müssen Betreiber neu errichteter Biogasanlagen aktive Milchviehhalter von der Fläche verdrängen. Als Flächenkosten sind dann die Nutzungskosten der Milchviehhaltung zu berücksichtigen. Die Rendite liegt mit 7 % nur noch geringfügig oberhalb des Kalkulationszinses. Die Arbeitsentlohnung ist in der Biogaserzeugung jedoch noch mehr als 12 €/h höher als in der Milchviehhaltung. Innerbetrieblich ist jedoch zu berücksichtigen, dass landwirtschaftliche Unternehmer, die vom Betriebszweig „Milchvieh“ auf den Betriebszweig „Biogas“ umstellen, in erheblichem Umfang Arbeitszeit freisetzen. Können sie die Arbeitszeit außerhalb der Landwirtschaft verwerten, kann die Biogaserzeugung trotz einer schlechteren Flächenverwertung die deutlich attraktivere Investition sein.

- Insgesamt ist somit anzunehmen, dass die Biogaserzeugung in der Milchviehregion zunächst vornehmlich auf Basis von Maissilage erfolgen wird. Aufgrund der geringen Roggenerträge sind die Nutzungskosten für Ackerflächen und damit die Kosten für Maissilage vergleichsweise gering.

**Tabelle 3.16:** Wirtschaftlichkeit von 200 kW-Anlagen zur Gras- und Maisvergärung in der Milchviehregion

		Nutzungskosten Ackerbau		Nutzungskosten Milchvieh		
Anlagentyp		Standardanlage	Grasanlage	Standardanlage	Grasanlage	Grasanlage
Substrate		100 % Maissilage	100 % Maissilage	100 % Maissilage	100 % Maissilage	100 % Grassilage
Bezeichnung		200 kW_S_MS	200 kW_GA_MS	200 kW_S_MS	200 kW_GA_MS	200 kW_GA_GS
Leistung		200	200	200	200	200
Gülleanteil	%	43	43	43	43	42
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	1.736	1.766	1.736	1.766	1.824
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	2.799	2.799	2.799	2.799	2.923
Silolager	m <sup>3</sup>	6.216	6.216	6.216	6.216	6.893
Investitionsvolumen	€/kW	5.100	5.300	5.100	5.300	5.400
Verkaufte Strommenge	MWh/a	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450	450
NawaRo-Bedarf	t FM/a	4.351	4.351	4.351	4.351	4.825
Flächenbedarf	ha	97	97	97	97	134
Transportentfernung Silomais	km	3	-	3	-	3
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	2.884	2.884	2.884	2.884	2.884
Erforderl. Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	97	97	97	97	97
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-	-	-	-
Transportentfernung Gülle	km	-	-	-	-	-
<b>Kosten</b>						
Abschreibungen	€/a	90.000	94.000	90.000	94.000	96.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	17.000	18.000	17.000	18.000	18.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	38.000	40.000	38.000	39.000	43.000
Kosten NawaRo	€/a	101.000	101.000	144.000	144.000	143.000
Ernte- und Transportkosten NawaRo	€/a	28.000	28.000	28.000	28.000	43.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	-	-	-
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	7.000	8.000	7.000	8.000	9.000
Sonstige Direktkosten	€/a	4.000	4.000	5.000	5.000	6.000
Lohnkosten	€/a	20.000	20.000	20.000	20.000	21.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	25.000	25.000	25.000	25.000	30.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>330.000</b>	<b>338.000</b>	<b>374.000</b>	<b>381.000</b>	<b>409.000</b>
<b>Erlöse</b>						
Strompreis	€/kWh	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Stromerlös	€/a	356.000	356.000	356.000	356.000	356.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	31.000	31.000	31.000	31.000	61.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>398.000</b>	<b>398.000</b>	<b>398.000</b>	<b>398.000</b>	<b>428.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>68.000</b>	<b>60.000</b>	<b>24.000</b>	<b>17.000</b>	<b>19.000</b>
Kapitalrentabilität	%	17	15	8	7	7
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	67	61	34	28	30

Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

### Wettbewerbsfähigkeit der Biogasproduktion gegenüber der Milchviehhaltung am Flächenmarkt

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in Milchviehregionen untersucht wurde, wird nachfolgend die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Milchviehhaltung am Flächenmarkt analysiert. Sie ist von besonderer Bedeutung, da der Produktionsfaktor „Fläche“ im Gegensatz zu Arbeit und Kapital regional nicht vermehrt werden kann. Die Wettbewerbsfähigkeit um die Fläche wird anhand der erzielbaren Grundrente bestimmt (vgl. Kapitel 2.3.2.1). In Tabelle 3.17 ist zunächst die Grundrente der Biogaserzeugung für die zuvor kalkulierten Anlagentypen dargestellt; den Berechnungen liegen folgende Überlegungen zu Grunde:

- Die maximale Zahlungsbereitschaft von 39 bzw. 37 €/t Maissilage frei Halm und 34 €/t für Grassilage frei Schwad ergibt sich aus dem Unternehmergewinn zuzüglich der Rohstoffkosten.
- Das Produkt aus maximaler Zahlungsbereitschaft und Flächenertrag abzüglich der Direkt- und Arbeitserledigungskosten ergibt die Grundrente. Sie beträgt 880 €/ha auf Ackerflächen, wenn Maissilage in reinen Maisanlagen vergoren wird. Wird die Maissilage hingegen in einer Anlage vergoren, die ebenfalls hohe Grasanteile verarbeiten kann, sinkt die Grundrente auf 790 €/ha. Auf Grünland wird mit der Biogaserzeugung lediglich eine Grundrente von 255 €/ha erwirtschaftet.

**Tabelle 3.17:** Berechnung Grundrente (netto) der Biogaserzeugung in der Milchviehregion

Anlagentyp		Standardanlage	Grasanlage	Grasanlage
Substrate		100 % Maissilage	100 % Maissilage	100 % Grassilage
Bezeichnung		200 kW_S_MS	200 kW_GA_MS	200 kW_GA_GS
Unternehmergewinn	€/a	68.000	60.000	19.000
+ Maximale ZB NawaRo <sup>1)</sup>	€/a	101.000	101.000	143.000
= Maximale ZB frei Halm	€/a	169.000	161.000	162.000
·/- NawaRo-Bedarf	t/a	4.351	4.351	4.825
= Maximale ZB NawaRo <sup>1)</sup>	€/t FM	39	37	34
x Ertrag	t FM/ha	45	45	36
= Maximale ZB NawaRo <sup>1)</sup>	€/ha	1.748	1.665	1.209
- Direkt- und Arbeitserledigungskosten <sup>1)</sup>	€/ha	872	872	955
= <b>Grundrente</b>	<b>€/ha</b>	<b>876</b>	<b>793</b>	<b>254</b>

1) Frei Halm bzw. Schwad.

Quelle: Eigene Berechnung.

Da der Milchviehbetrieb – im Gegensatz zu dem Betriebszweig Biogas – die Umsatzsteuer pauschaliert, sind für die Grundrente Brutto-Erlöse und -Kosten maßgeblich. Die Berechnung der Grundrente aus der Milchproduktion ist in Tabelle 3.18 dargestellt:



- Zunächst wird aus dem Unternehmergewinn zuzüglich der Grundfutterkosten die maximale Zahlungsbereitschaft für das Grundfutter je kg erzeugter Milch bestimmt. Bei dem unterstellten Preisszenario beträgt sie 11 ct/kg ECM.
- Um die Zahlungsbereitschaft je MJ NEL zu erhalten, wird dieser Wert durch den Grundfutterbedarf je kg ECM geteilt.
- Durch Multiplikation mit dem Nettoenergieertrag wird die maximale Zahlungsbereitschaft auf die Fläche umgelegt.
- Nach Abzug der Direkt- und Arbeitserledigungskosten ergibt sich bei dem unterstellten Preisszenario eine Grundrente von 611 €/ha AF. Die Grundrente aus Grünland setzt sich aus dem jeweiligen Anteil Weide und Grassilage zusammen. Das Grünland des typischen Milchviehbetriebes wird zu 63 % als Grassilage und 37 % als Weide genutzt (vgl. Tabelle 3.5). Daraus ergibt sich eine Grundrente auf Grünland von 113 €/ha.

**Tabelle 3.18:** Berechnung Grundrente der Milchviehhaltung (brutto)

		Maissilage	Grassilage	Weide
Unternehmergewinn	ct/kg ECM	0,89	0,89	0,89
+ Grundfutterkosten	ct/kg ECM	10,11	10,11	10,11
= Maximale ZB Grundfutter	ct/kg ECM	11,00	11,00	11,00
/ Energiebedarf Grundfutter	MJ NEL/kg ECM	4,57	4,57	4,57
= Maximale ZB Grundfutter	ct/MJ NEL	2,41	2,41	2,41
x Netto-Energieertrag	GJ NEL/ha	82,05	50,40	32,73
= Maximale ZB Grundfutter (frei Platte)	€/t FM	1.976	1.214	788
- Direkt-und Arbeitserledigungskosten	€/ha	1.365	1.176	544
= <b>Grundrente</b>	<b>€/ha</b>	<b>611</b>	<b>38</b>	<b>244</b>

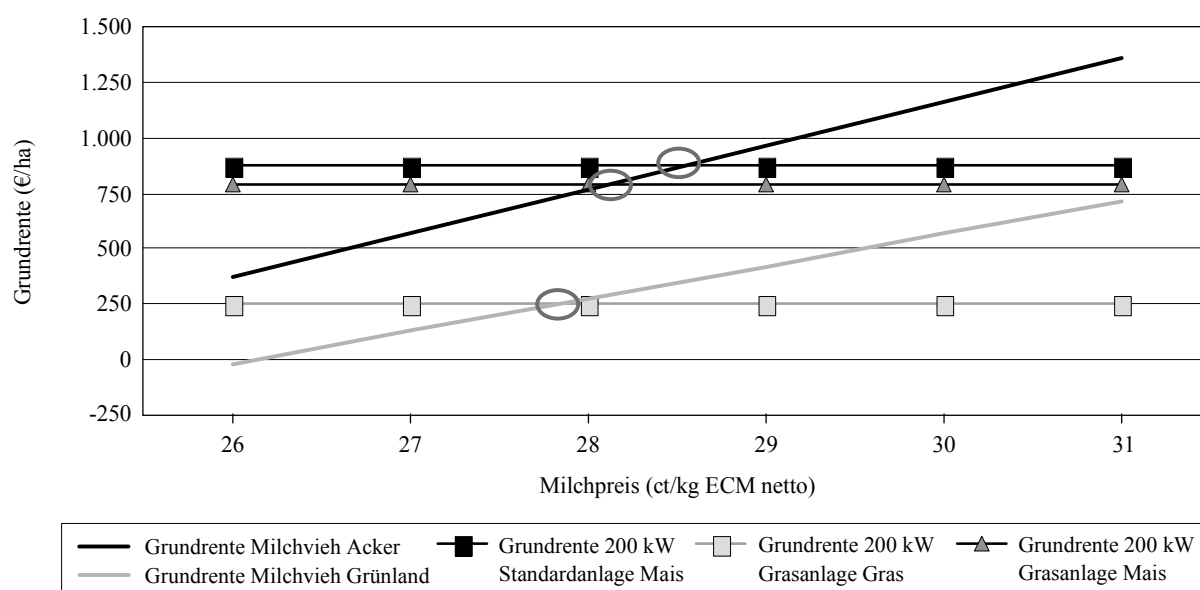
Quelle: Eigene Berechnung.

Anders als bei der Biogaserzeugung steigt die Grundrente in der Milchviehhaltung bei einem höheren Agrarpreisniveau. Daher ist in Abbildung 3.12 der Gleichgewichtspreis für Milch im Vergleich zur Biogaserzeugung für unterschiedliche Futtergrundlagen dargestellt. Er gibt an, bei welchem Netto-Milchpreis in der Milchviehhaltung die gleiche Grundrente wie in der Biogaserzeugung erwirtschaftet wird. Aus der Abbildung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Zunächst werden Biogasanlagenbetreiber versuchen, eine möglichst hohe Grundrente zu erwirtschaften, indem sie Maissilage in reinen Maisanlagen vergären. Damit die Milchviehhaltung die gleiche Grundrente erwirtschaftet, muss der Netto-Milchpreis 28,5 ct/kg ECM betragen. Unterhalb dieses Milchpreises ist die Milchviehhaltung am Markt für Ackerflächen nicht wettbewerbsfähig.

- Wenn sich infolge einer zunehmenden Verknappung von Maissilage der Maispreis vom Getreidepreis abkoppelt, werden Biogasanlagenbetreiber zur Sicherung der Rohstoffversorgung ihre Anlagen für die Vergärung hoher Grasanteile anpassen. In derartigen Anlagen sinkt die auf Ackerflächen erzielbare Grundrente auf 790 €/ha. Infolgedessen sinkt der Gleichgewichtspreis auf 28,1 ct/kg ECM.
- Auf Grünlandflächen ist die Milchviehhaltung im Vergleich zu Biogas bei etwa den gleichen Milchpreisen (27,9 ct/kg ECM) wettbewerbsfähig.

**Abbildung 3.12:** Gleichgewichtspreise für gleiche Grundrenten von Milch und Biogas



Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

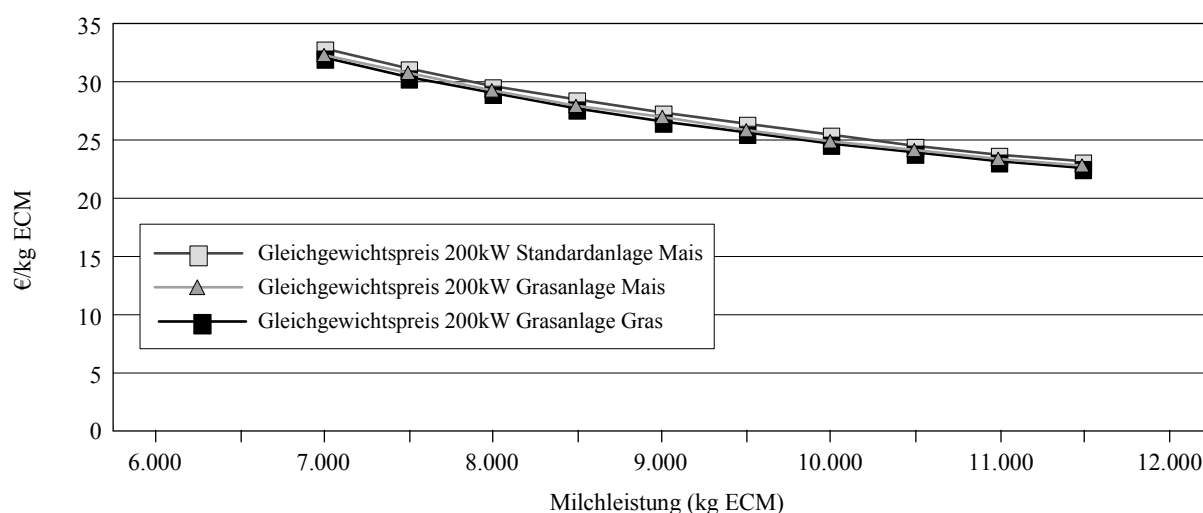
### Sensitivitätsanalysen zur Wettbewerbsfähigkeit am Flächenmarkt

Mit dem typischen Milchviehbetrieb wird der Großteil der regionalen norddeutschen Milcherzeugung abgebildet (vgl. Kapitel 3.2.1). Da nach der vTI-Baseline 2009 der Milchpreis jedoch langfristig unter 28 ct/kg ECM liegt, stellt sich die Frage, ob Milchviehbetriebe bei diesen Preisen überhaupt wettbewerbsfähig am Flächenmarkt sein können. Um diese Frage zu beantworten, werden nachfolgend wesentliche Parameter in Form von Sensitivitätsanalysen variiert.

In der Milchviehhaltung bestehen – wie überall in der Landwirtschaft – deutliche Leistungsunterschiede zwischen den Betrieben. Nach der Vollkostenanalyse der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein erreichen etwa 9 % der dortigen Betriebe eine Milchleistung von über 10.000 kg ECM (LWK SH 2009). Um zu zeigen, wie stark die Milchleistung die Wettbewerbsfähigkeit der Milchviehhaltung beeinflusst, wird zunächst eine Sensitivitätsanalyse für die Milchleistung durchgeführt. In Abbildung 3.13 ist dargestellt, wie sich c. p. mit steigender Milchleistung der Gleichgewichtspreis für Acker- und

Grünlandflächen verändert. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass durch einen Leistungsanstieg von 8.000 auf 10.000 kg der Gleichgewichtspreis um 4,3 ct/kg ECM sinkt. Somit können Spitzenbetriebe mit überdurchschnittlich hoher Milchleistung auch bei Milchpreisen unter 26 ct/kg ECM höhere Grundrenten erwirtschaften als die Biogaserzeugung. Allerdings dürfen selbst bei einer solchen Leistung die Milchpreise nicht unter 25 ct/kg ECM fallen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Sensitivitätsanalyse mit einem somit unveränderten Preis- und Mengengerüst durchgeführt wurde. In der landwirtschaftlichen Praxis dürfte eine derartige Leistungssteigerung jedoch unter anderem eine veränderte Futterzusammensetzung erfordern und somit insgesamt zu geänderten Kosten führen.

**Abbildung 3.13:** Gleichgewichtspreis für gleiche Grundrenten von Milch und Biogas bei steigender Milchleistung



Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

Für die kurzfristige Produktionsentscheidung sind nicht die Vollkosten, sondern die variablen Kosten ausschlaggebend. Da ein erheblicher Teil der Vollkosten der Milchproduktion aus Opportunitätskosten der eingesetzten Familienarbeit resultiert, ist die Nicht-Deckung von Vollkosten in der Landwirtschaft zumindest vorübergehend kein Anlass, den betreffenden Betriebszweig aufzugeben. Vielmehr sind landwirtschaftliche Unternehmer in der Vergangenheit zumindest kurz- bis mittelfristig bereit gewesen, zu einem Lohnsatz zu arbeiten, der unter den (vermuteten) Opportunitätskosten liegt. Bei dem Milchpreis von 27 ct/kg ECM muss die Entlohnung der eingesetzten Arbeit jedoch auf 10,5 €/h reduziert werden, damit die Milchviehhaltung auf Ackerflächen die gleiche Grundrente erwirtschaftet wie die Biogaserzeugung. Dies entspricht einer Verringerung der Arbeitsentlohnung von etwa 30 %. Vorübergehend werden Milchviehhalter ein geringeres Einkommen in Kauf nehmen, um am Pachtmarkt wettbewerbsfähig zu sein. Voraussetzung hierfür ist, dass das Betriebseinkommen hoch genug ist, um davon die Lebenshal-

tungskosten zu decken. Bei derartigen Unterschieden in der Arbeitsentlohnung ist jedoch spätestens zum Zeitpunkt der Hofnachfolge davon auszugehen, dass Landwirte aus der Milchviehhaltung aussteigen. In der Praxis dürfte das wiederum zur Folge haben, dass die Verdrängung der Milchproduktion ein schleichender Prozess sein wird, wenn das EEG 2009 unverändert weiter besteht.

Weiterhin müssen bei auslaufenden Milchviehbetrieben Abschreibungen für die Gebäude nicht berücksichtigt werden. In diesem Fall müssen die Kapitalkosten der Gebäude nicht erwirtschaftet werden. Dies reduziert die Produktionskosten für Milch um 4,7 ct/kg ECM. In der Folge verringert sich der Gleichgewichtspreis für auslaufende Milchviehbetriebe auf 24 bis 25 ct/kg ECM (vgl. Abbildung A3 im Anhang).

Aufgrund des fortlaufenden Strukturwandels in der Milchviehhaltung sind langfristig größere Milchviehbetriebe zu erwarten. In größeren Milchviehbeständen verringern sich jedoch die Produktionskosten aufgrund von Größendegressionen. Aus einem Betriebsvergleich der European Dairy Farmers (EDF) geht hervor, dass die Produktionskosten in Milchkuhbeständen mit mehr als 300 Kühen etwa 20% geringer sind als in Beständen mit 50 bis 100 Kühen (EDF, 2008). Somit sind derart groß strukturierte Betriebe bereits ab Milchpreisen von 24 bis 25 ct/kg ECM am Flächenmarkt wettbewerbsfähig (vgl. Abbildung A4 im Anhang).

### **3.2.4 Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Milchviehregion**

Nachfolgend werden aus der Analyse der regionsspezifischen Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung der Biogasförderung in Milchviehregionen gezogen.

- (1) Die Biogaserzeugung konkurriert innerbetrieblich mit der Milchproduktion um die Futterfläche. Selbst bei Abschaffung der Tierhaltung reicht dabei die Flächenausstattung typischer Milchviehbetriebe nicht aus, um eine vorzügliche Biogasanlage in der Größenordnung von 200 kW zu betreiben. Somit muss die überwiegende Mehrzahl der westdeutschen Milchviehbetriebe entweder ihren Tierbestand reduzieren, um in die wirtschaftlich besonders attraktive Biogasproduktion einsteigen zu können, oder in erheblichem Umfang Flächen zu pachten bzw. Substrate zu kaufen.
- (2) Solange die Biogaserzeugung in Milchviehregionen auf bisherigen Getreideflächen erfolgt, ist sie hoch rentabel. Daher ist davon auszugehen, dass zunächst ein möglichst großer Teil der Substrate durch Zukauf gedeckt und die Tierhaltung beibehalten wird. Daraus folgt, dass regional zunächst die noch vorhandenen Getreideflächen für den Anbau von Silomais genutzt werden.

- (3) Technisch ist auch die Vergärung von Grassilage möglich. Allerdings sinkt die Rendite der Anlage bei einer alleinigen Vergärung von Grassilage auf lediglich 7 %. Somit ist zu erwarten, dass der Grasanteil zunächst möglichst gering gehalten wird. Erst bei einer starken Ausdehnung der Biogaserzeugung ist langfristig mit höheren Grasanteilen zu rechnen.
- (4) Da die Flächenausstattung typischer Milchviehbetriebe nicht ausreicht, um neben der Tierhaltung eine Biogasanlage zu betreiben, besteht für typische Milchviehbetriebe ein erheblicher Anreiz, die Flächennutzung zu intensivieren. Aufgrund des höheren Energieertrages bei Maissilage ist dabei zunächst zu erwarten, dass umbruchfähiges Grünland als Ackerfläche genutzt werden. Weiterhin ist mit einer Intensitätssteigerung auf dem Grünland zu rechnen (vgl. Kapitel 3.2.2).
- (5) Milchviehhalter, die gleichzeitig eine Biogasanlage betreiben, könnten dazu übergehen, ihren Maisanteil in der Fütterung zu reduzieren. Ursache ist, dass Maissilage zu einer höheren Wertschöpfung in der Biogaserzeugung führt.
- (6) Biogasanlagen sind bis zu einem Milchpreis von 28 ct/kg in der Lage, höhere Pachten zu zahlen als der hier unterstellte Milchviehbetrieb, der hinsichtlich Größe und Wirtschaftlichkeit überdurchschnittlich kostengünstig produziert, aber gleichwohl noch nicht den absoluten Spitzenbetrieb repräsentiert. Bei Milchpreisen unter 28 ct/kg ist langfristig mit einer vermehrten Aufgabe der Milchproduktion und tendenziell auch mit Verringerung der Milchproduktion zu rechnen. In Regionen mit Flächen, die (noch) nicht für die Produktion von Futter für Rindvieh bzw. Rohstoffen für Biogasanlagen benötigt werden, geschieht dies freiwillig, wenn landwirtschaftliche Unternehmerfamilien vor der Entscheidung stehen, in Biogas oder Milchvieh zu investieren und sich für die wirtschaftlichere Option „Biogas“ entscheiden.
- (7) In Regionen, in denen (Acker-) Flächen bereits knapp sind bzw. werden, wird die Milchviehhaltung jedoch auch gegen den Willen der Milchproduzenten verdrängt, indem Betreiber von Biogasanlagen die erforderlichen Flächen pachten. Aufgrund der höheren Verwertung der Maissilage in der Biogasanlage wird die Biogasproduktion die Milchviehhaltung dabei zunächst auf das Grünland verdrängen. Bei einer weiteren Ausdehnung der Biogasproduktion und Milchpreisen unter 27 ct/kg findet auch auf dem Grünland eine Verdrängung der Milcherzeugung statt.
- (8) Aufgrund des hohen Flächenbedarfs der Biogaserzeugung, bei gleichzeitig sehr hohen Grundrenten, ist mit einer deutlichen Steigerung der Pachtpreise zu rechnen.
- (9) Zunächst ist davon auszugehen, dass der Energiemais auf bisherigen Getreideflächen angebaut wird. Unter dieser Annahme wird der Maispreis als Gleichgewichtspreis zum Getreide abgeleitet. Bei einer starken Ausdehnung der Biogaserzeugung in der Milchviehregion können verfügbare Getreideflächen jedoch knapp werden.

Ursache hierfür ist, dass a) die hohen Grünlandanteile (60 %) und b) die gleichzeitig hohen Maisanteile an der Ackerfläche (<60 %) nur wenig Raum für den Energiemaisanbau lassen. Sollte sich die Ackerfläche verknappen, sind die Grundrenten aus der Milchviehhaltung als Nutzungskosten zu berücksichtigen. In der Folge werden die regionalen Maispreise stark ansteigen. Sollten in anderen Regionen noch überschüssige Ackerflächen vorhanden sein, kann der Mais aus diesen Regionen importiert werden. Für das unterstellte Preisszenario (27 ct/kg ECM) reichen die wirtschaftlich tragbaren Transportdistanzen bis zu 80 km (vgl. Abbildung 3.11). Aufgrund der Flächenknappheit können sich bei einem anhaltenden „Biogasboom“ und/oder starken Wachstum in der Milchvieherzeugung deutlich geringere Renditen ergeben, als ursprünglich geplant war. Wenn der Milchpreis langfristig über dem genannten Gleichgewichtspreis von 28,5 ct/kg ECM liegt und die Milchviehhaltung in der Region weiter zunimmt, ergeben sich höhere Substratkosten. Dann erweist sich die zunächst sehr wirtschaftliche Investition in Biogas langfristig als Fehlentscheidung.

### **3.3 Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Veredlungsregion**

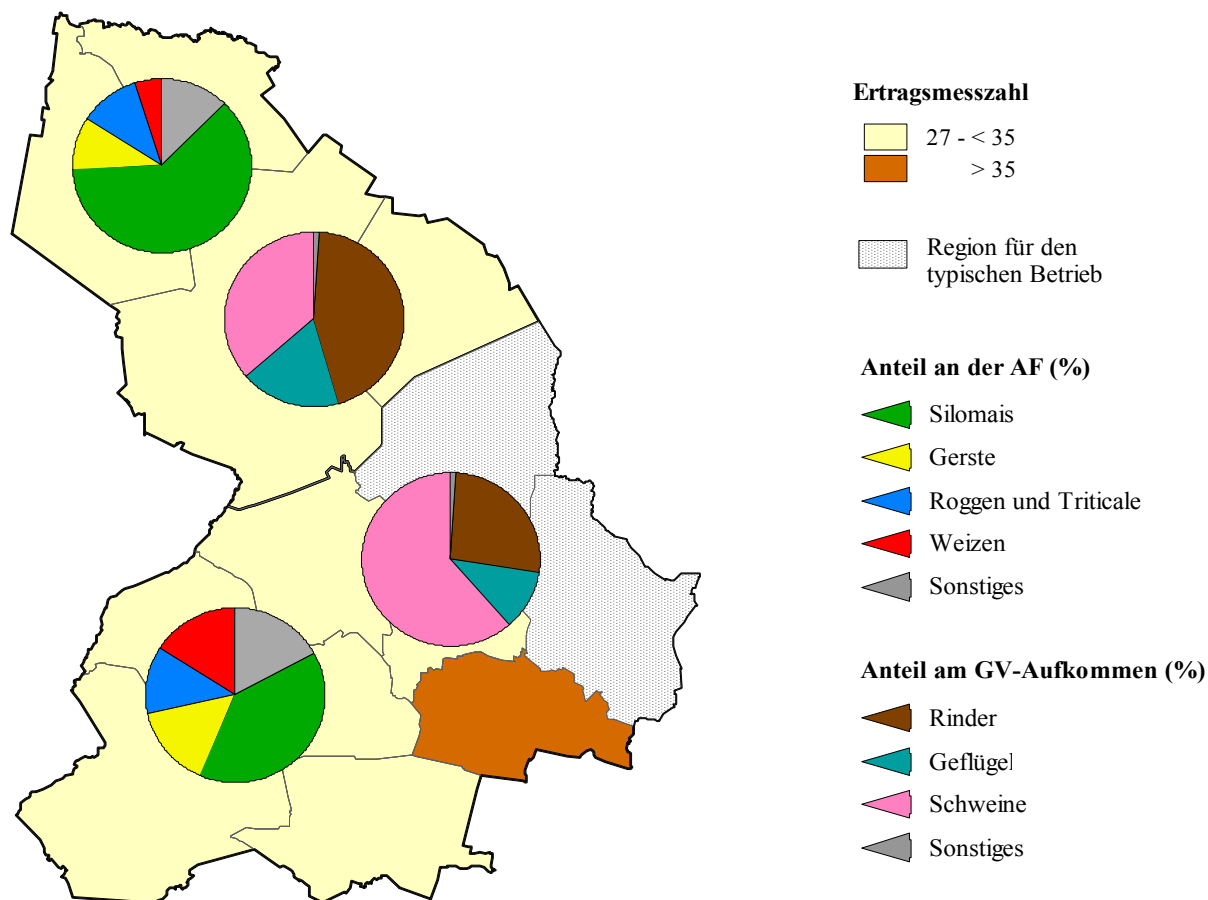
In Kapitel 2.3.2 wurde als typische Veredlungsregion der Landkreis Cloppenburg ausgewählt. Die Betriebsstruktur der vorhandenen Veredlungsbetriebe bestimmt, wie sich die Biogasproduktion auf den Betrieben integrieren lässt. Daher wird in Kapitel 3.3.1 zunächst die Betriebsstruktur des typischen Veredlungsbetriebes beschrieben.

Wie in Kapitel 3.3.1 noch gezeigt wird, importiert der typische Veredlungsbetrieb seine Futtermittel. Anders als beim typischen Milchviehbetrieb sind daher keine Anpassungsstrategien in der Tierhaltung notwendig, um eine Biogasanlage auf dem Betrieb zu integrieren. Daher werden nach der Beschreibung des typischen Betriebes die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit unterschiedlicher Anlagenkonzepte analysiert und daraus mögliche Strukturwirkungen abgeleitet.

#### **3.3.1 Beschreibung eines typischen Hähnchen- und Schweinemastbetriebes**

##### **Regionale Einordnung**

Für eine kleinräumigere Differenzierung der landwirtschaftlichen Produktion sind in Karte 3.5 die EMZ, die Anbaustruktur sowie die Anteile einzelner Tierarten am GV-Aufkommen im Landkreis Cloppenburg auf Gemeindeebene dargestellt. Im Vergleich zum Landkreis Cuxhaven ist dieser Landkreis wesentlich homogener. Die EMZ liegt überwiegend zwischen 28 und 32. Allerdings unterscheidet sich die Anbaustruktur und Viehhaltung etwas zwischen den nördlichen und südlichen Gemeinden.

**Karte: 3.5:** Regionale Differenzierung der Agrarstruktur im Landkreis Cloppenburg

Eigene Darstellung nach LSKN (2007).

Der im gesamten Kreisgebiet dominierende Maisanbau erreicht im Nordkreis mit 62 % einen noch höheren Anteil an der Ackerfläche als im Südkreis (39 %). Im Südkreis finden sich mit 44 % hingegen deutlich höhere Getreideanteile an der Ackerfläche.

In der Tierhaltung überwiegt im gesamten Landkreis die Schweinehaltung. Allerdings ist in den südlichen Gemeinden der Anteil der Schweinehaltung am GV-Aufkommen mit mehr als 70 % deutlich höher als im Nordkreis (39 %). Im Nordkreis hat hingegen die Rinderhaltung mit einem Anteil von 45 % am GV-Aufkommen eine höhere Bedeutung als im Südkreis (26 %). Auch der Geflügelanteil ist mit 18 % am GV-Aufkommen im Nordkreis etwas höher als im Südkreis (11 %).

Insgesamt dominiert somit in den südlichen Gemeinden die Schweine- und Hähnchenmast, während der Nordkreis stärker von der Rinderhaltung geprägt ist. Da die Strukturwirkungen der Biogaserzeugung gegenüber der Rinderhaltung bereits im vorherigen Kapitel analysiert wurden, wird als typischer Veredlungsbetrieb ein Schweine- und Hähnchenmastbetrieb aus den südlichen Gemeinden (Region Emstek, Garrel) ausgewählt. Die

Datenerhebung erfolgte in Abstimmung mit Beratern der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg-Süd.<sup>23</sup>

### Produktionstechnische Kennzahlen des Hähnchen- und Schweinemastbetriebes

In Tabelle 3.19 ist dargestellt, wie sich im Landkreis Cloppenburg die Schweine- und Hähnchenmast auf unterschiedliche Bestandsgrößenklassen verteilt. Es zeigt sich, dass lediglich 16 % der Betriebe mehr als 1.000 Mastschweine halten. Allerdings stehen 46 % des gesamten Schweinebestandes in dieser Bestandsgrößenklasse. Die Mehrzahl der Betriebe (50 %) verfügt hingegen über weniger als 400 Mastplätze. In diesen Betrieben stehen jedoch lediglich 15 % der gesamten Mastschweine.

Auch in der Hähnchenmast wird die Mehrzahl der Tiere in großen Beständen gehalten. So verfügen lediglich 30 % der Betriebe über mehr als 50.000 Mastplätze. Allerdings stehen mehr als 60 % der Tiere auf diesen Betrieben. Die meisten Betriebe (68 %) haben hingegen weniger als 50.000 Mastplätze, repräsentieren damit jedoch nur 37 % des Mastgeflügelbestandes.

Für den typischen Betrieb wird eine Bestandsgröße von 1.300 Mastschweinen und 80.000 Masthähnchen angenommen, sodass er einen wesentlichen Anteil der regionalen Veredelungsproduktion repräsentiert. Diese Aussage wird dadurch unterstrichen, dass die Mitgliedsunternehmen in den Schweinemastberatungsringen Cloppenburg, Oldenburg und Vechta durchschnittlich über 1.500 Mastplätze aufweisen (KUES, 2011). In den Hähnchenmastberatungsringen der Landkreise Cloppenburg verfügt die Mehrzahl der Betriebe über 70.000 bis 80.000 Mastplätze (SCHIERHOLD, 2012).

**Tabelle 3.19:** Bestandsgrößenklassen der Schweine- und Hähnchenmast im Landkreis Cloppenburg

Größenklasse		<200	200-399	400-999	≥1.000
<b>Schweinemast</b>					
Anteil Betriebe in Größenklasse	%	30	20	34	16
Tiere in Größenklasse	%	5	10	39	46
Größenklasse		<10.000	10.000-49.000	50.000-99.000	≥100.000
<b>Hähnchenmast</b>					
Anteil Betriebe in Größenklasse	%	9	59	21	10
Tiere in Größenklasse	%	0	37	32	31

Quelle: LSKN (2007).

<sup>23</sup> Der typische Betrieb wurde im Rahmen von Expertengesprächen mit Herrn Rainer Kues und Herrn Dr. Bernhard Rump erhoben.



Die wesentlichen produktionstechnischen Kennzahlen der Schweine- und Hähnchenmast sind in Tabelle 3.20 zusammengefasst. Bei einem Einstallgewicht von 30 kg und einer Mastdauer von 109 Tagen erreicht der Betrieb jährlich 2,9 Durchgänge in der Schweinemast. In der Hähnchenmast wendet der Betrieb das Verfahren der sogenannten „Schwer-mast“ an, bei dem die Hähnchen in einem Zeitraum von durchschnittlich 40 Tagen auf ein Endgewicht von durchschnittlich 2,5 kg gemästet werden. Etwa 25 % der Hähnchen werden dabei nach 35 Tagen mit 2 kg ausgestellt; die verbleibenden Tiere werden nach 42 Tagen mit 2,6 kg vermarktet. Unter Berücksichtigung der Reinigungszeiten werden mit diesem Verfahren sieben Durchgänge pro Jahr erreicht.

Um den Nährstoffanfall auf dem Betrieb zu reduzieren, werden rohproteinarme Mischfut-ter (RAM) eingesetzt, die über Mischfutterfirmen bezogen werden.

**Tabelle 3.20:** Produktionstechnische Kennzahlen des typischen Veredlungsbetriebes

		Schweinemast	Hähnchenmast
Mastplätze	Plätze	1.300	80.000
Masttage	Tage	109	40
Tägliche Zunahme	g/d	826	61
Verkaufsgewicht	kg	121	2
Durchgänge		2,9	7,0
Futtermittelaufnahme	g/d	2.330	198
Futtermittelverwertung	l:	2,8	1,7
Verluste	%	1,5	3,6

Quelle: Kues (2009); LWK NDS (2008); Kues (2011); Schierhold (2012).

### Flächennutzung des Hähnchen- und Schweinemastbetriebes

Der Betrieb verfügt annahmegemäß über insgesamt 60 ha Ackerfläche. Auf 38 ha wird Si-lomais angebaut, der an Biogasanlagenbetreiber oder Bullenmäster in der Region verkauft wird. Die restlichen 22 ha Ackerflächen werden mit Weizen bestellt. In Tabelle 3.21 sind die Erträge und die Düngung der Flächen angegeben. Es werden 45 t FM Silomais und 6,7 t FM Weizen je ha geerntet. Während der Silomaisertrag dem zehnjährigen Durch-schnitt auf Kreisebene entspricht, liegt der Weizenertrag etwa 8 % unter dem zehnjähri-gen Mittel von 7,2 t/ha. Aus Vereinfachungsgründen wurde dieser Abschlag in Abstim-mung mit den regionalen Beratern vorgenommen. Ursache hierfür ist, dass für den typi-schen Betrieb lediglich Weizen als Alternativkultur für Silomais berücksichtigt wird, je-doch auf schwächeren Böden oftmals andere Getreidearten wie Roggen oder Gerste mit geringeren Erträgen angebaut werden.

Der Großteil des Nährstoffbedarfs im Ackerbau wird über Gülle gedeckt. Zu Mais erfolgt lediglich eine Unterfußdüngung mit 100 kg 20/20-Dünger sowie eine mineralische Ergän-zungsdüngung von 80 kg N und 160 kg K<sub>2</sub>O/ha. Zum Weizen werden im Frühjahr nur

70 kg mineralischer Stickstoff ausgebracht. Um eine möglichst hohe Nährstoffabfuhr zu erreichen, werden sämtliche Ernteprodukte sowie das Stroh verkauft.

**Tabelle 3.21:** Ackerbaukennzahlen eines typischen Hähnchen- und Schweinemastbetriebes

		Weizen	Maissilage
Fläche	ha	22	38
Frischmasseertrag (brutto)	t FM/ha	6,7	45,0
TS-Gehalt	%	88	33
Feld-, Ernte-, Silierverluste	%	2	13
Frischmasseertrag (netto)	t FM/ha	6,6	39,2
Organische Düngung	m <sup>3</sup> /ha	25,5 m <sup>3</sup> SG	23,5 m <sup>3</sup> SG
Mineralische Düngung			
N	kg/ha	70	100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	-	20
K <sub>2</sub> O	kg/ha	-	140

Quelle: Eigene Berechnungen nach Kues (2009); Rump (2009); LWK NDS (2009a); LWK NDS (2009b); LWK NDS (2011a).

Die Flächenausstattung des Betriebes bestimmt, ob die Viehhaltung landwirtschaftlich oder gewerblich betrieben werden kann. Nach § 51 des Bewertungsgesetzes kann ein 60 ha-Betrieb maximal 420 Vieheinheiten (VE) halten.<sup>24</sup> In Tabelle 3.22 sind die Vieheinheiten des Betriebes dargestellt. Es zeigt sich, dass mit 415 VE lediglich die Schweinemast landwirtschaftlich geführt werden kann. Die Hähnchenmast wird hingegen mit mehr als 600 VE als gewerbliche Tierhaltung betrieben.

**Tabelle 3.22:** Vieheinheiten des typischen Veredlungsbetriebes

		Schweinemast	Hähnchenmast
Vieheinheiten je verkauftes Tier <sup>1)</sup>	VE/Tier	0,11	0,0013
Verkaufte Tiere	Tiere	3.770	536.000
Vieheinheiten	VE	415	697

1) Annahme Schweinemast: jeweils die Hälfte der Ferkel werden über bzw. unter 30 kg eingestallt.

Quelle: Eigene Berechnung nach Kues (2009); § 51 Bewertungsgesetz.

Weiterhin wird durch die verfügbare Fläche bestimmt, welcher Anteil der anfallenden Schweinegülle über die Nährstoffbörse kostenpflichtig abgegeben werden muss. Da der Hähnchenmist kostenfrei abgegeben werden kann (vgl. Kapitel 2.3.3.2), wird der gesamte Hähnchenmist exportiert. Die in Tabelle 3.23 dokumentierte Nährstoffbilanz des Betriebes zeigt, dass aufgrund des Phosphatüberschusses jedoch weiterhin 490 m<sup>3</sup> Schweinegül-

<sup>24</sup> Nach § 51 Bewertungsgesetz können auf den ersten 20 ha 10 VE/ha, auf den folgenden 10 ha 7 VE/ha den weiteren 20 ha 6 VE/ha und den weiteren 50 ha 3 VE/ha gehalten werden.

le exportiert werden müssen. Dies verursacht Kosten in Höhe von 6 €/m<sup>3</sup> (vgl. Kapitel 2.3.3.2).

**Tabelle 3.23:** Nährstoffbilanz des typischen Hähnchen- und Schweinemastbetriebes

Bilanz N-Zufuhr Tierhaltung (170 kg Grenze)			
<b>N-Zufuhr aus Wirtschaftsdüngern<sup>1)</sup></b>			
Schweinemast	kg/a	10.010	
Hähnchenmast	kg/a	0	
Summe N-Zufuhr	kg/ha	167	
Max. N-Zufuhr	kg/ha	170	
Notwendige Gülleabfuhr	m <sup>3</sup> /a	0	
<b>Bilanz Zufuhr-/Abfuhr<sup>2)</sup></b>			
		<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
<b>Zufuhr</b>			
Schweinegülle	kg/a	8.580	6.630
Hähnchenmist	kg/a	11.760	10.960
Pflanzenbau	kg/a	5.340	760
Summe Zufuhr	kg/a	25.680	18.350
<b>Abfuhr</b>			
Weizen (Korn + Stroh)	kg/a	3.113	1.470
Silomais	kg/a	7.335	3.065
Hähnchenmist	kg/a	11.760	10.960
Summe Abfuhr	kg/a	22.208	15.495
<b>Saldo</b>		<b>kg/a</b>	<b>2.855</b>
	<b>kg/ha</b>	<b>58</b>	<b>48</b>
Zulässiger Überschuss	kg/ha	60	20
Notwendiger Export	kg/a	-	1.655
Notwendiger Gülleexport	m <sup>3</sup> /a	-	487

1) Anrechenbare Verluste: N-Zufuhr aus Wirtschaftsdüngern: Schweinegülle: 30 %.

2) Anrechenbare Verluste: Bilanz Zufuhr/Abfuhr: Schweinegülle: 40 %; Hähnchenmist: 50 %.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Kues (2009); Rump (2009); LWK NDS (2009a); LWK NDS (2009b)

Anders als der typische Milchviehhalter kauft der Mäster seine Futtermittel zu, sodass er auf den vorhandenen Flächen Rohstoffe für die Biogasproduktion anbauen kann. In Tabelle 3.24 ist die potenziell zu installierende elektrische Biogasleistung des Betriebes mit der ursprünglichen Flächenausstattung dargestellt. Mit allen verfügbaren Wirtschaftsdüngemitteln sowie dem Maisertrag der eigenen Flächen könnte eine Leistung von 153 kW betrieben werden. In dieser Konstellation entfallen knapp 50 % der in der Biogasanlage vergorenen Rohstoffe auf Gülle und Hähnchenmist.

Allerdings wurde in Kapitel 3.1 analysiert, dass aufgrund der geringen Energiedichte von Schweinegülle auch in der Veredlungsregion im Rohstoffmix von Biogasanlagen in der Regel nicht mit Gülleanteilen über 35 % zu rechnen ist. Weiterhin liegt die Anlagegröße unterhalb der wirtschaftlich deutlich vorzüglicheren Anlagengröße von 200 kW. Daher ist auch für den typischen Hähnchen- und Schweinemäster davon auszugehen, dass er eine

200 kW-Anlage betreibt und die erforderlichen Substrate durch eine zusätzliche Flächenpacht bereitstellt oder am Markt zukaft. Sofern er nur die betrieblich anfallende Schweinegülle einsetzt und den Hähnchenmist weiterhin exportiert, benötigt er 1.700 t zusätzliche Maissilage. In der Anlage ergibt sich ohne Hähnchenmist ein Gülleanteil von 33 %, sodass der Güllebonus mit der betriebseigenen Schweinegülle realisiert werden kann. Sollte jedoch ebenfalls der anfallende Hähnchenmist in der Anlage vergoren werden, reduziert sich der zusätzliche Silomaisbedarf auf 1.050 t/a. Der Gülleanteil steigt auf 43 %. Allerdings wird der Hähnchenmist durch die Vergärung verflüssigt, sodass die Nährstoffkonzentration der anfallenden Gärreste deutlich geringer ist als im Hähnchenmist. Dies hat zur Folge, dass die aus dem Hähnchenmist anfallenden Gärreste ebenfalls kostenpflichtig exportiert werden müssen. Daher stellt sich zunächst die Frage, ob die Vergärung von Hähnchenmist lukrativer ist als der kostenlose Export der Nährstoffe in andere Regionen. Sollte das der Fall sein, ist weiterhin fraglich, zu welchem Preis Veredlungsbetriebe künftig bereit sein werden ihren Hähnchenmist abzugeben. Diese Fragen werden im Verlauf des nächsten Kapitels beantwortet.

Da der Hähnchen- und Schweinemäster im Gegensatz zum typischen Milchviehbetrieb keine betrieblichen Anpassungen in der Tierhaltung vornehmen muss, um eine Biogasanlage zu integrieren, ist die Wirtschaftlichkeit der Hähnchen- und Schweinemast nicht relevant für die Investition in eine Biogasanlage. Daher werden für diesen Betriebstyp keine Anpassungsstrategien betrachtet, sondern im nächsten Kapitel die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Veredlungsregion analysiert.

**Tabelle 3.24:** Potenzielle elektrische Leistung der Biogasanlage eines typischen Veredlungsbetriebes ohne Rohstoffzukauf oder Zupacht

<b>Pflanzliche Rohstoffe</b>	Fläche ha	Nettoertrag <sup>1)</sup> t FM/ha	Stromertrag kWh/t FM	Erzielbare el. Leistung kW
Ackerland (Maissilage)	60	39	383	112
<b>Wirtschaftsdüngeranfall</b>	Plätze St.	Gülleanfall m³/Platz	Stromertrag kWh/t FM	Erzielbare el. Leistung kW
Hähnchenmist	80.000	0,008	373	30
Schweinegülle	1.300	1,5	44	11
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>				<b>153</b>

Annahmen: 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad.

1) 13 % Feld- und Siliervverluste.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Kues (2009); Rump (2009).

### 3.3.2 Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Veredlungsregion

Nachdem zuvor die Ausgangssituation des typischen Veredlungsbetriebes dargestellt wurde, wird nachfolgend die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Veredlungsregion analysiert.

Zur Abschätzung der Agrarstrukturwirkung des EEG 2009 sind aufgrund regionaler sowie betrieblicher Standortbedingungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht folgende Fragen zu beantworten:

- (1) In Kapitel 3.1.1 wurde gezeigt, dass der Einsatz von Geflügelmist in einer Biogasanlage grundsätzlich rentabel ist. Allerdings exportiert der typische Veredlungsbetrieb bisher den Geflügelmist kostenfrei und kann somit seinen Nährstoffüberschuss kostengünstig reduzieren. Daher stellt sich die Frage, ob der Einsatz von Geflügelmist in Biogasanlagen in Veredlungsregionen trotz Nährstoffüberschüssen rentabel ist. Zur Beantwortung der Frage wird eine 200 kW-Anlage, die lediglich die auf dem Betrieb anfallende Schweinegülle vergärt (200 kW\_SG) mit einer Anlage verglichen, in der zusätzlich der anfallende Hähnchenmist eingesetzt wird (200 kW\_SG\_HM).
- (2) Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, ist die Trocknung von Gärresten in der Positivliste des EEG aufgeführt, d. h. diese Form der Wärmenutzung berechtigt den Anlagenbetreiber zum Bezug des KWK-Bonus in Höhe von 3 ct/kWh. Hinzu kommt, dass auf diese Weise die Menge der zu entsorgenden Gärreste reduziert wird und Erlöse für den getrockneten Gärrest erzielt werden können. Somit stellt sich vor allem in Regionen mit Nährstoffüberschüssen die Frage, ob die Wirtschaftlichkeit und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung durch die Trocknung der Gärreste erhöht werden kann.<sup>25</sup> Da die Gärresttrocknung eine alternative Form der Wärmenutzung darstellt, entstehen Opportunitätskosten, wenn ein bestehendes Wärmekonzept ersetzt bzw. nicht realisiert wird. Diese Kosten fallen umso höher aus, je mehr Wärme bisher genutzt wird. Um den Effekt aufzuzeigen, wird eine Anlage mit Gärresttrocknung (200 kW\_SG\_HM\_Tr) zunächst mit der zuvor analysierten Anlage (200 kW\_SG\_HM) verglichen, in der 450 MWh Wärme (entspricht 29 % der verfügbaren Wärme) genutzt werden. Weiterhin wird das betriebswirtschaftliche Ergebnis der Anlage mit Gärresttrocknung dem Ergebnis einer Anlage ohne Wärmenutzung (200 kW\_SG\_HM\_oW) gegenübergestellt.

---

<sup>25</sup> Grundsätzlich ist die Gärresttrocknung an allen Standorten dazu geeignet die Wärmenutzung zu erhöhen. Wie nachfolgend jedoch deutlich werden wird, ist die Gärresttrocknung selbst in der Veredlungsregion mit Nährstoffüberschüssen nur dann lukrativ, wenn kein alternatives Wärmekonzept vorhanden ist. Daher wurde die Gärresttrocknung lediglich in dieser Region berücksichtigt.

- (3) Nach der Positivliste des EEG werden bis zu 0,65 kWh/Tier für das Heizen von Hähnchenmastställen als Wärmenutzung anerkannt. Somit stellt sich die Frage, welche Synergieeffekte sich ergeben, wenn die anfallende Wärme in den vorhandenen Hähnchenmastställen genutzt wird. Zur Beantwortung der Frage wird neben der Anlage mit einer Wärmenutzung von 450 MWh (200 kW\_SG\_HM) eine Anlage kalkuliert, mit deren Abwärme zusätzlich die vorhandenen Hähnchenmastställe beheizt werden können (200 kW\_SG\_HM\_Heiz).

Für die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen wird somit die Wirtschaftlichkeit von fünf Anlagen miteinander verglichen:

- (1) Eine 200 kW-Anlage, in der nur die anfallende Schweinegülle vergoren wird (200 kW\_SG).
- (2) Eine 200 kW-Anlage, in der sowohl die anfallende Schweinegülle als auch der anfallende Hähnchenmist vergoren wird (200 kW\_SG\_HM).
- (3) Eine 200 kW-Anlage mit anschließender Gärresttrocknung (200 kW\_SG\_HM\_Tr).
- (4) Eine 200 kW-Anlage ohne Wärmenutzung (200 kW\_SG\_HM\_oW).
- (5) Eine 200 kW-Anlage, in der die Abwärme zum Heizen der Hähnchenmastställe genutzt wird (200 kW\_SG\_HM\_Heiz).

Bevor die Wirtschaftlichkeit der Anlagen untersucht werden kann, ist es jedoch erforderlich, die technologischen und ökonomischen Annahmen für die Trocknung von Gärresten sowie zum Heizen von Hähnchenmastställen zu beschreiben. Weiterhin müssen als regionale Standortparameter zunächst die Rohstoffkosten sowie der Anteil zu entsorgender Gärreste bestimmt werden.

### **Technische und ökonomische Annahmen zur Gärresttrocknung**

Grundsätzlich sind unterschiedliche Trocknungssysteme wie Bandtrockner, Trommel-trockner oder auch solare Trocknungshäuser verfügbar. Die genannten Systeme haben eine ähnliche Trocknungsleistung. Lediglich ein Hersteller gibt deutlich höhere Trocknungsleistungen an, die jedoch noch nicht auf Praxisbetrieben bestätigt wurden. Die Wirtschaftlichkeit der Bandtrocknung ist der solaren Trocknung hingegen leicht überlegen (EVESLAGE, 2009: 48-49).

Da in Niedersachsen jedoch überwiegend Bandtrockner eingesetzt werden (RUMP, 2009), wird im Rahmen dieser Arbeit ebenfalls angenommen, dass die Gärreste mit einem Bandtrockner getrocknet werden.

In dem Bandtrockner durchläuft der Gärrest auf gelochten Stahlplatten einen Trocknungskanal. Er wird in einer 10 bis 20 cm dünnen Schicht aufgetragen. Der Gärrest fällt in der Regel mit 6 bis 12 % TS-Gehalt an.<sup>26</sup> Um ein tropffreies Material zu erzeugen, das auf den gelochten Stahlplatten liegen bleibt, muss der frische Gärrest mit einem Teil der schon getrockneten Gärreste rückgemischt werden. Die Trocknungsluft wird bei 90° C<sup>27</sup> mittels Ventilatoren durch den Trockner geblasen, sodass das Material auf 80 % TS getrocknet wird.

Der Bandtrockner verursacht Investitionen in Höhe von 120.000 €, das notwendige Gebäude erhöht diese um weitere 50.000 €. Der Trockner arbeitet mit einer spezifischen Verdampfungsleistung von 1,17 kWh pro Kilogramm verdampftem Wasser. Aufgrund der hohen Temperaturen entweichen während der Trocknung 80 % des Ammoniumstickstoffs in Form von Ammoniak. Dieser muss aufgrund von Emissionsschutzvorgaben über einen Luftwäscher ausgefiltert werden. Weitere technische und ökonomische Parameter des Bandtrockners sind in Tabelle A15 im Anhang zusammengefasst.

Um die Wirtschaftlichkeit der Gärresttrocknung analysierten zu können, muss zunächst die Trocknungsleistung bestimmt werden. In Tabelle 3.25 ist die Trocknungsleistung für einen Bandtrockner dargestellt, der an die 200 kW-Anlage mit Hähnchenmist und Schweinegülle (200 kW\_SG\_HM) gekoppelt ist. Mit der verfügbaren Wärme können lediglich 1.400 m<sup>3</sup> Gärrest getrocknet werden, was einem Anteil von 30 % der anfallenden Gärrestmenge entspricht. Daraus resultieren 160 t getrockneter Gärrest mit einem TS-Gehalt von 80 %.

Nach den im Rahmen dieser Arbeit unterstellten Nährstoffpreisen liegt der rechnerische Nährstoffwert des getrockneten Gärrestes bei ca. 150 €/t.<sup>28</sup> Dennoch erzielen Anlagenbetreiber bisher lediglich Erlöse von etwa 30 €/t getrocknetem Gärrest (EVESLAGE, 2009: 37). Diese Angaben über die Erlöse decken sich mit den Erfahrungen bei der Abgabe von Hähnchenmist in Nährstoffüberschussregionen. Obwohl der rechnerische Nährstoffwert von Hähnchenmist bei aktuellen Mineraldüngerpreisen über 70 €/t<sup>29</sup> beträgt, realisieren die

---

<sup>26</sup> Grundsätzlich ist auch eine vorherige Separierung der Gärreste denkbar, um die Trocknungsleistung zu erhöhen. Aufgrund der geringen Abscheidegrade von P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> verbleiben dann jedoch mehr Nährstoffe auf dem Betrieb, als wenn der Gärrest unmittelbar getrocknet wird. Daher wird lediglich die direkte Trocknung betrachtet.

<sup>27</sup> Neben dem hier analysierten Bandtrockner bietet ein Hersteller ein Trocknungsverfahren an, das in der Lage sein soll, mit geringeren Temperaturen und höheren Luftströmen den gesamten Gärrest zu trocknen. Allerdings liegen hierzu noch keine Praxiserfahrungen vor (EVESLAGE, 2009: 49).

<sup>28</sup> Nährstoffgehalt getrockneter Gärrest vor Verlusten: N: 51 kg/t FM; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 43 kg/t FM; K<sub>2</sub>O: 76 kg/t FM.

<sup>29</sup> Nährstoffgehalt Hähnchenmist vor Verlusten: N: 36 kg/t FM; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 17 kg/t FM; K<sub>2</sub>O: 26 kg/t FM.

abgebenden Betriebe keine Erlöse. Daher wird auch für die Kalkulation der Gärresttrocknung lediglich ein Erlös von 30 €/t getrocknetem Gärrest unterstellt.

**Tabelle 3.25:** Trocknungsleistung der Gärresttrocknung

Anfall Gärrest	m <sup>3</sup>	4.849
TS-Gehalt Gärrest	%	9,19
TS-Gehalt getrockneter Gärrest	%	80
Nutzbare Wärmemenge	kWh/a	1.467.274
Spezifische Verdampfungsleistung	kWh/kg	1,17
Zu verdampfende Wassermenge	l	1.254.080
Zu verdampfende Wassermenge je t Gärrest	kg/t	885
Zu trocknende Gärrestmenge	m <sup>3</sup>	1.417
Anfall getrockneter Gärrest	t FM	163

Quelle: Eigene Berechnung nach Eveslage (2009).

### Technische und ökonomische Annahmen zum Beheizen von Hähnchenmastställen

In der Regel werden Hähnchenmastställe mit Gaskanonen beheizt. Durch Regulierung der Gasmenge kann die Raumtemperatur einfach und schnell angepasst werden. Zum Heizen mit Biogasabwärme sind jedoch wassergeführte Systeme erforderlich. Hierbei gibt es unterschiedliche Verfahren. Überwiegend werden Wärmekonvektoren verwendet, die über einen Wärmetauscher warme Luft in den Stall blasen (SCHÜTT, 2009: 21).

Weiterhin können auch Fußbodenheizungen eingesetzt werden. Hierfür muss unterhalb der Stahlbetonplatte jedoch eine komplette Dämmung eingebaut sein. In der Folge sind die Investitionen für eine Fußbodenheizung etwa ein Drittel höher als für Warmwasserkonvektoren (o. V., 2010a: 50).

Für die Kalkulation der Wirtschaftlichkeit wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die aus der Investition in ein Heizungssystem resultierenden Kapitalkosten der Hähnchenmast angelastet werden und die Biogasanlage dafür nur einen Wärmeerlös von 2,5 ct/kWh<sup>30</sup> realisiert. Bei 80.000 Mastplätzen und sieben Durchgängen können 385.000 kWh zusätzlicher Wärme genutzt werden.

<sup>30</sup>

Die fossile Wärmebereitstellung in der Hähnchenmast verursacht Kosten im Bereich von 6 bis 7 ct/kWh (SCHÜTT, 2009: 32). Im Rahmen dieser Arbeit wird angenommen, dass die Investitionen für die Infrastruktur im Bereich von 4 ct/kWh liegen und somit die Wärmekosten in der Hähnchenmast konstant bleiben. Diese Vereinfachung scheint angemessen, da die Wärmekosten lediglich einen Anteil von 3 % an den Direkt- und Arbeiterledigungskosten in der Hähnchenmast haben (SCHIERHOLD, 2010: 4).



## Rohstoffkosten

Als regionalspezifische Standortparameter haben die Rohstoffkosten einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen. Daher werden nachfolgend auf Basis der im vorherigen Abschnitt genannten Erträge die Rohstoffkosten ermittelt.

Im vorherigen Abschnitt wurde deutlich, dass die Fläche des typischen Betriebes nicht ausreicht, um die Nährstoffe aus der Schweinemast aufzunehmen. Wird der Betrieb um eine Biogasanlage erweitert, ist es daher erforderlich, den zusätzlichen organischen Nährstoffanfall über Nährstoffbörsen zu entsorgen. Hierfür entstehen Kosten von 6 €/m<sup>3</sup>. Dieser kostenpflichtige Nährstoffexport impliziert, dass bei der Verwendung von Wirtschaftsdüngern im Ackerbau des betrachteten Betriebes keine Opportunitätskosten für die Nutzung der organischen Nährstoffe in Ansatz zu bringen sind. Die Ausbringungskosten der Wirtschaftsdünger trägt folglich die Tierhaltung bzw. die Biogaserzeugung. Somit verringern sich für den Ackerbau in der Veredlungsregion im Vergleich zur Milchvieh- und Ackerbauregion die Düngungskosten. Anders als im vorherigen Abschnitt wird eine organische Düngung mit den Gärresten aus der Biogasanlage unterstellt, weshalb sich der Mineraldüngeraufwand beim Maisanbau verringert (vgl. Tabelle 3.26).<sup>31</sup>

Zum Weizen werden lediglich 70 kg mineralischer Stickstoff im Frühjahr ausgebracht. Der Rest des Nährstoffbedarfs wird über Gärreste gedeckt. Im Vergleich zur Milchviehregion wird mit 30 €/t ein deutlich geringerer Stroherlös erzielt. Ursachen hierfür sind a) eine geringere regionale Stroh Nachfrage sowie b) ein großes Interesse der Landwirte, ihr Stroh abzugeben, um so die kostenlose Nährstoffabfuhr zu erhöhen. Im Vergleich zur Milchviehregion (170 €/ha) sind die Nutzungskosten<sup>32</sup> der Fläche mit 380 €/ha in der Veredlungsregion deutlich höher. Ursache hierfür sind höhere Erlöse im Weizenanbau sowie die kostenlose organische Düngung.

Zu Mais erfolgt lediglich eine Unterfußdüngung mit 100 kg 20/20-Dünger sowie eine mineralische Ergänzungsdüngung von 80 kg N und 90 kg K<sub>2</sub>O/ha. Der restliche Nährstoffbedarf wird über den Gärrest gedeckt. Da auch beim Maisanbau keine Kosten für die organische Düngung angesetzt werden, liegen die Bereitstellungskosten frei Halm trotz der höheren Nutzungskosten mit 24,2 €/t FM in einer ähnlichen Größenordnung wie in der Milchviehregion (23,6 €/t FM).

---

<sup>31</sup> Ursache ist, dass die Nährstoffzusammensetzung des Gärrestes je m<sup>3</sup> (6,7 kg N; 2,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 5,9 kg K<sub>2</sub>O) besser zum Nährstoffbedarf von Silomais passt als Schweinegülle (7,3 kg N; 3,4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3,8 kg K<sub>2</sub>O).

<sup>32</sup> Als Nutzungskosten der Fläche werden die direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen aus dem Weizenanbau berücksichtigt (vgl. Kapitel 2.3.4.2).

**Tabelle 3.26:** Bereitstellungskosten für Silomais frei Feld in der Veredlungsregion

		Weizen	Mais	
Ertrag	t FM/ha	6,7	45,0	
Preis	€/t	150	24,16	
Strohertrag	t/ha	4		
Strohpreis	€/t	30		
Leistung	€/ha	1.125	1.087	
Saatgut	€/ha	81	164	
Pflanzenschutz	€/ha	142	70	
Organische Düngung	m <sup>3</sup> /ha	27 m <sup>3</sup> GR	24	m <sup>3</sup> GR
N	kg/ha	108	96	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	78	70	
K <sub>2</sub> O	kg/ha	159	142	
Nährstoffwert	€/ha	-	-	
Ausbringungskosten	€/ha	-	-	
<b>Kosten organische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	-	-	
Mineralische Düngung				
N	kg/ha	70	100	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	-	20	
K <sub>2</sub> O	kg/ha	-	90	
Nährstoffwert	€/ha	67	180	
Ausbringungskosten	€/ha	3	7	
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>70</b>	<b>186</b>	
Ernte und Transport	€/ha	146	0	
Sonst. Arbeiterledigungskosten	€/ha	305	286	
<b>Summe Direkt- und Arbeiterledigungskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>744</b>	<b>706</b>	
Direkt- und arbeitserl. freie Leistungen	€/ha	381	381	

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2011b); o.V. (2010); Rump (2009); Kues (2009).

### Erforderliche Gärrestexporte

Neben den Rohstoffkosten beeinflussen in der Veredlungsregion auch die Kosten für den Export der Gärreste die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung (vgl. Kapitel 3.1.3). Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass die Exportkosten für Gärreste aus pflanzlichen Substraten der Biogaserzeugung und Exportkosten für Gärreste aus Wirtschaftsdüngern verursachergemäß der Tierhaltung anzulasten sind. Allerdings kann der Hähnchenmist in der Ausgangssituation kostenlos abgegeben werden. Weiterhin vermischen sich die Nährstoffe aus dem Hähnchenmist mit den anderen Gärresten. In der Folge steigt die Nährstoffkonzentration des gesamten Gärrestes, sie liegt jedoch unterhalb der Nährstoffkonzentration, die sich rechnerisch bei einer „Monovergärung“ von Hähnchenmist ergibt. Somit ist es erforderlich, mehr Gärrestvolumen zu exportieren, als durch die Vergärung von Hähnchenmist anfällt. Daher wird die zu exportierende Gärrestmenge an-

hand einer gesamtbetrieblichen  $P_2O_5$ -Bilanz<sup>33</sup> ermittelt (vgl. Tabelle 3.27). Folgende Ergebnisse lassen sich festhalten:

- Wenn der Landwirt eine 200 kW-Biogasanlage mit der auf dem Betrieb anfallenden Schweinegülle sowie mit Maissilage betreibt, steigt der notwendige Nährstoffexport im Vergleich zur Ausgangssituation um 2.900 m<sup>3</sup>. Ursache für diesen Anstieg ist der Umstand, dass kein Getreide und kein Stroh mehr verkauft und damit die Nährstoffe nicht mehr exportiert werden. Vielmehr verbleiben die in Form von Silomais produzierten Nährstoffe zunächst auf dem Betrieb. Weiterhin erhöht die zugekaufte Maissilage den betrieblichen Nährstoffanfall.
- Sollte der Biogasanlagenbetreiber ebenfalls den anfallenden Hähnchenmist vergären, steigt der notwendige kostenträchtige Gärrestexport um weitere 880 m<sup>3</sup>. Ursache ist, dass durch den Hähnchenmisteinsatz mehr Nährstoffe anfallen, als durch den verringerten Maiseinsatz vermieden werden.
- Bei dem Einsatz einer Gärresttrocknung kann der kostenträchtige Gärrestexport jedoch wiederum um 1.500 m<sup>3</sup> reduziert werden. Im Hinblick auf die Effizienz des Nährstoffexports ist jedoch festzustellen, dass mit dem getrockneten Gärrest etwa 4.000 kg bzw. 36 % weniger  $P_2O_5$  in transportwürdiger Form exportiert werden als bei einem Export in Form von Hähnchenmist. Ursache hierfür ist, bei der Vergärung die Nährstoffe aus dem Hähnchenmist mit anderen Substraten vermischt werden. Somit ist die Nährstoffkonzentration im Gärrest viel geringer als im Hähnchenmist. Wenn der Gärrest getrocknet wird, steigt die Nährstoffkonzentration im getrockneten Gärrest auf 43 kg  $P_2O_5$ /t FM an. Sie ist damit mehr als zweieinhalbmals so hoch wie in Hähnchenmist (16,4 kg  $P_2O_5$ /t FM). Aufgrund der geringen Trocknungsleistung fällt jedoch zu wenig getrockneter Gärrest an, um insgesamt genauso viel Phosphat wie zuvor mit Hähnchenmist zu exportieren.

---

<sup>33</sup> Bereits im vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass  $P_2O_5$  der limitierende Faktor in der Nährstoffbilanz ist. Daher ist an dieser Stelle lediglich eine  $P_2O_5$ -Bilanz erforderlich.

**Tabelle 3.27:** P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Bilanz und notwendiger Gülle- bzw. Gärrestexport des typischen Veredlungsbetriebes mit unterschiedlichen 200 kW-Biogasanlagen

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bilanz		Ohne Biogasanlage	200 kW Anlage Schweinegülle	200 kW Anlage Schweinegülle Hähnchenmist	200 kW Anlage Schweinegülle Hähnchenmist Trocknung
Bezeichnung		ohne BGA	200 kW_SG	200 kW_SG_HM	200 kW_SG_HM_Tr
Zufuhr					
Schweinegülle	kg/a	6.630	6.630	6.630	6.630
Hähnchenmist	kg/a	10.960	10.960	10.960	10.960
Pflanzenbau	kg/a	760	1.200	1.200	1.200
Zugekaufte Maissilage	kg/a		3.173	1.989	1.989
<b>Summe Zufuhr</b>	<b>kg/a</b>	<b>18.350</b>	<b>21.963</b>	<b>20.779</b>	<b>20.779</b>
Abfuhr					
Weizen (Korn + Stroh)	kg/a	1.470			
Silomais	kg/a	3.065			
Hähnchenmist	kg/a	10.960	10.960		
Getrockneter Gärrest	kg/a				6.943
<b>Summe Abfuhr</b>	<b>kg/a</b>	<b>15.495</b>	<b>10.960</b>		<b>6.943</b>
Saldo	kg/a	2.855	11.003	20.779	13.836
	kg/ha	48	183	346	277
Zulässiger Überschuss	kg/ha	20	20	20	20
Notwendiger Export	m <sup>3</sup> /a	1.655	9.803	19.579	12.836
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt Gülle/Gärrest	kg/m <sup>3</sup>	3,4	2,9	4,6	4,6
Notwendiger Gülle-/Gärrestexport	m <sup>3</sup> /a	487	3.380	4.256	2.790
<b>Anstieg Export durch BGA</b>			<b>2.893</b>	<b>3.770</b>	<b>2.304</b>

Quelle: Eigene Berechnungen nach Kues (2009); Rump (2009); LWK NDS (2009a); LWK NDS (2009b).

Nachdem zuvor die Annahmen für die Kalkulationen dargestellt wurden, werden nachfolgend die betriebswirtschaftlichen Ergebnisse der kalkulierten Anlagen verglichen und die eingangs aufgeworfenen Fragen a) zur Wirtschaftlichkeit der Vergärung von Hähnchenmist, b) zu Wirtschaftlichkeit der Gärresttrocknung sowie c) zu möglichen Synergieeffekten durch die Nutzung der Biogasabwärme in Hähnchenmastställen beantwortet:

- Zunächst verdeutlichen die Ergebnisse aus Tabelle 3.28, dass die Biogaserzeugung auch in der Veredlungsregion trotz Nährstoffüberschüssen wirtschaftlich zu betreiben ist. Sofern nur die anfallende Schweinegülle in der Anlage vergoren wird, wird ein Unternehmergewinn von 15.000 € und eine Rendite von 6 % erwirtschaftet. Die eingesetzte Arbeit wird mit 26 €/h entlohnt. Erst bei einem Maispreis von 27 €/t FM frei Halm (≈ 170 €/t Weizen) erwirtschaftet die Anlage einen Unternehmergewinn von Null.
- Durch den zusätzlichen Einsatz von Hähnchenmist erhöhen sich die erforderlichen Volumen für Fermenter und Gärrestlager geringfügig, während sich der Silolager-

raumbedarf verringert. Im Ergebnis sinken die Investitionen durch den Einsatz von Geflügelmist um etwa 100 €/kW und die jährlichen Kapitalkosten um 2.000 €. Weiterhin verringern sich die Substratkosten aufgrund des geringeren Maisbedarfs jährlich um 21.000 €. Diesen eingesparten Kosten von insgesamt 23.000 € stehen lediglich 2.000 € höhere Gärrestentsorgungskosten gegenüber. Somit steigt der Unternehmergewinn durch den Einsatz von Hähnchenmist um 21.000 €. Dies entspricht einem zusätzlichen Gewinn von 33 €/t Hähnchenmist. Die Rendite erhöht sich ebenfalls um 5 Prozentpunkte auf 11 % und die Entlohnung der eingesetzten Arbeit um 16 €/h auf 42 €/h. Bis zu einem Maispreis von 34 €/t FM frei Halm ( $\approx 215$  €/t Weizen) werden positive Unternehmergewinne erwirtschaftet. Diese Kalkulation führt zu dem Schluss, dass es für den Betreiber einer solchen Anlage betriebswirtschaftlich nicht lukrativ wäre, den Hähnchenmist zu exportieren, solange er für den Hähnchenmist nicht mindestens einen Erlös von 33 €/t frei Hof erzielt.

- Durch die zusätzliche Gärresttrocknung (200 kW\_SG\_HM\_Tr) sinkt der Unternehmergewinn gegenüber der Anlage mit einer Wärmenutzung von 450 MWh (200 kW\_SG\_HM) um 15.000 € und die Rendite um 4 Prozentpunkte. Dieses Ergebnis deckt sich mit bisherigen Berechnungen, nach denen eine Biogasanlage bereits bei einer 50 %igen Abwärmenutzung ohne Wärmeerlös den gleichen Gewinn erzielt wie eine Biogasanlage mit Gärresttrocknung (EVESLAGE, 2009: 44). Im Vergleich zu einer Anlage ohne Wärmekonzept (200 kW\_SG\_HM\_oW) verbessert die Gärresttrocknung die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage jedoch. Der Gewinn steigt um 8.000 € (+60 %) und die Rendite um einen Prozentpunkt. Somit besteht für Biogasanlagenbetreiber ohne Wärmekonzept ein wirtschaftlicher Anreiz, in die Gärresttrocknung zu investieren, um ihre Gewinne und Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Aufgrund der geringen Trocknungsleistung wird dabei jedoch nur ein geringer Beitrag zur Verringerung der kostenwirksam zu exportierenden Nährstoffüberschüsse geleistet (vgl. Tabelle 3.27).
- Das Heizen der Hähnchenmastställe mit der Biogasabwärme führt zu starken Synergieeffekten. Alleine durch den zusätzlichen KWK-Bonus steigen die jährlichen Erlöse um 10.000 €. Ein spezifischer Wärmeerlös von lediglich 2,5 ct/kWh erhöht die Erträge um weitere 10.000 €. Bei gleichbleibenden Kosten steigt der Unternehmergewinn durch die verbesserte Wärmenutzung somit um 20.000 €. Die Verzinsung des eingesetzten Kapitals steigt infolgedessen um 4 Prozentpunkte auf 15 %; die Verwertung der eingesetzten Arbeit erhöht sich um 14 €/h auf 56 €/h. In einer solchen Anlage wird der gewinnlose Zustand erst bei Maispreisen von 39 €/t frei Halm ( $\approx 250$  €/t Weizen) erreicht.

**Tabelle 3.28:** Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher 200 kW-Anlagen in der Veredlungs-region

Wirtschaftsdünger		Schweinegülle	Schweinegülle und Hähnchenmist			
Wärmenutzung		Standard- wärme	Standard- wärme	Trocknung	Ohne Wärmenutzung	Standardwärme + Hähnchen
Bezeichnung		200 kW_SG	200 kW_SG_ HM	200 kW_SG_ HM_Tr	200 kW_SG_ HM_oW	200 kW_SG_ HM_Heiz
Gülleanteil	%	33	43 <sup>1)</sup>	43 <sup>1)</sup>	43 <sup>1)</sup>	43 <sup>1)</sup>
Fermentervolumen (brutto)	m³	1.654	1.722	1.722	1.722	1.722
Gärrestlager	m³	2.409	2.424	2.424	2.424	2.424
Silolager	m³	6.488	5.482	5.482	5.482	5.482
Investitionsvolumen	€/kW	4.900	4.800	5.800	4.800	4.800
Verkaufte Strommenge	MWh/a	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	1.467	-	835
Silomaisbedarf	t FM/a	4.541	3.838	3.838	3.838	3.838
Flächenbedarf	ha	101	85	85	85	85
Transportentfernung Silomais	km	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5
Schweinegülle	m³/a	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950
Hähnchenmist	t/a		640	640	640	640
<b>Kosten</b>						
Abschreibungen	€/a	87.000	86.000	107.000	86.000	86.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	16.000	15.000	21.000	15.000	15.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	37.000	37.000	44.000	37.000	37.000
Kosten Silomais	€/a	110.000	93.000	93.000	93.000	93.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	29.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	-	-	-
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	23.000	27.000	17.000	25.000	25.000
Sonstige Direktkosten	€/a	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Lohnkosten	€/a	21.000	21.000	22.000	21.000	21.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	25.000	25.000	33.000	25.000	25.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>352.000</b>	<b>333.000</b>	<b>366.000</b>	<b>331.000</b>	<b>331.000</b>
<b>Erlöse</b>						
Strompreis	€/kWh	0,22	0,22	0,24	0,22	0,23
Stromerlös	€/a	356.000	356.000	382.000	344.000	366.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	-	-	21.000
Erlöse getrockneter Gärrest	€/a		-	5.000	-	-
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>367.000</b>	<b>367.000</b>	<b>387.000</b>	<b>344.000</b>	<b>387.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>15.000</b>	<b>34.000</b>	<b>21.000</b>	<b>13.000</b>	<b>56.000</b>
Kapitalrentabilität	%	6	10	7	6	15
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	26	40	30	25	56
Max. ZB Silomais frei Halm	€/t	27	33	30	28	39

1) Der Gülleanteil liegt bei 43 %, wenn die auf dem Betrieb anfallende Schweinegülle und der Hähnchenmist vergärt wird.

Quelle: Eigene Berechnung.

### **Wettbewerbsfähigkeit der Biogasanlagen gegenüber der Veredlung am Flächenmarkt**

Im Gegensatz zur Rinderhaltung werden in der Schweine- und Hähnchenmast überwiegend energiereiche Futtermittel, wie Getreide, eingesetzt. Da diese Futtermittel aufgrund höherer TS-Gehalte sehr transportwürdig sind, können sie aus anderen Regionen importiert werden. Mit Blick auf die Fütterung erfolgt die Schweine- und Hähnchenmast somit flächenunabhängig. Daher wird die Wettbewerbsfähigkeit am Flächenmarkt nicht anhand der Grundrente, sondern anhand der Zahlungsbereitschaft für die Fläche analysiert.

In intensiven Veredlungsregionen mit Nährstoffüberschüssen konkurrieren Schweine- und Geflügelhalter um landwirtschaftliche Nutzflächen zur Ausbringung von Nährstoffen. Da lediglich in der landwirtschaftlichen Tierhaltung die Umsatzsteuer pauschaliert werden kann, kommt es weiterhin vor allem unter Schweinehaltern<sup>34</sup> zu Flächenkonkurrenzen. Ursache ist, dass im Steuerrecht die Tierhaltung nur als landwirtschaftlich anerkannt wird, wenn Höchstgrenzen für die gehaltenen Vieheinheiten je Hektar LF eingehalten werden. Werden sie überschritten, gilt die Viehhaltung als gewerblich.

Inwiefern eine Biogasanlage die Zahlungsbereitschaft eines Schweinemastbetriebes für Pachtflächen erhöht, zeigen folgende Überlegungen:

- (1) Ein Schweinemastbetrieb kann Gülle auf der Fläche ausbringen und spart somit Entsorgungskosten über die Nährstoffbörse. Werden eine Ausbringungsmenge von 26 m<sup>3</sup>/ha und Entsorgungskosten von 6 €/m<sup>3</sup> unterstellt, ergibt sich hieraus eine Zahlungsbereitschaft von 150 €/ha.
- (2) Wenn die Schweinemast aufgrund einer Flächenzupacht weiterhin landwirtschaftlich betrieben werden kann, entsteht hierdurch ein steuerlicher Vorteil gegenüber der gewerblichen Tierhaltung. Dieser Vorteil kann ebenfalls auf die Fläche umgelegt werden. Auf einem 50 ha<sup>35</sup> Betrieb können maximal 7,8 VE/ha gehalten werden. Bei 2,7 Mastdurchgängen im Jahr fallen je Mastplatz 0,3 VE an, sodass der Betrieb 26 Mastplätze/ha vorhalten muss (wenn er nicht gewerblich werden will). Der steuerliche Vorteil der landwirtschaftlichen gegenüber der gewerblichen Schweinemast liegt bei 12 €/Mastplatz (vgl. Tabelle A16 im Anhang). Insgesamt erhöht sich somit

---

<sup>34</sup> Da in der Geflügelhaltung die Grenzwerte zur gewerblichen Tierhaltung sehr schnell erreicht sind, wurde die Hähnchenmast oftmals schon in der Vergangenheit auch ohne die Konkurrenz mit Biogasanlagen gewerblich betrieben (vgl. Tabelle 3.27).

<sup>35</sup> Die auf die Fläche anzurechnende Anzahl Vieheinheiten sinkt progressiv. Daher werden größere Betriebe in der landwirtschaftlichen Praxis oftmals in kleinere Einheiten geteilt.

die maximale durchschnittliche<sup>36</sup> Zahlungsbereitschaft für die Fläche um weitere 300 €/ha.

- (3) Weiterhin kann der Veredlungsbetrieb einen Teil seines Gewinnbeitrags aus dem Ackerbau an den Verpächter weitergeben. Somit ist die maximale Zahlungsbereitschaft für die Fläche bei einem Schweinehalter ohne Biogasanlage vom Getreidepreisniveau abhängig. Für die zuvor beschriebenen Produktionskosten beim Weizenanbau, dem unterstellten Preisszenario von 150 €/t Weizen sowie einem angenommenen Stroherlös von 120 €/ha erhöht sich die Zahlungsbereitschaft für die Fläche um weitere 380 €/ha. Selbst wenn der Betrieb Energiemais für Biogasanlagenbetreiber anbaut, kann er hierfür nur den regionalen Marktpreis realisieren. Dieser wird wiederum über die Nutzungskosten der Fläche vom Getreidepreisniveau bestimmt. In der Regel wird der so definierte Preis für Silomais unterhalb der maximalen Zahlungsbereitschaft von Biogasanlagenbetreibern liegen. Insgesamt beträgt die maximale Zahlungsbereitschaft eines Schweinemastbetriebes für die Fläche damit 830 €/ha. Wird zusätzlich berücksichtigt, dass bei der Flächenkonkurrenz in den intensiven Veredlungsregionen Direktzahlungen in Höhe von 300 €/ha teilweise an die Verpächter durchgereicht werden, erklären sich selbst für ein geringeres Agrarpreisniveau regionale Pachtpreise von über 900 €/ha.
- (4) Betreibt der Schweinehalter hingegen selbst eine Biogasanlage, realisiert er die volle Grundrente aus der Biogaserzeugung. Seine maximale Zahlungsbereitschaft für die Fläche wird damit nicht mehr vom Getreidepreisniveau, sondern von der Grundrente der Biogaserzeugung bestimmt. Je nachdem, ob er mit der anfallenden Wärme seine Hähnchenställe beheizt oder nicht, kann er trotz der Kosten für den Nährstoffexport maximal zwischen 34 und 39 €/t FM frei Halm für den Silomais bezahlen (vgl. Tabelle 3.28). Bei einem Maisertrag von 45 t/ha und Direkt- und Arbeitserledigungskosten von 706 €/ha frei Halm, ergibt sich daraus eine Grundrente zwischen 800 und 1.000 €/ha. Somit steigt die maximale Zahlungsbereitschaft für die Fläche von 830 auf 1.250 bis 1.450 €/ha.

Selbst wenn es mit Blick auf die Beschaffung von Rohstoffen der Entsorgung von Nährstoffen oder aus steuerlichen Erwägungen nicht erforderlich ist, dürften Biogasanlagenbetreiber in der Veredlungsregion weiterhin aus folgenden Gründen versuchen zusätzliche Flächen zu pachten:

- Banken gewähren Kredite für die Errichtung von Biogasanlagen in der Regel nur, wenn zumindest 50 % der Rohstoffe durch langfristige Pachtverträge bzw. eigene

---

<sup>36</sup>

In einer Grenzbetrachtung, in der lediglich ein Hektar Fläche für die Pauschalierung fehlt, kann theoretisch der gesamte Pauschalierungsvorteil auf die fehlende Fläche umgelegt werden. Daraus können sich auch deutlich höhere maximale Zahlungsbereitschaften für Flächen ergeben. Im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch von der durchschnittlichen Zahlungsbereitschaft ausgegangen.

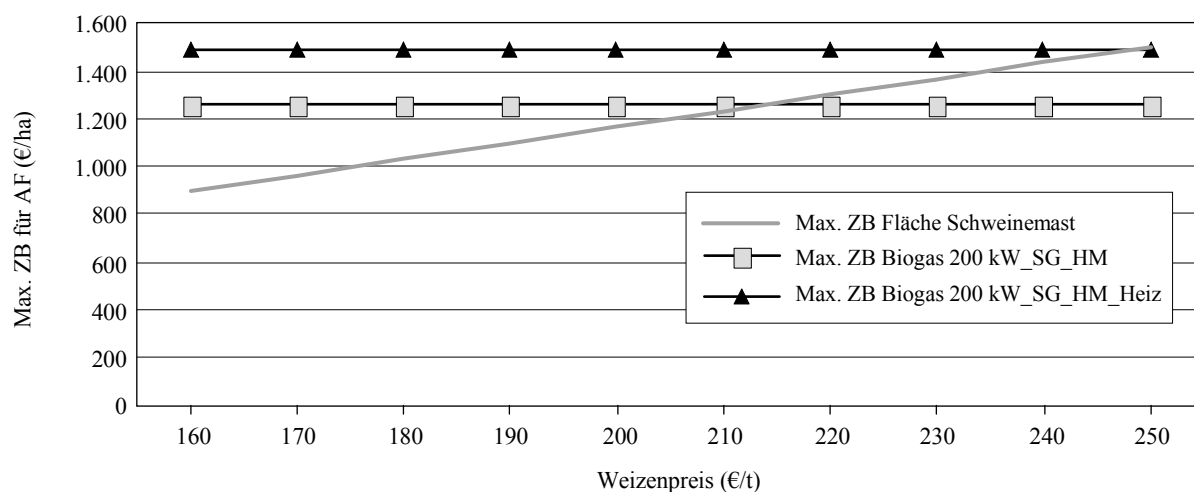


Flächen gesichert sind (KUES, 2009). Daher werden lediglich größere Biogasanlagen bzw. Betriebe mit einer geringeren Flächenausstattung durch die Finanzierungsvorgaben der Banken veranlasst zusätzliche Flächen zu pachten.

- Wenn sich der regionale Maismarkt infolge eines vermehrten Zubaus von Biogasanlagen vom Käufer- zum Verkäufermarkt entwickelt, könnte sich der Maispreis vom Gleichgewichtspreis zum Weizen abkoppeln. Um sich vor einer derartigen Entwicklung zu schützen, könnten Biogasanlagenbetreiber zusätzliche Flächen pachten.
- Auch die zunehmende Volatilität auf den Agrarmärkten könnte Biogasanlagenbetreiber dazu veranlassen, durch langfristige Pachtverträge ihre Substratversorgung zu sichern.

In Abbildung 3.14 werden die vorherigen Ausführungen zusammengefasst und die maximalen Zahlungsbereitschaft der Biogasproduktion sowie der Schweinemast für Fläche in Abhängigkeit vom Weizenpreisniveau dargestellt. Ein reiner Veredlungsbetrieb ohne Biogasanlage ist demnach erst ab Weizenpreisen zwischen 215 und 250 €/t Weizen am Flächenmarkt gegenüber einem kombinierten Veredlungs- und Biogasanlagenbetreiber wettbewerbsfähig. Ursache ist, dass bei derart hohen Getreidepreisen der Gleichgewichtspreis für Maissilage stark ansteigt und eine Biogasanlage nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann.

**Abbildung 3.14:** Vergleich maximale Zahlungsbereitschaft für Fläche Biogasproduktion vs. Schweinemast in einer Veredlungsregion



Quelle: Eigene Berechnung.

### 3.3.3 Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Veredlungsregion

Auf der Grundlage von den Analysen zur Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit von Biogasanlagen in der Veredlungsregion werden nachfolgend Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 dieser Region gezogen.

- (1) Die Biogasproduktion ist in der Veredlungsregion trotz der Nährstoffüberschüsse sehr wirtschaftlich und erzielt eine Kapitalrentabilität von bis zu 15 %.
- (2) Um einen möglichst hohen Anteil der Substrate (mindestens 50 %) von den eigenen Pachtflächen bereitzustellen und die Finanzierungsbedingungen zu erfüllen, müssen Biogasanlagenbetreiber in der Regel auf ihrer gesamten Fläche Silomais anbauen. Somit ist mit steigenden Maisanteilen auf den Betrieben und in der Gesamtregion zu rechnen.
- (3) Aufgrund des höheren Flächenbedarfs der Biogaserzeugung im Vergleich zur Flächenausstattung typischer Betriebe wird durch das EEG 2009 eine steigende Flächennachfrage ausgelöst. Biogasanlagenbetreiber konkurrieren jedoch nicht unmittelbar mit Hähnchen- und Schweinemastbetrieben um Rohstoffe bzw. Flächen zur Rohstoffproduktion, sondern lediglich um Flächen zur Ausbringung von Nährstoffen. Wenn Biogasanlagenbetreiber, die gleichzeitig Schweine mästen, über ausreichend Flächen verfügen, um die Tierhaltung landwirtschaftlich zu betreiben, werden sie den Substratbedarf in der Regel über Zukaufverträge sichern anstatt zusätzliche Flächen zu pachten. Ursache ist, dass es deutlich günstiger ist, die Substrate über Verträge zuzukaufen. Bei einem regionalen Pachtpreis von 1.000 €/ha und Direkt- und Arbeitserledigungskosten für den Maisanbau von 710 €/ha ergeben sich bei einem Ertrag von 45 t FM/ha Bereitstellungskosten von 37,9 €/ha frei Halm. Werden die Substrate zugekauft, sind anstelle der Pacht lediglich die Nutzungskosten aus dem Ackerbau zu berücksichtigen. Dies liegt daran, dass die Verkäufer weiterhin Gülle auf den Flächen ausbringen und Vieheinheiten aktivieren können. Bei einem Weizenpreis von 150 €/t betragen die Nutzungskosten aus dem Ackerbau 710 €/ha (vgl. Tabelle 3.26). Insgesamt ergeben sich beim Maiszukauf somit lediglich Kosten von 32,2 €/t frei Halm.
- (4) Wenn Biogasanlagenbetreiber mit Schweinemast jedoch ihre Schweinemastställe erweitern und die Tierhaltung weiterhin landwirtschaftlich betreiben wollen, benötigen sie zusätzliche Flächen, um Vieheinheiten zu aktivieren. Dann können sie auch die daraus resultierenden Steuervorteile auf die Flächen umlegen. Da die Grundrenten aus der Biogaserzeugung bis zu einem Getreidepreis von 230 €/t höher sind als beim Getreideanbau, können sie für zusätzlich benötigte Flächen in der Regel deutlich höhere Pachten zahlen als reine Schweinemäster. Selbst ohne Berücksichtigung von Direktzahlungen ergeben sich maximal zahlbare Pachtpreise von 1.200 bis

- 1.500 €/ha (vgl. Abbildung 3.14). In der Region sind die Flächenkonkurrenz und das Pachtpreinsniveau bereits traditionell hoch. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass bestehende Veredlungsbetriebe in Biogas investieren, um langfristig am Flächenmarkt wettbewerbsfähig zu sein und Wachstumsabsichten in der Tierhaltung realisieren zu können.
- (5) Aufgrund zu erwartender Pachtpreissteigerungen werden Schweinemäster ohne Biogasanlage vermehrt gezwungen, ihre Schweinemast gewerblich zu betreiben. In der Folge können sie a) steuerliche Vorteile durch die landwirtschaftliche Tierhaltung nicht mehr realisieren und müssen b) mehr Gülle über die Güllebörse entsorgen. Beide Effekte verringern das Einkommen aus der Schweinemast.
- (6) Hinsichtlich möglicher Synergien zwischen der Tierhaltung und der Biogaserzeugung ist festzuhalten, dass sich erhebliche Synergien mit der Hähnchenmast ergeben. Ursache ist, dass aus Hähnchenmist vergleichbare Gaserträge zu erzielen sind wie aus Maissilage, wobei Hähnchenmist zumindest bisher kostenfrei zur Verfügung steht. Weiterhin können mit der Wärme der Biogasanlage die Hähnchenställe beheizt werden. Somit ist davon auszugehen, dass Veredlungsbetriebe künftig vermehrt die Biogaserzeugung mit der Hähnchenmast kombinieren werden.
- (7) Da die Unternehmergewinne deutlich steigen, wenn Hähnchenmist vergoren wird, besteht ein erheblicher Anreiz, Hähnchenmist in Biogasanlagen vor Ort zu verwerten, anstatt ihn – wie bisher vielfach üblich – aus der Region zu exportieren. Wird der Hähnchenmist ebenfalls in einer 200 kW-Biogasanlage vergoren, steigt der Unternehmergewinn um 20.000 € (vgl. Tabelle 3.28). Auf die Hähnchenmast übertragen entspricht dies einem Anstieg des Gewinns um 31 €/t HM. Ein Hähnchenmäster mit Biogasanlage wird seinen Hähnchenmist künftig somit nur dann direkt exportieren, wenn er einen Erlös von mindestens 31 €/t Hähnchenmist erzielt. Sofern die abnehmenden Betriebe nicht bereit sind, diesen Preis zuzüglich der Transportkosten zu zahlen, werden zukünftig weniger Nährstoffe in Form von Hähnchenmist exportiert. Dies wird die bisherigen Abnehmer – vielfach Ackerbaubetriebe in größerer Entfernung von Veredlungsregionen – negativ betreffen. Darüber hinaus dürften in der Folge die erforderlichen Transportdistanzen und damit die Entsorgungskosten für flüssige Wirtschaftsdünger leicht steigen, weil die Menge der zu Lasten der Mäster und Biogasanlagen zu exportierenden Nährstoffe steigt und damit bei ordnungsgemäßer Verbringung die durchschnittliche Transportentfernung steigen wird. Allerdings wird dieser Preisanstieg sehr begrenzt ausfallen, da selbst bei einer Verdopplung der Ausbringungsfläche die Transportdistanzen lediglich um 40 % ansteigen (vgl. Abbildung 2.4).

- (8) Wird der aus der Kombination von Biogas und Hähnchenmist erzielte zusätzliche Unternehmergewinn von 20.000 €/a auf die Hähnchenmast umgelegt, entspricht dies einem Gewinnanstieg von 4 ct/Tier.<sup>37</sup> Durchschnittliche Gewinnbeiträge liegen in der Hähnchenmast lediglich bei etwa 7 ct/Tier (SCHULZE-STEINMANN, 2011: 29-30). Somit steigt der Gewinnbeitrag in der Hähnchenmast um fast 60 %, wenn die Mäster ihren Mist in einer Biogasanlage vergären.
- (9) Hinsichtlich der internationalen Wettbewerbsfähigkeit profitiert die deutsche Hähnchenmast erheblich vom EEG 2009. In Westeuropa liegen die Kostenunterschiede in der Broilerproduktion bisher im Bereich von 1 bis 3 ct/kg Lebendmasse (LM) (vgl. PELIKAN ET AL., 2010: 24). Während Produzenten in anderen europäischen Veredlungszentren in der Regel keine Erlöse für ihren Mist erzielen können, können deutsche Mäster ihren Hähnchenmist in Biogasanlagen veredeln. Wird der Hähnchenmist ebenfalls in einer 200 kW-Biogasanlage vergärt, steigt der Gewinn um 20.000 € (vgl. Tabelle 3.28). Auf die Hähnchenmast übertragen entspricht dies einem Anstieg der Gewinne um 33 €/t HM bzw. 2 ct/kg Lebendmasse (LM).<sup>38</sup> Daraus wird ersichtlich, dass der Vorteil aus der Kombination von Biogasanlagen mit Hähnchenmastställen bisherige Kostenunterschiede aufgrund von Managementfähigkeiten annähernd ausgleicht.
- (10) Die Trocknung von Gärresten ist selbst in Veredlungsregionen wirtschaftlich nur für Anlagen interessant, die über kein alternatives Wärmekonzept verfügen. Aufgrund der geringen Trocknungsleistung werden über getrocknete Gärreste weniger Nährstoffe exportiert als zuvor mit Hähnchenmist. Somit kann auch die Gärresttrocknung einen zunehmenden Anfall wenig transportwürdiger Wirtschaftsdünger nicht verhindern. In der Folge steigen a) die Transportkosten und damit der Druck auf die Wirtschaftlichkeit aller Veredlungsbetriebe und b) die Risiken einer unsachgemäßen Verwendung von Wirtschaftsdüngern.

---

<sup>37</sup> Annahme: 1,14 kg HM/Broiler; sieben Durchgänge.

<sup>38</sup> Annahme: 1,14 kg HM/Broiler; sieben Durchgänge; 2 kg LM/Broiler.

### **3.4 Strukturwirkungen von Biogasanlagen in der Ackerbauregion**

Als Ackerbauregion wurde in Kapitel 2.3.2 der Landkreis Hildesheim ausgewählt. Zunächst werden in Kapitel 3.4.1 die Flächenausstattung und Erträge eines typischen Ackerbaubetriebes aus der Region beschrieben. Dies ist notwendig, da hierdurch die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Region bestimmt werden. Bereits in Kapitel 3.1.2 wurde das Wirtschaftsdüngeraufkommen in der Ackerbauregion als gering eingestuft. Daher stellt sich die Frage, wie sich die regionale Knappheit von Wirtschaftsdüngern auf die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung auswirkt. Hierfür werden in Kapitel 3.4.2 zunächst Strategien entwickelt, mit denen in einer Ackerbauregion eine Biogasanlage mit Wirtschaftsdünger versorgt werden kann. Anschließend wird in Kapitel 3.4.3 analysiert, wie sich die unterschiedlichen Strategien auf die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Biogasproduktion in einer Ackerbauregion auswirken.

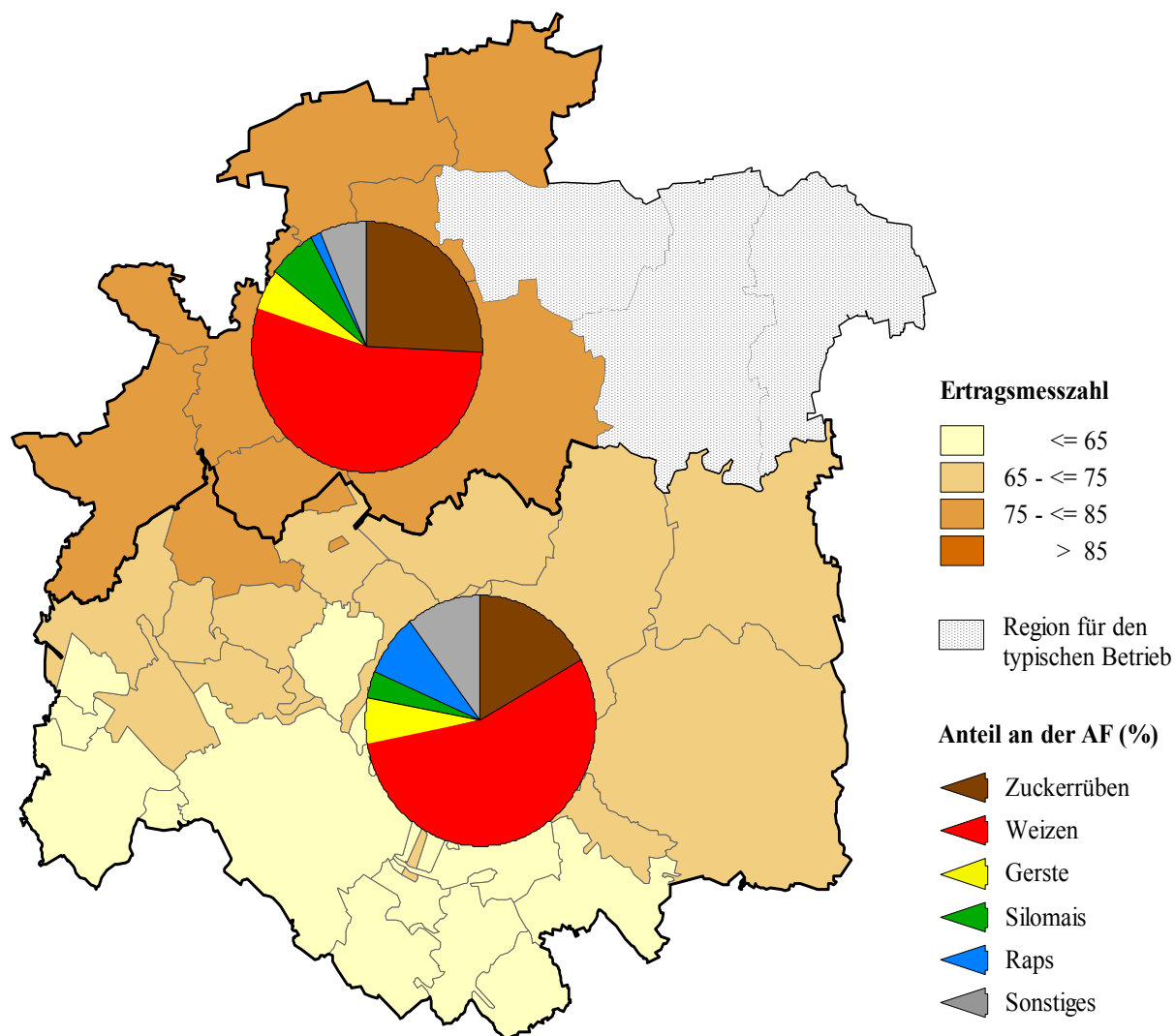
#### **3.4.1 Beschreibung eines typischen Ackerbaubetriebes**

##### **Regionale Einordnung**

In Karte 3.6 sind regionale Unterschiede der Bodenqualität sowie in der Anbaustruktur im Landkreis Hildesheim dargestellt. Die Kernregion der Hildesheimer Börde liegt im nördlichen Teil des Landkreises. Hier ist die EMZ mit durchschnittlich 85 Punkten höher als in den übrigen Gemeinden, die im Schnitt lediglich eine EMZ von 67 erreichen.

Auch die Anbaustruktur variiert regional leicht. In der Kernregion der Hildesheimer Börde werden überwiegend Weizen und Zuckerrüben mit Anteilen von 54 und 25 % an der AF angebaut. Gerste und Silomais haben hingegen nur Anteile von 5 bzw. 7 % an der AF. Raps findet sich erst auf 1 % der Ackerfläche.

Der Weizenanteil an der AF ist im übrigen Landkreis genauso hoch. Allerdings sind die Zuckerrübenanteile mit 17 % geringer. Stattdessen wird bereits auf 8 % der AF Raps angebaut.

**Karte 3.6:** Bodengüte und Anbaustruktur im Landkreis Hildesheim

Der typische Betrieb befindet sich im Kerngebiet der Hildesheimer Börde in der Region Harsum, Schellerten, Söhlde. Hier wird eine EMZ von 90 erreicht. Der Rübenanteil liegt sogar bei 28 % (LSKN, 2010). Somit ist festzuhalten, dass der typische Betrieb in der ertragsstärksten Region im Landkreis Hildesheim liegt. Dies ist zu berücksichtigen, wenn die Erträge mit agrarstatistischen Daten für den Landkreis Hildesheim verglichen werden. Die Anbaustruktur und das Ertragsniveau wurden mit Beratern des Landwirtschaftlichen Beratungsrings Hildesheim e. V. abgestimmt.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Die Daten des typischen Betriebes wurde in Expertengesprächen mit den Beratern Cord Brennecke und Friedrich-Wilhelm Hans vom Landwirtschaftlichen Beratungsrings Hildesheim-Innerstetal e. V. erhoben.

### Flächennutzung des typischen Ackerbaubetriebes

Der Betrieb bewirtschaftet insgesamt 140 ha Ackerfläche. Im Vergleich mit den Betriebsgrößenklassen im Landkreis Hildesheim (Tabelle 3.29) wird deutlich, dass der Betrieb überdurchschnittlich groß ist. Lediglich 18 % der Betriebe entsprechen dieser Größe. Drei Viertel der Betriebe bewirtschaftet weniger als 100 ha. Allerdings wird bereits mehr als die Hälfte der Fläche von Betrieben mit mehr als 100 ha LF bewirtschaftet. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass in der Agrarstatistik auch Nebenerwerbsbetriebe erfasst sind. Der typische Betrieb stellt jedoch einen typischen Haupterwerbsbetrieb dar.

**Tabelle 3.29:** Größenklassen landwirtschaftlicher Betriebe im Landkreis Hildesheim

Größenklasse (LF)		<50 ha	50-100 ha	100-200 ha	>200 ha
Anteil der Betriebe in Größenklassen	%	44	32	18	5
Anteil der Fläche (ha) in Größenklassen	%	14	31	33	22

Quelle: LSKN (2010).

Die Fruchtfolge des Betriebes besteht zu zwei Drittel aus Getreide und zu einem Drittel aus Blattfrucht. Die ackerbaulichen Kennzahlen des Betriebes sind in Tabelle 3.30 dargestellt. Auf dem Betrieb werden 40 ha Zuckerrüben mit einem Ertrag von 65 t FM/ha sowie 100 ha Weizen mit einem Ertrag von 9,3 t/ha<sup>40</sup> angebaut. Der Weizenertrag weicht leicht von den in der Agrarstatistik ausgewiesenen Werten (8,9 t/ha) ab. Ursache hierfür ist, dass in der Agrarstatistik auch die Grenzstandorte in den Randbereichen des Harzes für den Landkreis Hildesheim erfasst werden. Im Kerngebiet der Hildesheimer Börde werden jedoch höhere Erträge erzielt.

Da auf dem Betrieb keine organischen Nährstoffe anfallen, wird der gesamte Nährstoffbedarf über Mineraldünger gedeckt.

<sup>40</sup> Während für Rübenweizen ein Ertragsniveau von 9,6 t erreicht wird, liegen die Erträge für Stoppelweizen lediglich bei 8,9 t/ha. Aus Gründen der Vereinfachung wird im Rahmen der Arbeit mit einem durchschnittlichen Ertrag von 9,3 t/ha gerechnet.

**Tabelle: 3.30:** Erträge und Anbaustruktur eines typischen Ackerbaubetriebes in der Hildesheimer Börde

		Weizen	Zuckerrüben
Fläche	ha	100	40
Frischmasseertrag (brutto)	t FM/ha	9,3	65,0
TS-Gehalt	%	88	23
Mineralische Düngung			
N	kg/ha	210	160
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	90	90
K <sub>2</sub> O	kg/ha	135	380

Quelle: Eigene Berechnungen nach LWK NDS (2011f); LWK NDS (2011g); Brennecke (2009); Hans (2011).

Zunächst stellt sich die Frage, welche Kultur der Silomaisanbau verdrängt, da sich hierüber die Nutzungskosten der Fläche ergeben. Zur Beantwortung sind in Tabelle 3.31 die direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) des Ackerbaubetriebes für Zuckerrüben und Weizen dargestellt. Bei dem im Rahmen dieser Arbeit unterstellten Weizenpreisniveau von 150 €/t (vgl. Kapitel 2.3.3.2) werden mit dem Weizenanbau DAKfL von 300 €/ha erwirtschaftet. Aufgrund der EU-Zuckermarktordnung ist der Preis für Quotenrüben politisch festgelegt, sodass von keinem historischen Preiszusammenhang zwischen Getreide und Zuckerrüben auszugehen ist. Daher wird der Preis für Zuckerrüben aus dem durchschnittlichen Quotenrübenpreis der Nordzucker AG für den Zeitraum 2007 bis 2010 abgeleitet. Bei einem Preisniveau von 36,2 €/t FM (DNZ, 2011: 15) werden mit dem Zuckerrübenanbau DAKfL von 860 €/ha erwirtschaftet. Somit ist der Anbau von Zuckerrüben dem Weizenanbau um fast 600 €/ha überlegen. Daher wird der Betriebsleiter weiterhin Zuckerrüben anbauen und lediglich Weizenflächen durch Silomais ersetzen. Sollten die Weizenflächen nicht ausreichen, um eine Biogasanlage mit Silomais zu versorgen, wird der Unternehmer es vorziehen, Mais von anderen Betrieben zuzukaufen, anstatt seinen Rübenanteil zu reduzieren. Somit sind die DAKfL aus dem Weizenanbau als Opportunitätskosten der Fläche für den Silomaisanbau zu berücksichtigen.



**Tabelle 3.31:** Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistungen des typischen Ackerbaubetriebes

		Weizen	Zuckerrüben
Ertrag	t FM/ha	9,3	65,0
Preis	€/t	150	36
Strohertrag	t/ha	0	
Strohpreis	€/t	0	
Leistung	€/ha	1.395	2.353
Saatgut	€/ha	81	190
Pflanzenschutz	€/ha	142	195
Mineralische Düngung			
N	kg/ha	210	160
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	90	90
K <sub>2</sub> O	kg/ha	135	380
Nährstoffwert	€/ha	402	516
Ausbringungskosten	€/ha	17	10
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>419</b>	<b>526</b>
Ernte und Transport	€/ha	152	295
Sonst. Arbeitserledigungskosten	€/ha	305	289
<b>Summe Direkt- und Arbeitserledigungskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.099</b>	<b>1.496</b>
Direkt- und arbeitserl. freie Leistungen	€/ha	296	857

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2011b); o.V. (2010); Brennecke (2009); Hans (2011); LWK NDS (2011f); LWK NDS (2011g).

Weiterhin ist zu klären, ob mit der vorhandenen Fläche die in Kapitel 3.1.3 als vorzüglich ausgewiesene 200 kW-Biogasanlage betrieben werden kann. In Tabelle 3.32 ist die potenziell zu installierende elektrische Leistung dargestellt, wenn der Landwirt auf seinen Weizenflächen Silomais anbaut. Bei einem Ertragsniveau für Silomais von 55 t FM/ha kann er mit der vorhandenen Fläche mehr als 200 kW-Leistung betreiben. Somit ist er für eine 200 kW-Anlage nicht auf den Zukauf von Silomais angewiesen. Da auf dem Betrieb jedoch keine Gülle anfällt, muss der Anlagenbetreiber Wirtschaftsdünger importieren, wenn er den Güllebonus realisieren will (vgl. Kapitel 2.1.1). Welche Strategien hierfür zur Verfügung stehen, wird im nächsten Abschnitt analysiert.

**Tabelle 3.32:** Potenzielle elektrische Leistung des typischen Ackerbaubetriebes

Pflanzliche Rohstoffe	Fläche ha	Nettoertrag <sup>1)</sup> t FM/ha	Stromertrag kWh/t FM	Erzielbare el. Leistung kW
Ackerland (Maissilage)	100	48	383	229
Kein Wirtschaftsdüngeranfall				-
<b>Zu installierende elektrische Leistung</b>				<b>229</b>

Annahmen: 8.000 Volllaststunden, 36,3 % el. Wirkungsgrad

1) 13 % Feld- und Siliverluste.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2009); KTBL (2010); Brennecke (2009); Hans (2011).

### 3.4.2 Strategien zum Wirtschaftsdüngerimport

Im vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass der typische Ackerbauer mit der vorhandenen Fläche eine 200 kW-Anlage betreiben kann. Es fällt jedoch keine Gülle an. Allerdings erhöhen sich bei einer solchen Anlage die jährlichen Stromerlöse um 55.000 €, wenn der Güllebonus realisiert wird (vgl. Tabelle A8 im Anhang). Daher stellt sich die Frage, a) wie Biogasanlagenbetreiber in der Ackerbauregion die erforderliche Güllemenge beschaffen können und b) wie sich die unterschiedlichen Strategien auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in einer Ackerbauregion auswirken.

Im Folgenden werden zunächst Szenarien abgeleitet, nach denen ein typischer Ackerbaubetrieb eine Biogasanlage betreiben kann. Wie rentabel die einzelnen Szenarien sind, wird im nächsten Kapitel analysiert.

#### (1) Verzicht auf den Güllebonus

Der Anlagenbetreiber wird nur Wirtschaftsdünger einsetzen, wenn er damit einen höheren Unternehmergewinn und eine höhere Rendite erwirtschaften kann, als wenn er auf den Güllebonus verzichtet. Daher ist die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen mit unterschiedlichen Strategien zum Wirtschaftsdüngerimport dem Unternehmergewinn und der Rendite einer Anlage ohne Güllebonus gegenüberzustellen. Hierfür wird im nächsten Kapitel zunächst eine Anlage kalkuliert, die keine Gülle einsetzt (200 kW<sub>o</sub>WD).

#### (2) Gülleimport von benachbarten Betrieben

Sofern in der Region Gülle verfügbar ist, kann der Betrieb versuchen, diese von benachbarten Betrieben zu beziehen. Daher wird im nächsten Kapitel eine 200 kW-Anlage kalkuliert, für die in der Region anfallende Wirtschaftsdünger beschafft werden (200 kW<sub>WD</sub>Reg). Dabei stellt sich die Frage, mit welcher durchschnittlichen Transportentfernung zu rechnen ist. Hierfür wird nachfolgend die durchschnittliche Transportentfernung aus dem Viehbestand abgeschätzt. In der Region des typischen Betriebes (Gemeinden Harsum, Söhlde und Schellerten) gibt es insgesamt 14 Schweinehalter sowie

einen Milchviehbetrieb<sup>41</sup> (LSKN, 2010). Werden die durchschnittlichen Bestandsgrößen für den Landkreis Hildesheim von 430 Ferkeln, 150 Zuchtsauen, 260 Mastscheinen sowie 35 Kühen auf die Region des typischen Betriebes übertragen<sup>42</sup>, fallen hier etwa 8.500 m<sup>3</sup> Gülle an. Unter der Annahme, dass die Gülle gleichverteilt über die gesamte Katasterfläche der Region von 185 km<sup>2</sup> anfällt, ergibt sich eine Gülledichte von 45 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>.

Um den Wirtschaftsdüngerbedarf von 2.200 m<sup>3</sup> für eine 200 kW-Anlage zu decken, ist demnach ein Einzugsradius von 3,9 km erforderlich. Um die durchschnittliche Entfernung zu erhalten, ist der Radius mit dem Faktor 0,71 zu multiplizieren. Weiterhin wird für den Straßenverlauf ein Aufschlag von 27 % berücksichtigt (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Insgesamt beträgt die durchschnittliche Transportentfernung nach dieser Kalkulation 3,3 km.

Bei vermehrten Einzelhoflagen besteht jedoch die Gefahr, dass die tatsächliche Transportentfernung mit der Berechnungsmethodik unterschätzt wird. Daher wird im nächsten Kapitel mit einer durchschnittlichen Transportentfernung für die regionalen Wirtschaftsdünger von 5 km gerechnet. Für diese Transportentfernung ergeben sich Transportkosten in Höhe von 2,5 €/m<sup>3</sup> (vgl. Abbildung 2.5). Wie der Abbildung zu entnehmen ist, steigen die Transportkosten lediglich um 0,19 €/km. Somit beeinflusst ein Anstieg der Transportentfernung von 1 bis 2 km das Ergebnis nur unwesentlich.

Da organische Nährstoffe in der Region per Definition knapp sind, werden Schweinemäster jedoch nur bereit sein ihre Gülle an Biogasanlagenbetreiber abzugeben, wenn sie die Nährstoffe nach der Vergärung zurückerhalten.<sup>43</sup> Daher muss der Biogasanlagenbetreiber die Nährstoffe über den Gärrest wieder zurückliefern.

Wollen in der Region jedoch vermehrt Anlagenbetreiber den Güllebonus realisieren, wird sich die Gülle in der Region verknappen (vgl. Kapitel 3.1.2). Nach den Annahmen mit denen zuvor die regionalen Transportentfernungen für Gülle abgeschätzt wurden, können in der Region des typischen Betriebes bei ausschließlicher Nutzung der kleinräumig vorhandenen Gülle lediglich vier 200 kW-Anlagen bei einem Gülleanteil von 35 % gebaut werden. Um einen solchen Anlagenbestand mit Maissilage zu versorgen, wären nur 2 % AF erforderlich.

---

<sup>41</sup> Von den 14 Schweinehaltern werden auf 14 Betrieben Schweine gemästet, auf vier Betrieben Sauen gehalten und auf drei Betrieben Ferkel aufgezogen. Mutterkuhbetriebe werden nicht berücksichtigt, da Mutterkühe überwiegend auf Weideflächen gehalten werden, sodass die Gülle nicht kontinuierlich anfällt.

<sup>42</sup> Da die Bestandsgrößen auf Gemeindeebene aus Datenschutzgründen sehr lückenhaft sind, werden vereinfachend die durchschnittlichen Bestandsgrößen des Landkreises auf die Region übertragen.

<sup>43</sup> Grundsätzlich ist auch eine monetäre Kompensation der mit der Gülle gelieferten Hauptnährstoffe möglich. Allerdings sind weitere positive Effekte mit einer organischen Düngung verbunden. Hierzu zählen die Humuswirkung sowie die Zuführung von Mikronährstoffen.

Wenn es nun zur schrittweisen Ausweitung der Biogasproduktion in einer solchen Region kommt, wird sich folglich schon sehr bald ein regionaler Markt für Gülle entwickeln; Tierhalter werden die Gülle nicht mehr kostenlos abgeben. Unter der Voraussetzung, dass nicht zusätzliche Tierhaltungsanlagen in der Region entstehen, orientiert sich der zu erwartende Güllepreis an den Transportkosten von Gülle aus den Überschussgebieten. Es stellt sich also die Frage, welche Anpassungsoptionen seitens der Anlagenbetreiber bestehen.

### **(3) Import von Schweinegülle aus Veredlungsregionen**

Sollten sich die regionalen Wirtschaftsdünger verknappen, müssen Biogasanlagenbetreiber Wirtschaftsdünger aus Überschussregionen importieren, wenn sie den Güllebonus realisieren wollen. Daher wird zusätzlich eine Anlage kalkuliert, für die Schweinegülle aus der Veredlungsregion importiert wird (200 kW\_SG\_Imp.). Für einen Wirtschaftdüngerimport über 200 km aus dem Landkreis Cloppenburg fallen Kosten von 22 €/t FM an.<sup>44</sup> Im Unterschied zum Gülleimport von benachbarten Betrieben kann der Düngewert der Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage berücksichtigt werden, wenn die Gülle aus Überschussregionen importiert wird. Allerdings muss der Anlagenbetreiber auch die Kosten für die Ausbringung der Gärreste aus Wirtschaftsdüngern tragen.

### **(4) Import von Hähnchenmist und Schweinegülle aus Überschussregionen**

Aufgrund höherer TS-Gehalte ist der Gasertrag aus Geflügelmist sechs- bis zehnmal so hoch wie aus Rinder- oder Schweinegülle (vgl. Tabelle 2.4). Hinzu kommt, dass die Nährstoffgehalte im Geflügelmist deutlich höher sind und in der Ackerbauregion sinnvoll als Dünger eingesetzt werden können. Somit sind Geflügelmiste wesentlich transportwürdiger als Rinder- oder Schweinegülle. Daher werden Biogasanlagenbetreiber in Ackerbauregionen versuchen, einen möglichst hohen Anteil ihrer Importe über Geflügelmiste zu decken. Aufgrund der Ammoniakbelastung sollte der Geflügelmistanteil jedoch nicht 20 % übersteigen (vgl. Kapitel 3.1.1). Daher wird im nächsten Kapitel eine Anlage kalkuliert, in der 20 % des Substratbedarfs aus importiertem Hähnchenmist und weitere 15 % aus importierter Schweinegülle gedeckt werden (200 kW\_HM\_SG\_Imp.).

Wie in Kapitel 3.4.2 deutlich wurde, werden Veredlungsbetriebe künftig nur bereit sein ihren Hähnchenmist abzugeben, wenn sie hierfür mindestens einen Erlös von 30 €/t erzielen. Daher wird für die Beschaffung des Hähnchenmistes neben den Transportkosten auch ein Preis von 30 €/t berücksichtigt, der an den abgebenden Betrieb gezahlt wird.

---

<sup>44</sup> Annahmen: LKW-Zuladung: 27 t; durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit: 50 km/h; Befüll- und Entladezeit: 30 Minuten; Kosten LKW: 70 €/h (LAURENZ, 2010).

### **(5) Kombination von Schweinemast mit einer Biogasanlage**

Wenn Landwirte in der hier unterstellten Ackerbauregion eine Biogasanlage mit einem eigenen Schweinemaststall kombinieren, fallen keine Transportkosten für Wirtschaftsdünger an. In der Folge steigt die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage. Um eine 200 kW-Anlage mit ausreichend Gülle für den Güllebonus zu versorgen, sind 1.500 Schweinemastplätze erforderlich.

Auch wenn Schweinemastbetriebe in Ackerbauregionen ihre Gülle nicht in Biogasanlagen veredeln, können sie mit einem Standortvorteil von etwa 12 €/Mastplatz gegenüber ihren Berufskollegen aus intensiven Veredlungsregionen rechnen (vgl. SPANDAU, 2008: 19). Der Standortvorteil hat zwei Ursachen. Zunächst ist das Getreidepreisniveau in der Ackerbauregion tendenziell geringer als in der intensiven Veredlungsregionen.<sup>45</sup> Weiterhin muss die Gülle in der Ackerbauregion nicht exportiert werden. Trotzdem hat sich die Schweinemast in Ackerbauregionen bisher kaum ausgedehnt. Daher ist zu untersuchen, wie stark durch die Synergieeffekte zwischen Biogas- und Schweinemastanlagen der wirtschaftliche Anreiz steigt, künftig in Ackerbauregionen Schweinemastställe zu errichten. Hierfür wird im nächsten Abschnitt ebenfalls eine 200 kW-Biogasanlage in unmittelbarer Nähe einer Schweinemastanlage kalkuliert, sodass keine Transportkosten für Gülle anfallen (200 kW\_SG\_Komb.). Nach der Positivliste des EEG werden 4,3 kWh Wärme je Mastschwein als Wärmenutzung anerkannt, wenn der Anlagenbetreiber mit der Abwärme aus der Biogasanlage Schweinemastställe beheizt. Somit steigt bei der Kombination mit einem Schweinestall die Wärmenutzung um 18 MWh im Vergleich zur Standardwärmenutzung von 450 MWh (vgl. Kapitel 2.3.3.2). Hinsichtlich der Wärmeerlöse wird angenommen, dass der Betriebszweig „Schweinemast“ die zusätzlichen Investitionen für die Infrastruktur der Wärmenutzung trägt. Daher wird in der Biogasanlage lediglich ein Wärmeerlös von 2,5 ct/kWh berücksichtigt.<sup>46</sup>

### **(6) Kombination von Hähnchenmast mit einer Biogasanlage**

Allerdings könnte der Anlagenbetreiber in der Ackerbauregion seine Biogasanlage auch mit einem Hähnchenmaststall kombinieren. Für eine 200 kW-Anlage sind 120.000 Mastplätze erforderlich, um den maximal möglichen Hähnchenmistanteil von 20 % zu erreichen. Auch wenn dieses Szenario auf den ersten Blick wegen der damit verbundenen massiven betrieblichen Veränderungen und Investitionen wenig realistisch er-

---

<sup>45</sup> Während aus Ackerbauregionen Getreide exportiert wird, muss in den intensiven Veredlungsregionen zusätzliches Getreide importiert werden. Die mit dem Transport verbundenen Kosten führen zu regionalen Preisunterschieden.

<sup>46</sup> Mögliche Kostenvorteile in der Schweinemast werden nicht beachtet. Diese Vereinfachung erscheint gerechtfertigt, da die Wärmekosten lediglich einen Anteil von 2 % an den variablen Kosten in der Schweinemast haben (vgl. LWK NDS, 2008: 64).

scheint<sup>47</sup>, ist es geeignet, um die potenziellen Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast in Ackerbauregionen aufzuzeigen. Daher wird ebenfalls eine 200 kW-Biogasanlage berechnet, die neben drei 40.000er Hähnchenmastställen steht (200 kW\_HM\_Komb). Da der anfallende Hähnchenmist nicht ausreicht, um den Güllebonus zu realisieren, muss der Anlagenbetreiber weiterhin 800 t Schweinegülle aus Überschussregionen importieren. Es wird ebenfalls angenommen, dass die Hähnchenmastställe mit der Abwärme der Biogasanlage beheizt werden. Somit steigt die Wärmenutzung um etwa 580 MWh. Der Wärmeerlös beträgt wiederum nur 2,5 ct/kWh, da der Betriebszweig „Hähnchenmast“ die Investitionen für die Wärmeleitungen und wasserbasierten Heizsysteme trägt.<sup>48</sup>

Die genannten Szenarien führen zu unterschiedlichen Werten für den Bedarf einzelner Wirtschaftsdünger sowie ihrer Kosten. Weiterhin unterscheiden sich die Ausbringungskosten von Gärresten aus Wirtschaftsdünger sowie die Nährstoffwerte zwischen den unterschiedlichen Szenarien. In Tabelle A17 sind diese Annahmen zusammengefasst. Folgende wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Optionen sind festzuhalten:

- Bei der Nutzung des regionalen Gülleaufkommens entstehen lediglich Transportkosten von 2,5 €/m<sup>3</sup>. Allerdings kann kein Nährstoffwert für die Schweinegülle berücksichtigt werden, da der Schweinemastbetrieb in der Ackerbauregion die Nährstoffe über den Gärrest zurückbekommt. Die Ausbringungskosten für die Gärreste aus Schweinegülle entsprechen den Transportkosten für die Schweinegülle, da angenommen wird, dass der Anlagenbetreiber den Gärrest zum Güllelieferanten zurück transportiert.
- Der Import von Hähnchenmist kostet 53 €/t. Die Importkosten setzen sich aus Transportkosten in Höhe von 22 €/t sowie dem von den Veredlungsbetrieben geforderten Mindestpreis von 31 €/t FM zusammen. Allerdings verbleiben die Nährstoffe aus dem Hähnchenmist in der Ackerbauregion, sodass ein Nährstoffwert von 52 €/t berücksichtigt werden kann. Für den Schweinegülleimport fallen lediglich Transportkosten von 22 €/m<sup>3</sup> an. Da auch hier die Nährstoffe in der Ackerbauregion verbleiben, kann ein Nährstoffwert in Höhe von 11 €/m<sup>3</sup> Schweinegülle berücksichtigt werden. Bei der Vergärung von Hähnchenmist wird weniger Maissilage benötigt. In der Folge sinken auch der Flächenbedarf und die Transportentfernungen etwas. Daher

---

<sup>47</sup> Für ein derartiges Szenario sind Investitionen von mehr als 2,5 Mio. € erforderlich. Hinzu kommt, dass sich der Betriebsleiter in kürzester Zeit Managementfähigkeiten in zwei völlig neuen Betriebszweigen aneignen müsste. Somit kann eher davon ausgegangen werden, dass derartige Investitionen entweder zeitlich verzögert oder in Kooperation mit Nachbarbetrieben getätigt werden.

<sup>48</sup> Kostenvorteile in der Hähnchenmast aufgrund ggf. geringerer Investitionen für die Infrastruktur werden nicht berücksichtigt. Diese Vereinfachung erscheint angemessen, da die Wärmekosten nur einen Anteil von 3 % an den Direkt- und Arbeitserledigungskosten in der Hähnchenmast haben (SCHIERHOLD, 2010: 4).

- sind die Ausbringungskosten für die Gärreste beim Import von Hähnchenmist etwas geringer als beim Import von Schweinegülle.
- Wird die Biogasanlage mit einer Schweinemastanlage kombiniert, fallen keine Importkosten für Gülle an. Allerdings kann in der Biogasanlage auch kein Nährstoffwert für Schweinegülle berücksichtigt werden, da dieser verursachergerecht der Schweinemast zuzuschreiben ist.
  - Wird die Biogasanlage stattdessen mit 120.000 Hähnchenmastplätzen kombiniert, müssen weiterhin 800 m<sup>3</sup> Schweinegülle für 22 €/m<sup>3</sup> importiert werden. Während für die importierte Schweinegülle wiederum ein Nährstoffwert in Höhe von 11 €/m<sup>3</sup> berücksichtigt werden kann, ist der Nährstoffwert des Hähnchenmistes verursachergerecht der Hähnchenmast zuzuordnen.

### 3.4.3 Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung in der Ackerbauregion

Nachdem unterschiedliche Strategien für den Wirtschaftsdüngerimport in Ackerbauregionen aufgezeigt wurden, wird in diesem Kapitel analysiert, wie sich die genannten Strategien auf die Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion in Ackerbauregionen auswirken.

#### Rohstoffkosten

Hierfür ist es wiederum zunächst erforderlich, die Rohstoffkosten in der Ackerbauregion zu ermitteln. Bereits in Kapitel 3.4.1 wurde gezeigt, dass Silomais für die Biogasproduktion auf einem typischen Ackerbaubetrieb in der Regel auf bisherigen Weizenflächen angebaut wird. Daher werden die entgangenen DAKfL aus dem Weizenanbau in Höhe von 298 €/ha als Nutzungskosten für die Fläche angesetzt. In Tabelle 3.33 werden die Bereitstellungskosten für Silomais anhand der in Kapitel 3.4.1 dargestellten Erträge dargestellt. Die Silomaisflächen werden lediglich mit 30 m<sup>3</sup> Gärrest gedüngt, da ein Teil der anfallenden Gärreste in anderen Kulturen eingesetzt wird. Auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung hat dies keine Auswirkungen, da der Nährstoffwert der Gärreste in der Biogasanlage berücksichtigt wird. Aufgrund des geringen organischen Nährstoffanfalls in der Region ist für den Gärrest der volle Nährstoffwert abzüglich der Ausbringungskosten zu berücksichtigen. Im Vergleich zur Milchvieh- und Veredlungsregion wird mit 100 kg N, 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 50 kg K<sub>2</sub>O eine etwas höhere mineralische Ergänzungsdüngung gegeben. Insgesamt ergibt sich bei den im Rahmen dieser Arbeit unterstellten Weizenpreisen von 150 €/t ein Gleichgewichtspreis für Silomais von 22,9 €/t FM frei Halm.

**Tabelle 3.33:** Bereitstellungskosten Silomais in der Ackerbauregion

		Weizen	Mais	
Ertrag	t FM/ha	9,3	55,0	
Preis	€/t	150	22,88	
Strohertrag	t/ha	0		
Strohpreis	€/t	0		
Leistung	€/ha	1.395	1.258	↑
Saatgut	€/ha	81	164	
Pflanzenschutz	€/ha	142	70	
Organische Düngung	m <sup>3</sup> /ha	- m <sup>3</sup> GR	30	m <sup>3</sup> GR
N	kg/ha	-	108	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	-	75	
K <sub>2</sub> O	kg/ha	-	216	
Nährstoffwert	€/ha	-	340	
Ausbringungskosten	€/ha	-	-82	
<b>Kosten organische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>-</b>	<b>257</b>	
Mineralische Düngung				
N	kg/ha	210	100	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	90	40	
K <sub>2</sub> O	kg/ha	135	50	
Nährstoffwert	€/ha	402	178	
Ausbringungskosten	€/ha	17	7	
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>419</b>	<b>185</b>	
Ernte und Transport	€/ha	152	0	
Sonst. Arbeiterledigungskosten	€/ha	305	286	
<b>Summe Direkt- und Arbeiterledigungskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.099</b>	<b>962</b>	
Direkt- und arbeitserl. freie Leistungen	€/ha	296	296	→

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL ( 2011b); o.V. (2010); Brennecke (2009); Hans (2011); LWK NDS (2011f); LWK NDS (2011g).

### Wirtschaftlichkeit der Anlagen

Nachdem die Rohstoffkosten für die Ackerbauregion ermittelt wurden, ist in Tabelle 3.34 die Wirtschaftlichkeit für unterschiedliche Strategien der Wirtschaftsdüngerbeschaffung vergleichend gegenübergestellt. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Auch ohne Gülle ist eine Biogasanlage in der Ackerbauregion wirtschaftlich zu betreiben. Sie erzielt einen Unternehmergewinn von 14.000 € und eine Rendite von 6 %. Die eingesetzte Arbeit wird mit 26 €/h entlohnt. Allerdings liegt die maximale Zahlungsbereitschaft für Silomais bei lediglich 26 €/t FM frei Halm (≈ 170 €/t Weizen). Sollte es dem Anlagenbetreiber jedoch gelingen, etwa 60 % der Abwärme zu nutzen, steigt die Wirtschaftlichkeit der Anlage weiter an. In einem solchen Szenario würde der Anlagenbetreiber auch ohne Güllebonus erst bei Silomaispreisen von 31 €/t FM frei Halm (≈ 200 €/t Weizen) keinen Unternehmergewinn mehr erwirtschaften.



**Tabelle 3.34:** Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher 200 kW-Anlagen in der Ackerbauregion

Bezeichnung		Ohne Gülle	Nutzung regionales Gülle- aufkommen	Import von		Kombination mit	
		200 kW_ o_WD	200 kW_ WD_Reg.	Schweine- gülle 200 kW_ SG_Imp.	Hähnchenmist und Schweinegülle 200 kW_ HM_SG_Imp.	Schweine- mast 200 kW_ SG_Komb.	Hähnchen- mast 200 kW_ HM_Komb.
Leistung	kW	200	200	200	200	200	200
Gülleanteil	%	0	35	35	35	36	35
Fermentervolumen (brutto)	m³	1.620	1.656	1.656	1.581	1.661	1.727
Gärrestlager	m³	1.553	2.497	2.497	1.902	1.459	1.927
Silolager	m³	6.847	6.451	6.451	5.163	6.432	5.191
Investitionsvolumen	€/kW	4.600	5.000	5.000	4.500	4.700	4.600
Verkaufte Strommenge	MWh/a	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450	468	1.028
Silomaisbedarf	t FM/a	4.793	4.516	4.516	3.614	4.503	3.634
Flächenbedarf	ha	87	82	82	66	82	66
Transportentfernung Silomais	km	2,5	2,4	2,4	2,2	2,4	2,2
Schweinegülle	m³/a	-	2.150	2.150	740	2.250	800
Hähnchenmist	t/a	-	-	-	985	-	960
<b>Kosten</b>							
Abschreibungen	€/a	82.000	88.000	88.000	81.000	83.000	83.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	15.000	16.000	16.000	14.000	15.000	14.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	36.000	38.000	38.000	36.000	37.000	36.000
Kosten Silomais	€/a	110.000	103.000	103.000	83.000	103.000	83.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	31.000	29.000	29.000	23.000	29.000	23.000
Kosten Wirtschaftsdüngerimport	€/a	-	20.000	48.000	69.000	-	18.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	9.000	28.000	14.000	10.000	8.000	10.000
Sonstige Direktkosten	€/a	4.000	4.000	4.000	3.000	4.000	3.000
Lohnkosten	€/a	21.000	21.000	21.000	19.000	21.000	19.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>333.000</b>	<b>372.000</b>	<b>386.000</b>	<b>363.000</b>	<b>325.000</b>	<b>314.000</b>
<b>Erlöse</b>							
Strompreis	€/kWh	0,19	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
Stromerlös	€/a	301.000	356.000	356.000	356.000	356.000	371.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000	12.000	26.000
Nährstoffwert Gärrest	€/a	35.000	33.000	56.000	85.000	33.000	35.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>347.000</b>	<b>400.000</b>	<b>423.000</b>	<b>452.000</b>	<b>401.000</b>	<b>432.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>14.000</b>	<b>28.000</b>	<b>37.000</b>	<b>89.000</b>	<b>76.000</b>	<b>118.000</b>
Kapitalrentabilität	%	6	9	11	23	20	29
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	26	37	43	88	72	109
Max. ZB Silomais frei Halm	€/t	26	29	32	48	40	55

Quelle: Eigene Berechnung.

- Wenn es dem Anlagenbetreiber jedoch gelingt, regional verfügbare Gülle zu nutzen, verdoppelt sich der Unternehmergewinn im Vergleich zum Szenario ohne Gülle auf 28.000 €. Die Rendite steigt um 3 Prozentpunkte auf 9 % und die Arbeitsentlohnung auf 37 €/h. Der Anlagenbetreiber kann dann bis zu 29 €/t FM Silomais frei Halm ( $\approx 185$  €/t Weizen) zahlen. Wie zuvor gezeigt, ist das regionale Güllepotenzial jedoch sehr gering.

- Trotz der höheren Transportkosten steigt der Unternehmergewinn jedoch noch deutlich an, wenn der Anlagenbetreiber Gülle aus einer Veredlungsregion wie zum Beispiel Cloppenburg importiert. Ursache hierfür ist, dass er keine Gärreste zurücktransportieren muss und den Nährstoffwert aus der Gülle in Höhe von 23.000 € realisieren kann. Insgesamt steigt der mit der Anlage erzielbare Unternehmergewinn damit auf 37.000 €, die Rendite auf 11 % und die Entlohnung der eingesetzten Arbeit auf 43 €/h. Für Silomais können bis zu 32 €/t frei Halm ( $\approx 200$  €/t Weizen) aufgebracht werden.
- Selbst wenn – wie mittelfristig zu erwarten ist – für die Beschaffung von Hähnchenmist ein Preis plus Transportkosten gezahlt werden muss, erhöht sich die Wirtschaftlichkeit der Anlage weiter erheblich, wenn ein möglichst hoher Hähnchenmistanteil importiert wird. Aufgrund der höheren Gasausbeute aus Hähnchenmist werden 20 % weniger Maissilage benötigt. Weiterhin sinkt das erforderliche Volumen für den Fermenter und das Gärrestlager, sodass die spezifischen Investitionen und die Kapitalkosten ebenfalls geringer sind. Insgesamt sind die Gesamtkosten damit 23.000 € niedriger als beim alleinigen Import von Schweinegülle. Zusätzlich steigen die Erlöse aufgrund des hohen Nährstoffwertes von Hähnchenmist um 29.000 €. Im Vergleich zum alleinigen Import von Schweinegülle steigt der Unternehmergewinn damit um 52.000 € (+140 %) auf 89.000 € an. Die Rendite erhöht sich um 12 Prozentpunkte auf 23 % und die Entlohnung der eingesetzten Arbeit um 45 €/h auf 83 €/h. Der Anlagenbetreiber kann bis zu 48 €/t FM Silomais frei Halm ( $\approx 300$  €/t Weizen) zahlen, wenn er Hähnchenmist und Schweinegülle aus der Überschussregion importiert. Aufgrund dieser hohen Vorzüglichkeit von Hähnchenmist ist jedoch davon auszugehen, dass sich Hähnchenmist bereits kurzfristig verknappen wird (vgl. Kapitel 3.1.2).
- Wenn der Anlagenbetreiber seine Biogasanlage mit einem Schweinemaststall kombiniert, erwirtschaftet er mit der Biogasanlage einen Unternehmergewinn von 76.000 € und eine Kapitalrendite von 20 %. Damit ist der Unternehmergewinn für den Betriebszweig „Biogas“ bei dieser Strategie 4.000 € und die Kapitalrentabilität um 2 Prozentpunkte höher als beim Import von Hähnchenmist und Schweinegülle. Ursache hierfür ist, dass keine Transportkosten für den Wirtschaftsdünger anfallen und die Ausbringung der Gärreste verursachergemäß der Schweinemast zugeordnet werden. Weiterhin entstehen Synergieeffekte bei der Güllelage, weil das Gärrestlager für Schweinegülle gleichzeitig als Güllelager genutzt werden kann. Da die Kosten verursachergerecht der Schweinemast zuzuordnen sind, reduzieren sich die Investitionen und Kapitalkosten der Biogasanlage um 6 %. Insgesamt ist die Kombination mit Schweinemast in Ackerbauregionen somit eine sehr geeignete Strategie, um die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung deutlich zu erhöhen. Die eingesetzte Arbeitszeit wird mit 72 €/h entlohnt. Erst bei Silomaispreisen von 38 €/t FM frei Halm ( $\approx 240$  €/t Weizen) werden keine Unternehmergewinne mehr erwirtschaftet.
- Als die mit großem Abstand vorzüglichste Option erweist es sich, Biogasanlagen mit Hähnchenmastplätzen zu kombinieren. Wenn eine 200 kW-Anlage mit

120.000 Hähnchenmastplätzen kombiniert wird, kann der Anlagenbetreiber nicht den gesamten Wirtschaftsdüngerbedarf mit dem anfallenden Hähnchenmist decken. Daher muss er weiterhin Schweinegülle importieren. Dennoch steigt der Unternehmergewinn im Vergleich zur Kombination mit einem Schweinemaststall um mehr als 40.000 €, die Rendite um weitere 9 Prozentpunkte und die Entlohnung der eingesetzten Arbeit um 37 €/h. Der Anstieg der Wirtschaftlichkeit liegt darin begründet, dass der Hähnchenmist kostenfrei zu Verfügung steht und gleichzeitig deutlich mehr Wärme in der Hähnchenmast genutzt werden kann. Erst bei einem Silomaispreis von 55 €/t FM frei Halm ( $\approx 340$  €/t Weizen) erwirtschaftet eine derartige Anlage keinen Unternehmergewinn mehr.

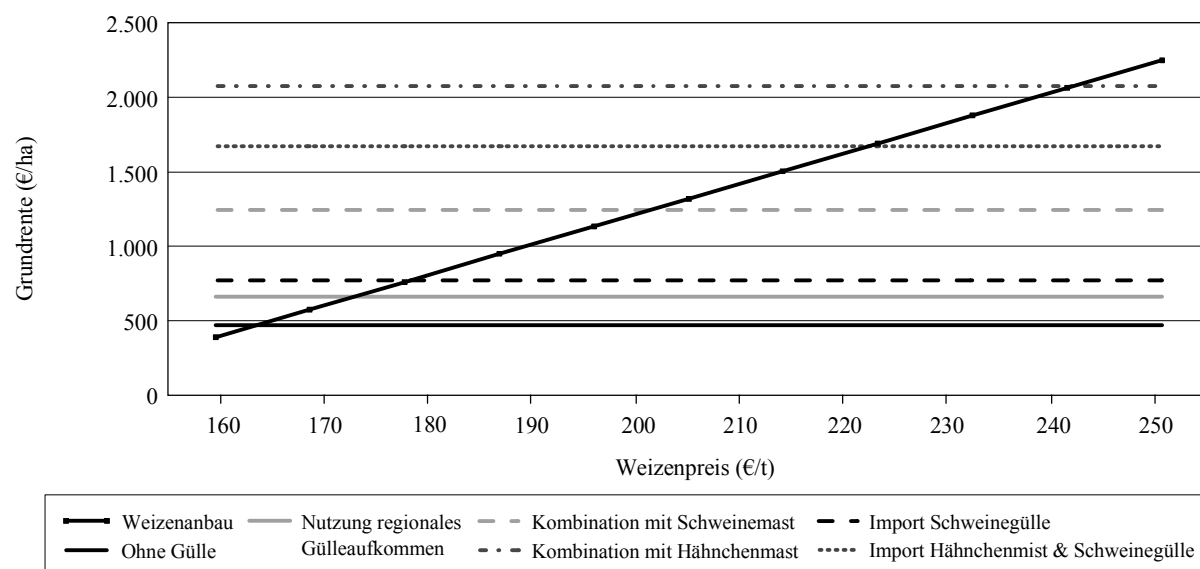
### **Wettbewerbsfähigkeit der Biogasproduktion in Ackerbauregionen am Flächenmarkt**

Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, konkurriert die Biogasproduktion in der Ackerbauregion in der Regel mit dem Weizenanbau um die Fläche. Die Wettbewerbsfähigkeit der Produktionsverfahren am Pachtmarkt wird dabei durch die Grundrente bestimmt (vgl. Kapitel 2.3.3.1). In Abbildung 3.15 sind die Grundrenten<sup>49</sup> der Biogaserzeugung für die genannten Szenarien zur Wirtschaftsdüngerbeschaffung gegenüber dem Weizenanbau dargestellt. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Ohne Güllebonus wird mit der Biogaserzeugung lediglich eine Grundrente von 470 €/ha erwirtschaftet.
- Wenn das regionale Gülleaufkommen erschlossen wird oder Schweinegülle aus Überschussregionen importiert wird, steigt die Grundrente der Biogaserzeugung auf 700 bis 800 €/ha an. Um mit dem Anbau von Weizen die gleiche Grundrente zu erwirtschaften, müsste der Weizenpreis auf 185 bis 200 €/ha steigen.
- Wenn Hähnchenmist und Schweinegülle aus Überschussregionen importiert werden oder die Biogasanlage mit einem Schweinemaststall kombiniert wird, steigt die Grundrente auf 1.200 bis 1.600 €/ha. Derartige Grundrenten werden mit dem Weizenanbau erst ab Preisen von 250 bis 300 €/t erwirtschaftet.
- Durch eine Kombination von Biogas und Hähnchenmast sind Grundrenten von mehr als 2.000 €/ha zu erreichen.

---

<sup>49</sup> Die hier ausgewiesene Grundrente überschätzt die tatsächliche Grundrente leicht, da allgemeine Overheadkosten, wie Beiträge zur Berufsgenossenschaft, nicht berücksichtigt sind.

**Abbildung 3.15:** Vergleich Grundrente Weizen vs. Biogas in der Ackerbauregion

Quelle: Eigene Berechnung.

### 3.4.4 Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Ackerbauregion

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in der Ackerbauregion analysiert wurde, werden nachfolgend auf der Grundlage dieser Analysen Schlussfolgerungen zur Strukturwirkung des EEG 2009 in der Ackerbauregion gezogen.

- (1) Biogasanlagenbetreiber in Ackerbauregionen bauen ihren Silomais überwiegend auf vorherigen Weizenflächen an. Anders als in der Milchvieh- oder Veredlungsregion entstehen dabei keine Flächenkonkurrenzen zwischen der Biogaserzeugung und der Tierhaltung. Weiterhin können typische Ackerbaubetriebe die Substrate von den eigenen Flächen bereitstellen und müssen keine NawaRo zukaufen.
- (2) Allerdings entsteht durch den Güllebonus ein erheblicher ökonomischer Anreiz, Wirtschaftsdünger einzusetzen, die in Ackerbauregionen kaum vorhanden sind. Diese Anreize sind derart hoch, dass langfristig davon auszugehen ist, dass entweder Wirtschaftsdünger aus Überschussregionen beschafft werden oder Investoren gleichzeitig in Biogasanlagen und Tierhaltungsanlagen investieren.
- (3) Es ist davon auszugehen, dass der Silomais auf vorherigen Weizenflächen angebaut wird. Dabei kann sich der einzelbetriebliche Maisanteil an der Ackerfläche von Anlagenbetreibern stark erhöhen. Aufgrund der bisher regional sehr hohen Weizenanteile und sehr geringen Maisanteile ist davon auszugehen, dass in Ackerbauregionen die Fruchtfolge durch die Biogaserzeugung diversifiziert wird.

- (4) Es ist davon auszugehen, dass aufgrund des EEG 2009 in Ackerbauregionen vermehrt organisch gedüngt wird. Dies geschieht auch ohne Güllebonus, indem die Gärreste aus Maissilage zur Düngung eingesetzt werden. Darüber hinaus wird durch den Güllebonus der Import von Wirtschaftsdüngern oder Kombinationen von Biogasanlagen mit Tierhaltungsanlagen gefördert. Hierdurch erhöht sich ebenfalls der organische Nährstoffanfall in der Region, wodurch eine bessere Versorgung der Böden mit Humus und Mikronährstoffen ermöglicht wird (vgl. BAEUMER, 1978: 136).
- (5) Für Ackerbauern bleibt es weiterhin wirtschaftlich attraktiv, Hähnchenmist aus Veredlungsregionen zu importieren und in Biogasanlagen zu verwerten. Allerdings wurde in Kapitel 3.1.2 gezeigt, dass bereits derzeit das gesamte Geflügelmistaufkommen in Biogasanlagen verwertet werden könnte. Sollten Ackerbauern daher diese Strategie verfolgen, ist davon auszugehen, dass Hähnchenmäster die Knappheit erkennen werden und versuchen, ihre Erlöse zu maximieren. Dabei wird der Preis für Geflügelmist solange steigen, bis mit dem Import von Geflügelmist in der Ackerbauregion der gleiche Gewinn erwirtschaftet wird wie mit dem reinen Import von Schweinegülle. In dem analysierten Beispiel liegt der Gleichgewichtspreis für die Transportentfernung von 200 km bei 80 €/t Hähnchenmist frei Hof beim abgebenden Betrieb.
- (6) Wenn Biogasanlagenbetreiber Wirtschaftsdünger importieren oder Biogasanlagen mit Mastställen kombinieren, erwirtschaften sie Grundrenten von 1.000 bis zu 2.000 €/ha. Somit sind Anlagenbetreiber prinzipiell in der Lage, sehr hohe Pachtpreise zu zahlen. Im Gegensatz zur Veredlungs- oder Milchviehregion können typische Anlagenbetreiber in der Ackerbauregion jedoch die benötigten Substrate von den eigenen Flächen bereitstellen. Daher müssen sie keine Substrate zukaufen oder weitere Flächen pachten. Somit ist davon auszugehen, dass die hohen Grundrenten der Biogaserzeugung den regionalen Pachtmarkt weniger stark beeinflussen als in der Milchvieh- und Veredlungsregion.
- (7) In der Ackerbauregion ist keine Konkurrenz zwischen der Biogaserzeugung und Tierhaltung zu erwarten. Stattdessen entstehen durch den Gülle- und KWK-Bonus erhebliche Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung sowie der Schweine- und Hähnchenmast. Wenn Biogasanlagenbetreiber ihre Biogasanlage mit einem Schweinemaststall kombinieren, ergeben sich mehrere Synergieeffekte. Zunächst vermeiden sie Gülletransporte und die damit verbundenen Kosten. Weiterhin können sie das Gärrestlager der Biogasanlage für die Lagerung der Schweinegülle nutzen und mit einem Teil der Abwärme den Schweinemaststall heizen. Für die Versorgung einer 200 kW-Biogasanlage mit Gülle wären etwa 1.500 Mastplätze (MP) erforderlich. Der Unternehmergewinn der Anlage erhöht sich im Vergleich zum Gülleimport um 39.000 €. Wird dieser Gewinn auf die Schweinemast umgelegt, steigt der Standortvorteil der Schweinemast in der Ackerbauregion um 26 €/MP. Bisher lag der Standortvorteil für Schweinemastbetriebe in Ackerbauregionen gegenüber Vered-

lungsregionen lediglich bei 12 €/MP (SPANDAU, 2008: 19). Gleichzeitig verringert sich aufgrund der Biogasförderung die Wettbewerbsfähigkeit der Schweinemast in der Veredlungsregion (vgl. Kapitel 3.3.3) An dieser Stelle wird deutlich, welche massiven Anreize für strukturelle Veränderungen in der Veredlungsproduktion vom EEG 2009 ausgehen.

- (8) Noch stärker sind die Synergieeffekte zwischen der Hähnchenmast und der Biogaserzeugung. Wenn Anlagenbetreiber ihre Biogasanlagen mit Hähnchenmastställen kombinieren, steigt der Unternehmergewinn in den Anlagen im Vergleich zum Import von Schweinegülle um 80.000 €. Wird dieser Anstieg auf den Hähnchenmast umgelegt, entspricht dies einer Gewinnsteigerung in der Hähnchenmast von 0,66 €/Mastplatz, bzw. 9,5 ct/Broiler oder 4,8 ct/kg LM.<sup>50</sup> Bei durchschnittlichen Gewinnen in der Hähnchenmast von 7 ct/Tier (SCHULZE-STEINMANN, 2011: 29-30) entspricht dies mehr als eine Verdoppelung des Gewinns. Somit ist zu erwarten, dass in Ackerbauregionen künftig vermehrt Biogasanlagen in Kombination mit Hähnchenmastställen gebaut werden.
- (9) Mit Blick auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit ist somit festzustellen, dass deutsche Hähnchenmäster gegenüber ihren Berufskollegen aus anderen Ländern durch die Biogasförderung massiv bevorteilt werden. Ursache ist, dass deutsche Hähnchenmäster in Ackerbauregionen Produktionskostennachteile oder Preisrückgänge von 4,8 ct/kg Lebendmasse ausgleichen können. In Westeuropa liegen die Kostenunterschiede in der Broilerproduktion bei 1 bis 3 ct/kg LM (PELIKAN et al., 2010: 24).

### 3.5 Fazit zu regionsspezifischen Strukturwirkungen des EEG 2009

In den vorherigen Abschnitten wurden auf Basis der durchgeführten Analysen Schlussfolgerungen zu agrarstrukturellen Wirkungen des EEG 2009 innerhalb einzelner Regionen getroffen. Für die agrarstrukturelle Bewertung ist es darüber hinaus jedoch erforderlich abzuschätzen, in welchen Regionen mehr oder weniger starke Investitionen in den Betriebszweig Biogas zu erwarten sind. Dies ist nur möglich, wenn die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung zwischen den Regionen verglichen wird. Daher wird abschließend die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in den analysierten Regionen gegenübergestellt. Dabei werden folgende Fragen beantwortet:

- (1) In welchen Regionen ist unter den Rahmenbedingungen des EEG 2009 zunächst mit einem verstärkten Zubau von Biogasanlagen zu rechnen?

---

<sup>50</sup>

Annahme: 1,14 kg HM/Broiler; sieben Durchgänge; 2 kg LM/Broiler.

- (2) Welche Faktoren können die Vorzüglichkeit der Regionen hinsichtlich der Biogaserzeugung künftig verändern?

**Zu Frage 1: In welchen Regionen ist unter den Rahmenbedingungen des EEG 2009 zunächst mit einem verstärkten Zubau von Biogasanlagen zu rechnen?**

Um die Frage zu beantworten, sind in Tabelle 3.35 wesentliche betriebswirtschaftliche Kennzahlen der Biogaserzeugung in den jeweiligen Regionen gegenübergestellt. Hierbei ist lediglich die Ausgangssituation berücksichtigt, mit der landwirtschaftliche Unternehmer in den jeweiligen Regionen konfrontiert werden. Sich im Zeitablauf ergebende Veränderungen der Rahmenbedingungen sowie mögliche Anpassungsstrategien werden zunächst außen vor gelassen. Folgende Ergebnisse sind bei der überregionalen Analyse festzustellen:

- In der Ausgangssituation sind die höchsten Unternehmergewinne und Renditen in der betrachteten Milchviehregion zu realisieren. In einer Anlage zur reinen Maisvergärung ist die Rendite 2 bis 11 Prozentpunkte höher als in einer vergleichbaren Anlage in der Veredlungsregion. Der Unternehmergeinn ist 4.000 bis 12.000 € höher. Vergleichbare Anlagen in einer Ackerbauregion erzielen um 6 bis 11 Prozentpunkte geringere Renditen und 30.000 bis 50.000 € weniger Unternehmergeinn. Ursache für die Vorteile in der Milchviehregion sind geringe Nutzungskosten der Flächen aufgrund einer günstigen Ertragsrelation zwischen Roggen und Silomais. Hinzu kommt, dass die erforderlichen Güllemengen, die benötigt werden, um den Güllebonus zu realisieren, auf den Betrieben anfallen und nicht transportiert werden müssen.
- Wenn in der Veredlungsregion die vorhandene Hähnchenmast mit der Biogaserzeugung kombiniert wird, ergeben sich ähnlich hohe Renditen wie in der Milchviehregion. Dies erklärt, warum sich die Biogaserzeugung hier trotz der Nährstoffüberschüsse und den damit verbundenen Kosten für die Ausbringung von Gärresten so stark ausgedehnt hat.
- Das geringe Wirtschaftsdüngeraufkommen in der Ackerbauregion hat zur Folge, dass Anlagenbetreiber hier entweder keinen Güllebonus realisieren können oder Transporte für die Wirtschaftsdünger und die damit verbundenen Kosten in Kauf nehmen müssen. Selbst wenn sie die regional anfallende Gülle nutzen würden, läge die Rendite aufgrund der Transportkosten unter 10 %.

**Tabelle 3.35:** Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung im interregionalen Vergleich

Bezeichnung		Milchviehregion		Veredlungsregion			Ackerbauregion	
		200 kW_ S_MS	200 kW_ GA_MS <sup>1)</sup>	200 kW_ SG	200 kW_ SG_HM	200 kW_ SG_HM_Heiz	200 kW_ o_WD	200 kW_ WD_Reg.
NawaRo		Mais	Mais	Mais	Mais	Mais	Mais	Mais
Anteil Rinder-, Schweinegülle	%	43	43	33	33	33	-	35
Anteil Hähnchenmist	%	-	-	-	11	11	-	-
Wärmenutzung	MWh/a	450	450	450	450	835	450	450
Unternehmergeinn	€/a	68.000	60.000	15.000	34.000	56.000	14.000	28.000
Rendite	%	17	15	6	10	15	6	9
Grundrente BGA	€/ha	876	793	527	790	1.040	468	658
Alternative Grundrente	€/ha	167	167	381	381	381	296	296
Anstieg Grundrente	%	425	375	38	107	173	58	122
Sensitivität bei 20 % höheren Agrarpreisen								
Unternehmergeinn	€/a	52.000	44.000	-6.000	19.000	39.000	-11.000	4.000
Rendite	%	14	12	2	7	11	1	4
Alternative Grundrente	€/ha	334	334	582	582	582	575	575
Anstieg Grundrente	%	162	138	-9	36	79	-19	15

\* Angepasste Anlage, die höhere Grasanteile vergären kann.

Quelle: Eigene Berechnung.

Langfristig wird sich in einer Region das Produktionsverfahren durchsetzen, welches den knappen Faktor „Boden“ am besten verwerten kann (vgl. Kapitel 2.3.4.2). Daher ist in Tabelle 3.35 ebenfalls dargestellt, wie stark in den betrachteten Regionen die Grundrente durch eine Biogasinvestition gegenüber dem verdrängten Verfahren ansteigt. Anders als in Kapitel 3.3.2 sind für die Veredlungsregion an dieser Stelle nicht die maximal zahlbaren Pachtpreise relevant, sondern lediglich die Grundrenten aus dem Ackerbau. Um das aktuelle Pachtpreinsniveau in der Größenordnung von 900 €/ha und mehr zu erklären, sind weitere Erklärungsgrößen notwendig.<sup>51</sup> Da diese jedoch in gleicher Weise von Biogasanlagenbetreibern wie von Veredlungsbetrieben aktiviert werden können, sind sie in diesem Kontext nicht zu berücksichtigen. Folgende Ergebnisse lassen sich aus dem überregionalen Vergleich der Grundrenten festhalten:

- In der Milchviehregion steigt die Grundrente um den Faktor fünf, wenn Energiemais anstelle von Roggen angebaut und in einer Biogasanlage veredelt wird.
- In der Veredlungsregion kann die Grundrente immerhin fast verdreifacht werden, wenn anstelle von Weizen Silomais angebaut und zusammen mit dem anfallenden Hähnchenmist in einer Biogasanlage verwertet wird.

<sup>51</sup> Hierzu zählen der steuerliche Pauschalierungsvorteil aus der Vermeidung einer gewerblichen Tierhaltung durch entsprechende Flächenausstattung (etwa 300 €/ha) und der Wert der Fläche zur Nährstoffausbringung (150 €/ha). Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Direktzahlungen auf die Verpächter übertragen werden (vgl. Kapitel 3.3.2).



- Deutlich weniger erhöht sich dagegen die Grundrente in der Ackerbauregion. Selbst wenn der Güllebonus mithilfe des regionalen Gülleanfalls realisiert werden kann, kommt es lediglich zu einer Verdopplung der Grundrente. Ohne Güllebonus steigt die Grundrente nur um 60 %.

Somit ist nach dem Vergleich der Grundrenten zwischen den verschiedenen Standorttypen zu erwarten, dass sich die Biogaserzeugung unter den Bedingungen des EEG 2009 besonders stark in Milchvieh- und Veredlungsregionen ausdehnen wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, die Preiserwartungen landwirtschaftlicher Unternehmer zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des EEG 2009 abzubilden und zum Ausgangspunkt der betriebswirtschaftlichen Kalkulationen zu machen. Hierfür werden die Preisprojektionen aus der vTI-Baseline 2009 herangezogen (vgl. Kapitel 2.3.3.2). In der Realität unterlagen die Agrarpreise seit Januar 2009 jedoch sehr starken Schwankungen. Der Weizenpreis ist von 100 €/t im September 2011 auf 170 €/t im Dezember 2011 gestiegen und lag im Mai 2011 in der Spitze bei 230 €/t. Auch der Milchpreis ist von 22 ct/kg ECM im Juli 2009 auf 35 ct/kg ECM im Dezember 2011 angestiegen (BMELV 2012). Bei steigenden Agrarpreisen sinkt jedoch die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung aufgrund höherer Opportunitätskosten für die Fläche.

Es ist zu erwarten, dass die landwirtschaftlichen Unternehmer diese wirtschaftlichen Risiken analysieren und in ihren Investitionsentscheidungen berücksichtigen. In dem Maße, in dem Biogasanlagen-Konzepte sich hinsichtlich ihrer Sensitivität in Bezug auf veränderte Agrarpreise unterscheiden, dürfte dies auch die Entscheidung beeinflussen, entsprechende Investitionen zu tätigen. Daher ist in Tabelle 3.35 ebenfalls dargestellt, wie sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in den betrachteten Regionen verändert, wenn das allgemeine Agrarpreisniveau um 20 % steigt. Folgende Unterschiede ergeben sich zwischen den Regionen:

- Am sensibelsten reagiert die Wirtschaftlichkeit der Anlagen in der Ackerbauregion auf steigende Agrarpreise. Die Unternehmergewinne sinken hier um 25.000 €/a (-86 % bis -179 %). Selbst wenn der Güllebonus mit Hilfe der regional anfallenden Gülle realisiert werden kann, liegt der Unternehmergeinn nur noch bei 4.000 €/a und die Kapitalrendite bei lediglich 4 %. Die Grundrente aus der Biogaserzeugung ist nur 15 % höher als die Grundrente aus dem Weizenanbau. Ohne Güllebonus kann die Biogasanlage nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden.
- Deutlich weniger verändert sich die Wirtschaftlichkeit der Anlagen in der Veredlungsregion. Wenn Maissilage in Kombination mit Hähnchenmist vergoren wird, sinkt der Unternehmergeinn um 17.000 € (-30 bis -47 %). Die Kapitalrendite verringert sich auf 7 bzw. 11 %, liegt jedoch weiterhin oberhalb des Kalkulationszinses von 6 % (vgl. Kapitel 2.3.4.2). Die mit der Biogaserzeugung zu erwirtschaftende Grundrente ist immer noch 40 bis 80 % höher als die Grundrente aus dem Weizenanbau.

- In der analysierten Milchviehregion sinkt die Wirtschaftlichkeit der Anlagen am wenigsten. Der Unternehmergewinn verringert sich um 16.000 € (24-27 %). Trotz der gestiegenen Agrarpreise liegt die Rendite bei über 10 %. Die Grundrente der Biogaserzeugung ist weiterhin mehr als doppelt so hoch wie beim Roggenanbau.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass die für typische Regionen durchgeführten Wirtschaftlichkeitsanalysen eine Reihe von Indizien dafür liefern, dass sich die Biogaserzeugung unter den Bedingungen des EEG 2009 zunächst besonders stark in Milchvieh- und Veredlungsregionen ausdehnen wird.

**Zu Frage 2: Welche Faktoren können die Vorzüglichkeit der Regionen hinsichtlich der Biogaserzeugung künftig verändern?**

Zur Beantwortung der Frage ist in Tabelle 3.36 dargestellt, wie sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in den jeweiligen Regionen künftig entwickeln kann.

**Tabelle: 3.36:** Wirtschaftliches Potenzial der Biogaserzeugung im interregionalen Vergleich (EEG, 2009)

Bezeichnung	Milchvieh-region			Veredlungs-region		Ackerbauregion			
						Import von		Kombination mit	
	200 kW_ S_MS	200 kW_ GA_MS <sup>(1)</sup>	200 kW_ GA_GS <sup>(1)</sup>	200 kW_ HM_Heiz	200 kW_ SG_	Schweinegülle SG_Imp.	Hähnchenmist 200 kW_HM_ SG_Imp.	Schweinemast 200 kW_ SG_Komb.	Hähnchenmast 200 kW_ HM_Komb.
NawaRo	Mais	Mais	Gras	Mais	Mais	Mais	Mais	Mais	Mais
Anteil Rinder-, Schweinegülle	43	43	42	33	35	35	15	36	16
Anteil Hähnchenmist	-	-	-	11	-	-	20	-	19
Wärmenutzung	450	450	450	835	450	450	450	468	1.028
Unternehmensgewinn	24.000	17.000	19.000	56.000	37.000	37.000	89.000	76.000	118.000
Rendite	8	7	7	15	11	11	23	20	29
Grundrente	876	793	254	1.040	771	771	1.671	1.246	2.075
Alternative Grundrente	611	611	113	381	296	296	296	296	296
Anstieg Grundrente	43	30	125	173	160	160	464	321	601
Sensitivität bei 20 % höheren Agrarpreisen									
Unternehmensgewinn	-8.000	-15.000	-4.000	39.000	13.000	13.000	70.000	52.000	98.000
Rendite	2	1	3	11	6	6	19	15	24
Alternative Grundrente	936	936	287	582	575	575	575	575	575
Anstieg Grundrente	-6	-15	-12	79	34	34	191	117	261

\* Angepasste Anlage, die höhere Grasanteile vergären kann.

Quelle: Eigene Berechnungen.

### **Veränderungen der Wirtschaftlichkeit bei weiterem starken Anlagenzubau**

Während in der Ackerbau- und Veredlungsregion ausreichend Ackerflächen verfügbar sind, ist in der Milchviehregion davon auszugehen, dass sich bei anhaltend starken Wachstumsraten der Biogaserzeugung und/oder bei einer weiteren Zunahme der Milcherzeugung Ackerflächen verknappen, die nicht für die Produktion von Silomais bzw. Gärsubstraten benötigt werden. Für dieses Szenario sind die Nutzungskosten der für die Biogasproduktion benötigten Fläche nicht mehr aus der Wirtschaftlichkeit des Ackerbaus, sondern aus der der Milchviehhaltung abzuleiten (vgl. Kapitel 3.2.4). In der Folge verringert sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung hier erheblich.

- Je nach Anlagentyp werden nur noch Unternehmergewinne zwischen 17.000 und 24.000 € sowie Kapitalrenditen zwischen 7 und 8 % erwirtschaftet. Die mit Energiemais in der Biogasanlage zu erzielenden Grundrenten sind nur noch 30 bis 40 % höher als die Grundrenten aus der Milchviehhaltung. Auf Basis von Grassilage kann mit der Biogaserzeugung jedoch auch in einem solchen Szenario im Vergleich zur Milchviehhaltung etwa die doppelte Grundrente erwirtschaftet werden.
- Weiterhin reagiert die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in Milchviehregionen deutlich sensibler auf steigende Agrarpreise, wenn anstelle der Nutzungskosten aus dem Ackerbau die Nutzungskosten aus der Milchviehhaltung anzusetzen sind. Nach dem langfristigen Preiszusammenhang zwischen Milch und Getreide führt ein Anstieg der Getreidepreise um 20 % zu einem Anstieg der Milchpreise um etwa 6 % (vgl. Abbildung A5 im Anhang). Ursache für den geringeren relativen Anstieg der Milchpreise ist, dass die Futterkosten nur zum Teil die Gesamtkosten in der Milchviehhaltung bestimmen. Allerdings ist selbst bei einem derart geringen Anstieg der Milchpreise die Biogasanlage nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben, wenn die Nutzungskosten der Fläche aus der Milchviehhaltung abgeleitet werden. Je nachdem, ob Mais- oder Grassilage als Rohstoff eingesetzt wird, sinkt die Rendite auf 1 bzw. 3 %. In einem solchen Szenario liegen die Grundrenten aus der Biogaserzeugung bis zu 15 % unterhalb der Grundrenten aus der Milchviehhaltung.

### **Veränderung der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung komplexer langfristiger Anpassungsreaktionen**

In Kapitel 3.4.2 wurden Strategien zur Wirtschaftsdüngerbeschaffung diskutiert, mit denen Anlagenbetreiber in der Ackerbauregion die Wirtschaftlichkeit ihrer Biogasanlagen deutlich erhöhen können.<sup>52</sup> Diese Strategien setzen jedoch erhebliche Anpassungsreaktionen der Betriebsleiter voraus. Daher ist anzunehmen, dass sie nur langfristig realisiert

---

<sup>52</sup>

Grundsätzlich sind diese Strategien auch in der Milchviehregion realisierbar, indem die Milchviehhaltung durch Hähnchen- oder Schweinemastställe ersetzt wird. Aufgrund der hohen Nutzungskosten der Fläche durch die Milchviehhaltung, wird sich die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung durch derartige Strategien jedoch weniger erhöhen als in der Ackerbauregion. Weiterhin kommt es hier deutlich früher zu regionalen Nährstoffüberschüssen als in der Ackerbauregion.

werden. Weiterhin ist grundsätzlich offen, ob weitere in den Kalkulationen nicht berücksichtigte Faktoren zum Tragen kommen, die derartige Anpassungsreaktionen verhindern (vgl. Kapitel 3.4.4). Sollten die genannten Strategien jedoch umgesetzt werden, steigt die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in den Ackerbauregionen erheblich:

- Wenn Hähnchenmist und Schweinegülle aus den Überschussregionen importiert wird, werden 33.000 € höhere Unternehmergewinne und eine um acht Prozentpunkte höhere Rendite erwirtschaftet als in der Veredlungsregion. Gegenüber der Milchviehregion sind die Vorteile noch deutlicher. Je nachdem, mit welchem Anlagentyp in der Milchviehregion die Strategie verglichen wird, ist der Unternehmergewinn in der Ackerbauregion zwischen 65.000 und 72.000 €/a und die Rendite zwischen 15 und 16 Prozentpunkte höher als in der Milchviehregion. Auch innerhalb der Ackerbauregion steigt die Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung erheblich, wenn Anlagenbetreiber Hähnchenmist und Schweinegülle importieren. Die Grundrente aus der Biogaserzeugung ist dann mehr als fünfmal so hoch wie beim Anbau von Weizen.
- Noch dramatischer verbessert sich die relative Wettbewerbsstellung der Ackerbauregion, wenn Anlagenbetreiber die Biogaserzeugung mit Schweine- oder Hähnchenmastanlagen kombinieren. Im Extremfall ist dann in der Ackerbauregion der Unternehmergewinn 100.000 € pro Jahr und die Rendite um 22 Prozentpunkte höher als in der Milchviehregion. Innerhalb der Ackerbauregion ist die Grundrente aus der Biogaserzeugung mit einer solchen Strategie etwa siebenmal so hoch wie beim Anbau von Weizen.
- Werden die Strategien umgesetzt, reagiert die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in der Ackerbauregion auch deutlich weniger sensibel auf steigende Agrarpreise als in der Milchvieh- und Veredlungsregion. Selbst wenn die Agrarpreise um 20 % steigen, sinkt der Unternehmergewinn in der Ackerbauregion lediglich um 20 bis 30 % und die Rendite um vier bis fünf Prozentpunkte.

Im Vergleich zur derzeitigen Situation kann es dazu kommen, dass sich die Wettbewerbsposition der Standorte für die Biogaserzeugung umdreht. Voraussetzung ist aber, dass a) in den Milchviehregionen die hohen Wachstumsraten in der Biogaserzeugung fortgesetzt und b) in den Ackerbauregionen komplexe Anpassungsreaktionen realisiert werden.



## 4 Fallstudien zum Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer

Im vorherigen Kapitel wurden auf Basis von Wirtschaftlichkeitsberechnungen theoretisch zu erwartende Strukturwirkungen der Biogasförderung abgeleitet. Allerdings stellt sich die Frage, ob die theoretisch zu erwartenden Strukturwirkungen sich auch in der landwirtschaftlichen Praxis wiederfinden und ggf. weitere Aspekte die Investitionsentscheidungen der Unternehmer beeinflussen. Weiterhin können zu wesentlichen indirekten Strukturwirkungen mit den bisherigen Wirtschaftlichkeitsberechnungen keine Aussagen getroffen werden. Hierzu gehört vor allem die Frage, welche Typen von Betrieben in die Biogaserzeugung investieren und welche Investitionen sie alternativ getätigt hätten. Derartige indirekte Strukturwirkungen können jedoch nicht mit den verfügbaren Statistiken überprüft werden (vgl. Kapitel 2.2.2.1).

Um die für eine solche Analyse erforderlichen Informationen zu gewinnen, können grundsätzlich qualitative und quantitative Methoden eingesetzt werden. Während quantitative Methoden darauf abzielen, Wirkungszusammenhänge mit einer repräsentativen Stichprobe nachzuweisen, besteht das Ziel von qualitativen Methoden darin, Ursachen für Verhaltensmuster mithilfe detaillierter Informationen offenzulegen<sup>1</sup> (vgl. Kapitel 2.3.5).

Aufgrund komplexer Wirkungszusammenhänge zwischen der Biogaserzeugung und der klassischen landwirtschaftlichen Produktion ist davon auszugehen, dass nicht alle indirekten Strukturwirkungen a priori bekannt sind. Daher werden im Rahmen des entwickelten Ansatzes Fallstudien mithilfe von Leitfadeninterviews erhoben (vgl. Kapitel 2.3.5). Nachfolgend wird in Kapitel 4.1 und 4.2 zunächst beschrieben, wie der Interviewleitfaden entwickelt und die Fallstudien erhoben wurden. Anschließend werden die einzelnen Fälle in Kapitel 4.3.1 näher beschrieben und in Kapitel 4.3.2 ausgewertet.

Abschließend wird überprüft, inwiefern die Fallstudien ein geeignetes Instrument sind, um Strukturwirkungen der Biogasförderung offenzulegen. Weiterhin werden inhaltliche Schlussfolgerungen aus den erzielten Ergebnissen abgeleitet.

---

<sup>1</sup> An dieser Stelle werden lediglich die wesentlichen Merkmale von qualitativen und quantitativen Methoden wiedergegeben. Eine detaillierte Darstellung erfolgte bereits in Kapitel 2.3.5.

## 4.1 Entwicklung des Interviewleitfadens

Um die Gespräche zu fokussieren und alle erforderlichen Informationen während der Erhebung zu erfassen, wird ein Interviewleitfaden entwickelt.

Hierfür ist in Tabelle A.18 im Anhang 1 dargestellt, welche Informationen notwendig sind, um die in Kapitel 3.5 abgeleiteten Strukturwirkungen in den jeweiligen Regionen beobachten zu können. Auf Basis dieses Informationsbedarfs wird der Interviewleitfaden entwickelt (vgl. Anhang 2 bis 4). Nachfolgend wird der Inhalt und grundsätzliche Aufbau des Interviewleitfadens beschrieben. Anders als bei einer standardisierten Befragung kann es bei halbstandardisierten Interviews jedoch sinnvoll sein, je nach Gesprächsverlauf von dem Leitfaden abzuweichen (vgl. Kapitel 2.3.5).

### Allgemeine Daten zum Betrieb

Zum Beginn des Gesprächs werden einfach zu beantwortende Fragen zum Gesamtbetrieb gestellt. Hierzu zählen das Jahr der Betriebsübernahme, die vorhandenen Betriebszweige, der Tierbestand vor der Biogasinvestition sowie der heutige Tierbestand. Anhand dieser Informationen ist es möglich, Wachstumsraten des Betriebes vor und nach dem Bau der Biogasanlage miteinander zu vergleichen.

### Informationen zur Biogasinvestition

In diesem Teil werden die Dimensionierung der Biogasanlage und der Zeitpunkt der Erstinvestition erfasst. In diesem Kontext sollen die Motive für die Investition in die Biogaserzeugung geklärt werden. Aus den grundsätzlichen Motiven für eine Biogasinvestition können erste Schlussfolgerungen zur indirekten Strukturwirkung der Biogasförderung gezogen werden. Beispielsweise kann der Frage nachgegangen werden, ob aufgrund von erhofften Synergieeffekten mit der Tierhaltung in die Biogasanlage investiert wurde (vgl. Kapitel 3.3.3) oder ob die Investition getätigt wurde, weil die Biogaserzeugung den bestehenden Verfahren wirtschaftlich deutlich überlegen ist.

In Kapitel 3 wurde an mehreren Stellen eine sehr hohe Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung aufgezeigt (vgl. Abbildung 3.4; Tabellen 3.16, 3.28 und 3.35). Inwiefern sich dies mit der Erfahrung landwirtschaftlicher Unternehmer deckt, kann untersucht werden, indem getätigte oder geplante Erweiterungsinvestitionen für die Biogasanlagen mit den Unternehmern besprochen werden.

Weiterhin werden Informationen zur Wärmenutzung der Biogasanlage erhoben. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf die Frage, ob der Wärmebedarf der Schweine- und Hähnchenmast dazu beiträgt, dass sich die Biogaserzeugung trotz vorhandener Nährstoffüberschüsse und den damit verbundenen Kosten besonders stark in Veredlungsregionen ausgebreitet hat (vgl. Kapitel 3.3.3). Zudem kann darüber der Wärmeabsatz insgesamt realistischer eingeschätzt werden.



### **Entwicklung bestehender Betriebszweige seit Biogasinvestition und künftige Entwicklungspläne**

Die Entwicklung der Tierbestände vor und nach der Biogasinvestition wird erhoben. Dabei werden die in Kapitel 3 abgeleiteten Synergie- bzw. Konkurrenzbeziehungen zwischen der Tierhaltung und der Biogaserzeugung mit den landwirtschaftlichen Unternehmern diskutiert.

In der Milchviehregion wird weiterhin der Frage nachgegangen, ob sich seit der Investition in Biogas die Futterration verändert hat. Auf diese Weise können Rückschlüsse dahingehend gewonnen werden, ob Biogasanlagenbetreiber tatsächlich vornehmlich Maissilage in der Biogasanlage einsetzen und ggf. aufgrund innerbetrieblicher Konkurrenzbeziehungen den Maisanteil in der Milchviehfütterung reduzieren (vgl. Kapitel 3.2.4).

Weiterhin werden nicht nur die bisherige Entwicklung der bestehenden Betriebszweige, sondern auch deren künftige Entwicklungsperspektiven diskutiert. Dies ist notwendig, um der Frage nachzugehen, ob und wie stark die Unternehmensentwicklung durch die Biogasinvestition beeinflusst wird. Dabei werden sowohl die unmittelbar geplanten Investitionen für die bestehenden Betriebszweige als auch die langfristigen Entwicklungsabsichten besprochen.

### **Alternative Entwicklungspfade**

In Kapitel 2.2.1 wird die Veränderung betrieblicher Wachstumsstrategien ebenfalls als eine indirekte Strukturwirkung aufgeführt. Auf Grundlage der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit wird für die Milchviehregion geschlussfolgert, dass Milchviehhalter Investitionen in den Betriebszweig „Milchvieh“ zugunsten von Biogasinvestitionen fallen lassen bzw. nicht tätigen (vgl. Kapitel 3.2.4). Ob diese Entwicklung in der unternehmerischen Praxis eine Rolle spielt, kann nur untersucht werden, wenn bekannt ist, welche anderen Entwicklungswege aus Sicht des Betriebsleiters zur Disposition standen. Um zu vermeiden, dass hierbei unrealistische Wachstumsschritte genannt werden, wird gefragt, wie konkret die alternativen Entwicklungspfade geplant waren.

### **Substratversorgung für die Biogasanlage**

An der Substratversorgung der Biogasanlagen kann gezeigt werden, mit welchen Verfahren die Biogaserzeugung konkurriert. Hierfür reicht es allerdings nicht aus, lediglich den Anteil der einzelnen Substrate zu kennen. Darüber hinaus muss bekannt sein, ob die Substrate auf eigenen Flächen angebaut oder zugekauft werden. Für die Zukaufsubstrate ist weiterhin zu erfassen, von welchen Betrieben die Substrate stammen und wie die Zulieferbetriebe die Flächen vorher genutzt haben.

An den Konditionen der Zukaufverträge kann der Frage nachgegangen werden, ob sich die Maispreise tatsächlich am Gleichgewichtspreis zu Getreide orientieren (vgl. Kapi-

tel 2.3.4.2), oder Gründe bestehen, um von dem Gleichgewichtspreis abzuweichen. Weiterhin ist anhand der Vertragskonditionen zu erkennen, wie in den jeweiligen Regionen der Gärrest bewertet wird und ob Biogasanlagenbetreiber in Veredlungsregionen tatsächlich die Exportkosten für die anfallenden Nährstoffe aus dem Energiemaisanbau tragen (vgl. Kapitel 3.3.3). Ob sich tatsächlich regionale Märkte für unterschiedliche Wirtschaftsdünger bilden, kann untersucht werden, wenn bekannt ist, woher die eingesetzten Wirtschaftsdünger stammen und zu welchen Konditionen sie beschafft werden.

### **Flächennutzung**

Rückschlüsse auf die Frage, inwiefern die Biogasförderung zum Umbruch von Grünland oder zu einer Intensivierung der Flächennutzung führt (vgl. Kapitel 3.2.4) können nur gewonnen werden, wenn bekannt ist, wie sich die Flächennutzung aufgrund der Biogasinvestition verändert hat. Sollten die landwirtschaftlichen Unternehmer zusätzliche Flächen gepachtet haben, ist zu klären, was für Betriebe die Flächen vorher bewirtschaftet haben und was für Betriebe mit um die Pachtflächen konkurriert haben. Anhand dieser Informationen kann wiederum aufgezeigt werden, mit welchen Produktionsverfahren die Biogaserzeugung in der Region konkurriert.

## **4.2 Erhebung der Fallstudien**

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Fallstudien mit Beratern oder mit den landwirtschaftlichen Unternehmern selbst zu erheben. Nachfolgend werden zunächst Vor- und Nachteile beider Möglichkeiten aufgeführt und darauf aufbauend ein Vorgehen abgeleitet.

Für die Entscheidung, ob für die Erhebung der Fallstudien Berater oder Landwirte befragt werden, sind folgende Überlegungen zu berücksichtigen:

- Es ist anzunehmen, dass Berater einen deutlich besseren Überblick über die Region haben als Landwirte.
- Die Datenerhebung mit Beratern ist aus pragmatischer Sicht weniger zeitaufwendig, als wenn unmittelbar mit den landwirtschaftlichen Unternehmern gesprochen wird.
- Aufgrund der geringen Fallzahl ist der Beratereinfluss auf die Ergebnisse jedoch sehr stark. Dabei besteht die Gefahr, dass die Berater ihre Meinung auf die einzelnen Fälle übertragen.
- Weiterhin ist anzunehmen, dass Berater einige Detailfragen nicht beantworten können oder wenig differenzierte Aussagen treffen. Dafür können sie alternative und künftige Entwicklungspfade von landwirtschaftlichen Betrieben wiederum objektiver einschätzen als die Unternehmer selbst.
- Werden landwirtschaftliche Unternehmer befragt, werden die Informationen ungefiltert weitergegeben. Dabei sind stärker differenzierte Antworten zu erwarten. Aller-

dings ist offen, ob die landwirtschaftlichen Unternehmer ihre alternativen Entwicklungspfade realistisch einschätzen können.

Da beide Verfahren unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich bringen, wird ein zweistufiges Verfahren gewählt. Zunächst wird der Leitfaden mit den Beratern besprochen. Anschließend werden die offenen Fragen, wie beispielsweise Fragen zu den Motiven für die Biogasinvestition sowie Detailinformationen, wie beispielsweise die Herkunft der Zukaufsubstrate, noch einmal mit den landwirtschaftlichen Unternehmern selbst besprochen. Auf diese Weise wird der Zeitaufwand für die Landwirte reduziert. Weiterhin können die Antworten der Berater und landwirtschaftlichen Unternehmer für eine gegenseitige Kontrolle genutzt werden. So kann ein zu starker Beratereinfluss vermieden und überprüft werden, wie realistisch die Angaben der landwirtschaftlichen Unternehmer beispielsweise zu den künftigen Entwicklungsabsichten sind.

Nach einer Internetrecherche und Rücksprache mit den Bezirksstellen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen wurden folgende Berater kontaktiert, um die Fallstudien zu erheben:

1. Milchviehregion Cuxhaven: Jan Gillen,  
Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V.
2. Veredlungsregion Cloppenburg: Rainer Kues,  
Dr. Bernhard Rump,  
Landwirtschaftskammer Niedersachsen,  
Bezirksstelle Oldenburg-Süd
3. Ackerbauregion Hildesheim: Wilhelm Hans,  
Landberatung Hildesheim

Nach den Ergebnissen in Kapitel 3.3.3 ist zu erwarten, dass sich aufgrund der Konkurrenzbeziehungen zwischen der Biogaserzeugung und der Milchviehhaltung besonders starke Strukturwirkungen in Milchviehregionen ergeben. Wie in Kapitel 4.2 noch deutlich wird, spiegeln sich diese Wirkungszusammenhänge auch in den betrachteten Fällen in der Milchviehregion Cuxhaven wider. Daher erscheint es für diesen Regionstyp besonders wichtig, dass a) die Ergebnisse aus den Fallstudien nicht durch die Auswahl der Fälle beeinflusst werden und b) sich die beobachteten Wirkungszusammenhänge auch in ähnlich strukturierten Regionen finden. Daher wurde im Verlauf der Arbeit beschlossen, Fallstudien in einer ähnlich strukturierten Milchviehregion außerhalb Niedersachsens zu erheben. Hierfür wurde folgende Region und Beraterin ausgewählt:

4. Milchviehregion Nordfriesland: Helma Möllgaard  
Verein für Rinderspezialberatung  
Nordfriesland

Die Auswahl der landwirtschaftlichen Unternehmer für die Fallstudien erfolgt zunächst mit den Beratern. Das entscheidende Auswahlkriterium hierfür ist, dass die Unternehmer grundsätzlich bereit sind an der Befragung teilzunehmen. Darüber hinaus sollen sie möglichst unter den Bedingungen des EEG 2009 erstmalig in die Biogaserzeugung investiert oder Erweiterungsinvestitionen getätigt haben. Weiterhin werden die Fallstudien so ausgewählt, dass mit ihnen möglichst das in der Region zu beobachtende Spektrum an Betriebs- und Anlagentypen abgedeckt wird.

Die Fallstudien wurden im Oktober und November 2010 erhoben. Je nach Region wurden zwischen drei und sechs Fallstudien erhoben. Den Beratern und landwirtschaftlichen Unternehmern ist an dieser Stelle noch einmal ein herzliches Dankeschön für die Teilnahme auszusprechen.

### **4.3 Ergebnisse der Fallstudien**

Bereits in Kapitel 2.3.6 wurde hervorgehoben, welche Herausforderung besteht, wenn Fallstudienresultate dargestellt werden: Auf der einen Seite sollen die Einzelfälle erkennbar bleiben und keine Informationen verloren gehen, wenn Daten aggregiert werden. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass keine typischen Zusammenhänge abgeleitet werden können, wenn zu stark auf Einzelfälle fokussiert wird (KEPPER, 1994: 119-124). Daher werden im nächsten Abschnitt zunächst die einzelnen Fälle näher beschrieben. Anschließend werden wesentliche Informationen aus den Fallstudien vergleichend gegenübergestellt und allgemeine Trends abgeleitet. Hierbei bleiben die Einzelfälle jedoch erkennbar.

#### **4.3.1 Wesentliche Hintergrundinformationen zu den Einzelfällen**

Nachfolgend werden zunächst die Einzelfälle näher beschrieben. Hierfür ist in Tabelle 4.1 die Betriebsstruktur der teilnehmenden Betriebe zum Zeitpunkt ihrer ersten Investition in Biogas wiedergegeben. Die farbige Markierung hinter den Betrieben wird in den Grafiken des nächsten Kapitels beibehalten. Somit ist gewährleistet, dass die einzelnen Fälle auch bei der Ableitung der Strukturwirkungen erkennbar bleiben. Sofern die Biogasanlagen in Kooperation mit anderen Betrieben errichtet wurden, sind in Tabelle 4.1 lediglich die Daten der befragten Betriebe aufgeführt. Für weitere Auswertungen wurden jedoch auch Informationen über die Kooperationspartner berücksichtigt.

### Milchviehhalter mit Biogasanlagen in der Milchviehregion Cuxhaven

Die vier befragten landwirtschaftlichen Unternehmer haben ihre Betriebe in den Jahren 1990 bis 1992 mit 50 bis 100 Kühen übernommen und erstmalig zwischen 2009 und 2011 in die Biogaserzeugung investiert. Allerdings unterscheiden sich die Fälle zum Teil erheblich:

Der Betriebsleiter von **Betrieb 1** hat 300 Kühe mit einer Milchleistung von 8.500 kg gemolken, bevor er eine Biogasanlage gebaut hat. Die Kühe stehen in einem überwiegend abgeschriebenen Boxenlaufstall, der mittelfristig (bis 2015) erneuert werden muss. Das Jungvieh wird in drei abgeschriebenen Ställen aufgezogen, die bis zu 20 km entfernt liegen. Aufgrund einer hohen Fremdkapitalbelastung traten auf dem Betrieb Liquiditätsprobleme auf, die mit der Biogasanlage gelöst werden sollten. Weiterhin war das Güllelager am Hauptstandort mit 1.500 m<sup>3</sup> zu klein und musste erweitert werden. Somit kann das Gärrestlager gleichzeitig als Güllelager genutzt werden. Der Milchviehhalter investierte im Jahr 2010 zeitgleich in eine 500 kW-Biogasanlage und einen 40.000er-Hähnchenmaststall. Der Hähnchenmist wird in der Biogasanlage vergoren. Mit der Abwärme der Biogasanlage wird der Hähnchenstall geheizt. Eine kleinere Anlage hat der landwirtschaftliche Unternehmer nicht gebaut, da er einen Ackerflächenüberschuss von 30 ha hatte und mit Zukaufverträgen die restliche Substratversorgung sichern konnte.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 2** melkt heute 130 Kühe mit einer Leistung von 9.000 kg im Boxenlaufstall. Die Ställe haben erst die Hälfte ihrer geplanten Nutzungsdauer erreicht. Um eine alternative Einkommensquelle zu erschließen, hat der landwirtschaftliche Unternehmer im Jahr 2009 mit einem Partner (85 Milchkühe) eine 250 kW-Biogasanlage gebaut. Für eine größere Anlage erschien ihm die Substratversorgung zu unsicher. Weiterhin hat er die Anlage an die Vergärung hoher Grasanteile angepasst, um die Substratversorgung langfristig abzusichern. Die hierfür erforderlichen zusätzlichen Investitionen von 50.000 € entsprechen etwa den Annahmen in Tabelle 3.14. Der alte Güllekeller kann heute lediglich als Vorgrube für die Biogasanlage genutzt werden.

Auf **Betrieb 3** wurden vor der Biogasinvestition 70 Kühe mit einer Leistung von 8.000 kg gemolken. Die Kühe und das Jungvieh stehen in bereits abgeschriebenen Ställen. Im Jahr 2009 stand der landwirtschaftliche Unternehmer vor der Entscheidung, eine Biogasanlage oder einen neuen Milchviehstall für 200 Kühe zu bauen. Da für einen Milchviehstall die Finanzierung jedoch nicht gesichert war und Fremdarbeitskräfte hätten eingestellt werden müssen, hat er sich für die Investition in eine Biogasanlage entschieden. Ursprünglich war hierfür ein Ausstieg aus der Milchviehhaltung geplant. Allerdings fand sich eine Arbeitskraft, die zunächst die Milchviehhaltung weiterführt. Der Betriebsleiter will jedoch nicht mehr in die Milchviehhaltung investieren. Die Gülleversorgung der Biogasanlage will er bei Auslaufen der Milchviehhaltung über arbeitsextensive Verfahren wie die Färsenmast sichern.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 4** melkt 400 Kühe mit einer Leistung von 9.000 kg. Er hat 2009 eine 250 kW-Biogasanlage gebaut und zeitgleich die Milchviehhaltung um 100 Kühe aufgestockt. Somit dient das Gärrestlager der Biogasanlage gleichzeitig als Güllelager. Der Landwirt sieht die Biogasanlage eher als Ergänzung anstatt als Alternative zur Milchviehhaltung. Dies zeigt sich auch an der Substratzusammensetzung der Anlage, da Gülle etwa 80 % der eingesetzten Substrate ausmacht. Allerdings lag bereits zum Bau der Anlage die Genehmigung vor, die Anlage auf 500 kW zu erweitern. Hierfür soll der Maisanteil in der Anlage erhöht und lediglich ein weiteres 250 kW-BHKW installiert werden. Langfristig will der landwirtschaftliche Unternehmer jedoch auch seinen Milchviehbestand verdoppeln.

### **Milchviehhalter mit Biogasanlagen in der Milchviehregion Nordfriesland:**

In der Milchviehregion Nordfriesland unterscheiden sich die betrachteten Betriebe ebenfalls teilweise erheblich. Zwei der befragten Landwirte melken lediglich 50-60 Kühe, während die beiden anderen 150 bis 200 Kühe melken.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 1** melkt 60 Kühe mit einer Leistung von 9.000 kg. Vor dem Bau der Biogasanlage hat er jährlich 80 Bullen gemästet. Dabei stammten lediglich 30 Bullenkälber aus dem eigenen Milchviehbestand, sodass er 50 Bullenkälber zukaufen musste. Im Jahr 2010 stand der Unternehmer vor der Entscheidung die Milchviehhaltung auf 200 Kühe aufzustocken, in die Biogaserzeugung zu investieren oder den Betrieb auslaufen zu lassen. Da er keine Fremdarbeitskräfte einstellen wollte und die Hofstelle für eine Erweiterung auf 200 Kühe ungeeignet war, fiel die Entscheidung, in die Biogaserzeugung zu investieren. Zeitgleich hat er die Bullenmast um 50 Plätze reduziert. In Kooperation mit zwei weiteren Landwirten hat er im Jahr 2010 eine 400 kW-Biogasanlage gebaut. Einer der Kooperationspartner melkt ebenfalls 60 Kühe, hat jedoch keinen Hofnachfolger. Daher wird er die Milchviehhaltung in den nächsten Jahren auslaufen lassen und künftig die Anlage betreuen. Die Biogasanlage wurde am Standort des zweiten Kooperationspartners errichtet, der 540 Sauen und 800 Mastschweine hält. Mit der Abwärme der Anlage werden die Schweineställe sowie zwei Wohnhäuser beheizt. Hiermit können jedoch lediglich 25 % der Abwärme verbraucht werden. Derzeit bauen die Kooperationspartner 90 % der Substrate selbst an. Allerdings wollen sie die Anlage im Jahr 2011 um 400 kW erweitern und den Zukaufanteil deutlich erhöhen.

Der **Betrieb 2** hat eine ähnliche Größenordnung. Der landwirtschaftliche Unternehmer melkt 50 Kühe mit einer Leistung von 9.000 kg und mästet jährlich 25 Bullen. Im Jahr 2010 hat er in Kooperation mit einem Partner eine 380 kW-Biogasanlage gebaut. Der Kooperationspartner hat vor dem Bau der Biogasanlage 40 ha Getreide angebaut, 30 Kühe gemolken und jährlich 15 Bullen gemästet. Die Anlage wurde am Standort des Kooperationspartners gebaut, da sich in dessen unmittelbarer Umgebung eine öffentliche Einrich-

tung mit hohem Wärmebedarf befindet. In der öffentlichen Einrichtung wurde ein 190 kW-Satelliten-BHKW<sup>2</sup> errichtet, in dem die gesamte Abwärme genutzt wird. Das zweite BHKW steht unmittelbar an der Biogasanlage und beheizt lediglich den Fermenter sowie ein Wohnhaus. Der Hofnachfolger des befragten landwirtschaftlichen Unternehmers will auch künftig in der Milchviehhaltung wachsen. Der Kooperationspartner wird jedoch voraussichtlich aus der Milchviehhaltung aussteigen und die Biogasanlage betreuen.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 3** melkt zusammen mit seinem Sohn 150 Kühe in einem 1996 neu errichteten Boxenlaufstall. Die Milchleistung liegt bei 9.000 kg. Das Jungvieh wird in einem zugepachteten Stall an einem anderen Standort aufgezogen. Bereits im Jahr 2005 hat der Unternehmer eine 180 kW-Biogasanlage gebaut und diese 2006 um 180 kW erweitert. In dieser Anlage wird keine Gülle eingesetzt, da sie den Trockenfermentationsbonus<sup>3</sup> nach dem EEG 2004 erhält. Im Jahr 2010 hat er das bisherige Gärrestlager der Anlage zum Fermenter umgenutzt und ein neues Gärrestlager gebaut. Auf diese Weise konnte er eine zweite Anlage mit 366 kW Leistung errichten. In dieser Anlage wird Gülle vergoren und der Güllebonus realisiert. Mit der Abwärme der Biogasanlage werden 6 Wohnhäuser beheizt und eine Anhänger Trocknung betrieben. Nach der Hofübergabe soll ein Herdenmanager eingestellt werden und die Milchviehhaltung langfristig weiterführen.

Vor dem Bau der Biogasanlage wurden auf **Betrieb 4** 210 Kühe mit einer Leistung von 7.800 kg gemolken und jährlich 100 Bullen gemästet. Bereits im Jahr 2008 hat der landwirtschaftliche Unternehmer eine 190 kW-Biogasanlage gebaut und die Anlage ein Jahr später auf 560 kW erweitert. Hierfür hat er eine 880 m lange Gasleitung gebaut und das alte BHKW als Satelliten-BHKW an einen neuen Standort gestellt. Am Anlagenstandort selbst hat er ein weiteres 370 kW-BHKW errichtet. Im Zuge der Biogasinvestition hat er die Bullenmast aufgegeben. Weiterhin ist die Milchleistung um 800 kg gesunken. Als Ursache für den Leistungsrückgang nennt der Unternehmer den hohen Zeitbedarf für die Biogasanlage, sodass weniger Zeit bleibt, um die Milchviehherde zu betreuen. Um die Leistung künftig wieder zu steigern, will er einen Herdenmanager einstellen.

---

<sup>2</sup> Als Satelliten-BHKW werden BHKW bezeichnet, die nicht unmittelbar an der Biogasanlage stehen, sondern mithilfe einer Gasleitung in unmittelbarer Nähe einer Wärmesenke aufgestellt werden.

<sup>3</sup> Nach dem EEG 2004 wurde ein Technologiebonus von 2 ct/kWh für die Trockenfermentation gewährt. Voraussetzung hierfür war, dass nur stapelbare Substrate mit einem TS-Gehalt von mindestens 30 % eingesetzt wurden und dem Prozess keine Flüssigkeiten wie Gülle oder Wasser zugeführt wurden. Separiertes Gärsubstrat darf jedoch zurückgeführt werden.

### Hähnchen- und Schweinemäster mit Biogasanlagen in der Veredlungsregion Cloppenburg/Vechta

In der Veredlungsregion wurden Schweinemäster, Hähnchenmäster sowie Sauenhalter für die Fallstudien berücksichtigt. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden ihre Tierplätze in Tabelle 4.1 als GV-Einheiten angegeben. Vor dem Bau der Biogasanlagen haben die befragten landwirtschaftlichen Unternehmer zwischen 170 und 740 GV je Betrieb gehalten. Ihre erste Biogasanlage haben sie in der Regel vor 2009 mit einer Leistung zwischen 370 und 500 kW gebaut. Allerdings wurden die Anlagen nach 2009 erweitert bzw. sollen erweitert werden. Lediglich zwei Unternehmer wollen ihre Anlagen nicht mehr vergrößern.

Der **Betrieb 1** ist überdurchschnittlich groß dimensioniert. Vor der Biogasinvestition hat der landwirtschaftliche Unternehmer 600 ha Kartoffeln angebaut und insgesamt eine Fläche von 1.500 ha bewirtschaftet. Weiterhin betreibt er eine landwirtschaftliche Brennerei sowie 440 Sauen- und 4.400 Schweinemastplätze. Allerdings läuft das Branntweinmonopol im Jahr 2011 aus, sodass die Brennerei aufgegeben wird. Daher hat der landwirtschaftliche Unternehmer bereits im Jahr 2009 eine 370 kW-Biogasanlage gebaut. Um langfristig am Flächenmarkt wettbewerbsfähig zu sein, wollte er auf diese Weise mit Energiemais neben Kartoffeln eine weitere konkurrenzfähige Kultur für die Fruchtfolge erschließen.

Der **Betrieb 2** entspricht in etwa einem klassischen Veredlungsbetrieb (vgl. Kapitel 3.3.1). Vor dem Bau der Biogasanlage hat der landwirtschaftliche Unternehmer 170 Sauen, 800 Mastschweine und 80 Mastbullen gehalten. Aufgrund der geringen Flächenausstattung von lediglich 60 ha Ackerfläche musste er die Sauenhaltung gewerblich betreiben. Bereits im Jahr 2006 hat er eine 500 kW-Anlage gebaut. Mit der Investition wollte er die Wettbewerbsfähigkeit des Betriebes am Pachtmarkt erhöhen. In den folgenden Jahren hat er die Pachtfläche etwa verdreifacht, sodass er die Sauenhaltung heute landwirtschaftlich betreibt. Aufgrund eines fehlenden Wärmekonzeptes und hoher Nährstoffüberschüsse hat er im Jahr 2007 weiterhin eine Gärresttrocknung gebaut. Trotz der Trocknung ist die kostenpflichtig zu exportierende Menge Wirtschaftsdünger stark angestiegen. Vor dem Bau der Biogasanlage hat der landwirtschaftliche Unternehmer lediglich 700 Nm<sup>3</sup> Gülle exportiert. Heute exportiert er von den insgesamt 12.000 m<sup>3</sup> anfallenden Gärresten 1.000 t als feste Phase und 900 t als flüssige Phase kostenpflichtig. Für den getrockneten Gärrest (800 t) realisiert er hingegen Erlöse von 30 €/t FM.

Bevor der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 3** eine Biogasanlage gebaut hat, entsprach er ebenfalls einem klassischen Veredlungsbetrieb (vgl. Kapitel 3.3.1). Er hat 1.300 Schweine gemästet und 60 ha Ackerfläche bewirtschaftet. Um eine weitere Einkommensquelle zu erschließen, hat er im Jahr 2005 erstmalig in die Biogaserzeugung investiert und in Kooperation mit einem anderen Schweinemäster eine 500 kW-Biogasanlage gebaut. Im Jahr 2009 haben die Kooperationspartner die Anlage um 1,5 MW Leistung erweitert. Weiterhin hat der befragte Unternehmer seither 3.200 zusätzliche



Schweinemastplätze gebaut und 190 ha Ackerfläche gepachtet. Mit der Flächenausstattung von 250 ha kann er 2.500 Schweinemastplätze landwirtschaftlich betreiben. Ohne Biogasanlage hätte er hingegen keine zusätzlichen Flächen gepachtet und die Schweinemast gewerblich betrieben. Auch auf diesem Betrieb hat sich die kostenpflichtig zu exportierende Menge Wirtschaftsdünger stark erhöht. Während der Landwirt vor dem Bau der Biogasanlage 300 m<sup>3</sup> Gülle (20 % des Gülleanfalls) exportiert hat, sind es heute 14.000 m<sup>3</sup> Gärrest.

Der Landwirt von **Betrieb 4** hat vor dem Bau der Biogasanlage 1.100 Schweine und 40.000 Hähnchen gemästet. Aufgrund der hohen Flächenausstattung von 200 ha konnte jedoch die gesamte Tierhaltung landwirtschaftlich betrieben werden. Auf der Ackerfläche wurden neben Getreide und CCM 90 ha Kartoffeln und 12 ha Spargel angebaut. Um sich ein zweites Standbein aufzubauen und langfristig am Flächenmarkt wettbewerbsfähig zu sein, hat der Betriebsleiter im Jahr 2005 erstmalig eine 500 kW-Anlage gebaut. Die Anlage soll 2011 um 150 kW erweitert werden. Im Zuge der Biogasinvestition hat er den Spargelanbau aufgegeben und die Hähnchenmast um 40.000 Plätze erweitert, weiterhin hat er 160 ha Ackerfläche gepachtet. Damit kann er auch den zusätzlichen Hähnchenmaststall landwirtschaftlich betreiben. Vor der Biogasinvestition konnte der Landwirt sämtliche Wirtschaftsdünger auf seinen Flächen ausbringen. Heute muss er 800 m<sup>3</sup> Gärrest an benachbarte Betriebe abgeben. Allerdings fallen hierfür geringere Kosten an, als wenn er die Gärreste über die Nährstoffbörse exportieren würde. Um den Güllebonus realisieren zu können und zusätzlich weiterhin den Trockenfermentationsbonus nach dem EEG 2004 zu realisieren, importiert der Betriebsleiter Schweinemist von einem Nachbarbetrieb anstatt seine eigene Schweinegülle zu vergären.

Der **Betrieb 5** repräsentiert hingegen keinen klassischen Veredlungsbetrieb. Vor dem Bau der Biogasanlage im Jahr 2009 hat der landwirtschaftliche Unternehmer 100 Kühe gemolken und 50 Mutterkühe sowie 80 Mastbullen gehalten. Im Zuge der Biogasinvestition hat er die Mutterkuhhaltung und die Bullenmast aufgegeben und einen 80.000er Hähnchenmaststall gebaut. Der Hähnchenmist wird in der Biogasanlage vergoren und mit der Wärme der Biogasanlage wird der Hähnchenmaststall geheizt. Langfristig soll die Milchviehhaltung auslaufen und die Hähnchenmast ausgebaut werden.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 6** hat im Jahr 2005 eine 500 kW-Biogasanlage gebaut und vorher 320 Sauen und 1.500 Mastschweine gehalten. Seither hat er die Sauenhaltung um 150 und die Schweinemast um 700 Plätze erweitert. Da er jedoch nur 140 ha bewirtschaftet, kann er lediglich die Schweinemast landwirtschaftlich betreiben<sup>4</sup>. Weiterhin hat er die Stalltemperatur von 18 auf 21° C erhöht und konnte so den Medikamentenbedarf verringern. Auch auf diesem Betrieb ist die kostenpflichtig zu exportie-

---

<sup>4</sup> Dies ist bei einer Flächenausstattung von 140 ha nur möglich, weil der Betrieb rechtlich in zwei 70 ha Betriebe aufgeteilt wurde. Die Sauenhaltung ist jedoch trotzdem gewerblich zu betreiben.

rende Menge Wirtschaftsdünger mit dem Bau der Biogasanlage gestiegen. Während der Landwirt vorher lediglich 2.800 m<sup>3</sup> Schweinegülle an die Nährstoffbörse abgegeben hat, sind es heute 5.000 m<sup>3</sup> Gärrest.

### **Ackerbaubetriebe mit Biogasanlagen in der Hildesheimer Börde**

Alle befragten landwirtschaftlichen Unternehmer in der Ackerbauregion haben bereits 2005 eine Biogasanlage gebaut und die Anlagen nach der EEG-Novelle 2009 erweitert. Alle Anlagen wurden in Kooperation mit mindestens einem Partner realisiert.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 1** hat vor dem Bau der Biogasanlage 120 ha Ackerfläche bewirtschaftet und keine Tiere gehalten. Zusammen mit vier weiteren Unternehmern hat er 2005 eine 500 kW-Biogasanlage gebaut. Alle Kooperationspartner sind zu gleichen Flächen- und Kapitalanteilen an der Biogasanlage beteiligt. Da bei keinem Kooperationspartner Gülle anfällt, wird die Anlage ohne Gülle betrieben. Somit wird der Trockenfermentationsbonus nach EEG 2004 erlöst. Im Jahr 2010 wurde die Biogasanlage um 500 kW erweitert. Auch in der Neuanlage wird keine Gülle eingesetzt. Allerdings wird die gesamte Abwärme der Biogasanlage in einem Schulkomplex sowie in einem Kreidewerk verbraucht.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 2** hat vor der Biogasinvestition 58 ha Ackerfläche bewirtschaftet und 2005 zusammen mit sieben anderen Ackerbauern eine 500 kW-Biogasanlage gebaut. Wiederum sind alle Partner mit gleichen Flächen- und Kapitalanteilen an der Biogasanlage beteiligt. Die Anlage wurde 2010 um 150 kW erweitert. Auch in dieser Anlage wird keine Gülle eingesetzt, jedoch die gesamte Abwärme für die Trocknung von Brenn- und Schnittholz verbraucht.

Der landwirtschaftliche Unternehmer von **Betrieb 3** bewirtschaftet 110 ha Ackerfläche und hält 150 Sauen sowie 1.500 Mastschweine. Er hat zusammen mit einem 70 ha Ackerbaubetrieb im Jahr 2005 eine 300 kW-Biogasanlage gebaut und die Anlage im Jahr 2010 ebenfalls um 150 kW erweitert. Weil die betriebseigene Gülle nicht ausreicht, um den Güllebonus zu realisieren, importiert er Wirtschaftsdünger von benachbarten Betrieben. Anders als bei den beiden vorherigen Anlagen werden in dieser Anlage lediglich 60 % der Abwärme verbraucht.

**Tabelle 4.1** Betriebsgröße der befragten Betriebe bei Erstinvestition in eine Biogasanlage

Region	Betrieb	Installierte el. Leistung	Erstinvestition BGA	Fläche	Tierbestand
<b>Milchviehregion</b> Cuxhaven	Betrieb 1 ■	500 kW	2010	235 ha	320 Kühe
	Betrieb 2 ◆	250 kW	2010	80 ha	130 Kühe
	Betrieb 3 ▲	190 kW	2010	113 ha	70 Kühe
	Betrieb 4 □	250 kW	2010	225 ha	350 Kühe
Nordfriesland	Betrieb 1 ■	400 kW	2010	100 ha	60 Kühe
	Betrieb 2 ◆	380 kW	2010	85 ha	50 Kühe
	Betrieb 3 ▲	180 kW	2005	210 ha	130 Kühe
	Betrieb 4 □	190 kW	2008	180 ha	210 Kühe
<b>Veredlungsregion</b> Cloppenburg/Vechta	Betrieb 1 ■	370 kW	2009	1.600 ha	740 GV
	Betrieb 2 ◆	500 kW	2006	60 ha	230 GV
	Betrieb 3 ▲	500 kW	2005	60 ha	170 GV
	Betrieb 4 □	500 kW	2005	200 ha	220 GV
	Betrieb 5 ●	500 kW	2009	75 ha	290 GV
	Betrieb 6 ★	500 kW	2000	120 ha	160 GV
<b>Ackerbauregion</b> Hildesheim	Betrieb 1 ■	526 kW	2005	120 ha	-
	Betrieb 2 ◆	500 kW	2005	58 ha	-
	Betrieb 3 ▲	300 kW	2005	110 ha	255 GV

Quelle: Eigene Darstellung.

### 4.3.2 Ermittlung regionaltypischer Strukturwirkungen

Nachdem im vorherigen Abschnitt die einzelnen Fälle näher beschrieben wurden, wird nachfolgend versucht, regionstypische Strukturwirkungen aus den Fallstudien abzuleiten. Hierfür werden für ausgewählte Fragestellungen die Ergebnisse der einzelnen Fälle grafisch vergleichend gegenübergestellt.

#### 4.3.2.1 Erweiterung der Anlagenkapazität

Zunächst stellt sich die Frage, ob sich die hohe Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung (vgl. Kapitel 3.1.3) im Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer widerspiegelt. Zur Beantwortung der Frage ist in Abbildung 4.1 dargestellt, wie stark die Betriebe die Anlagenkapazität nach der Erstinvestition ausgedehnt haben. Folgende Befunde sind festzustellen:

- In allen Regionen wurde bzw. wird in naher Zukunft die installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen im gewichteten Mittel<sup>5</sup> um mindestens 60 % erhöht. Daran ist zunächst eine hohe Rentabilität der Biogaserzeugung zu erkennen. Es ist zu vermuten,

<sup>5</sup> Je nach Fragestellung wird die Bedeutung der einzelnen Fälle für die Region anhand des Flächenumfangs, der Größe der Biogasanlagen oder des Tierbestandes gewichtet.

dass diese Erweiterungsschritte nicht ohne positive Erfahrungen getätigt worden wären. Weiterhin haben alle landwirtschaftlichen Unternehmer ihre positiven betriebswirtschaftlichen Erfahrungen mit der Biogaserzeugung in den Gesprächen bestätigt. Da ein Großteil der Erweiterungsschritte unter den Bedingungen des EEG 2009 getätigt wurde, bestätigt sich die zuvor kalkulierte Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung. Allerdings unterscheiden sich die Wachstumsraten zwischen den Regionen und den einzelnen Betrieben.

- Obwohl alle befragten landwirtschaftlichen Unternehmer in der Region Cuxhaven erstmalig im Jahr 2010 in Biogas investiert haben, wollen drei Anlagenbetreiber noch im Jahr 2011 ihre Anlagenkapazität um 250 kW erhöhen. Auf Betrieb 3 und 4 entspricht dies einer Verdopplung der Kapazität und auf Betrieb 1 einem Anstieg um 50 %. Lediglich der Unternehmer von Betrieb 2 möchte seine Anlage vorerst nicht vergrößern. Dabei scheinen freie Arbeitskapazitäten das Wachstum in der Biogaserzeugung zu begünstigen. Die Betriebsleiter von Betrieb 1 und 4 verfügen bereits über Angestellte in der Milchviehhaltung und bewirtschaften den Betrieb zusammen mit ihren Hofnachfolgern. Der Betriebsleiter von Betrieb 3 konzentriert sich künftig auf die Biogaserzeugung und hat für die Milchviehhaltung ebenfalls eine Arbeitskraft eingestellt. Bei Betrieb 2 handelt es sich hingegen um einen Familienbetrieb, auf dem die Hofnachfolge noch nicht feststeht. Insgesamt wird deutlich, dass bei den betrachteten Unternehmen in den Milchviehregionen die Biogaserzeugung nach dem EEG 2009 sehr dynamisch ausgedehnt wurde. Betriebe, die einmal investiert haben, tätigen unmittelbar darauf große Erweiterungsschritte.
- In der Milchviehregion Nordfriesland zeigt sich ein vergleichbares Bild. Hier steigt die Anlagenkapazität im gewichteten Mittel sogar um 100 %. Lediglich auf Betrieb 3 wurde die ursprüngliche Anlagengröße beibehalten. Die übrigen Anlagenbetreiber haben die installierte Leistung mindestens verdoppelt. Auf den Betrieben 3 und 4 liegt der Einstieg in die Biogaserzeugung bereits zwei bzw. fünf Jahre zurück und erfolgte noch unter den Bedingungen des EEG 2004. Unter den Bedingungen des EEG 2009 haben die Anlagenbetreiber die installierte elektrische Leistung sogar um den Faktor drei bzw. vier erhöht. Der Hofnachfolger auf Betrieb 3 kümmert sich fast ausschließlich um die Biogasanlage, während der landwirtschaftliche Unternehmer selbst die Milchviehherde betreut. Im Rahmen des Generationswechsels soll ein Herdenmanager für die Milchviehhaltung eingestellt werden. Auch auf Betrieb 4 wird künftig ein Herdenmanager die Milchviehherde betreuen. Daran ist zu erkennen, dass sich Managementkapazitäten der Betriebsleiter von der Milchviehhaltung zur Biogaserzeugung verschieben. Weiterhin scheinen diese Befunde die Annahme zu bestätigen, dass im Rahmen der Hofnachfolge die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung gegenüber der Milchviehhaltung überprüft wird (vgl. Kapitel 3.2.4). In beiden Milchviehregionen ist davon auszu-

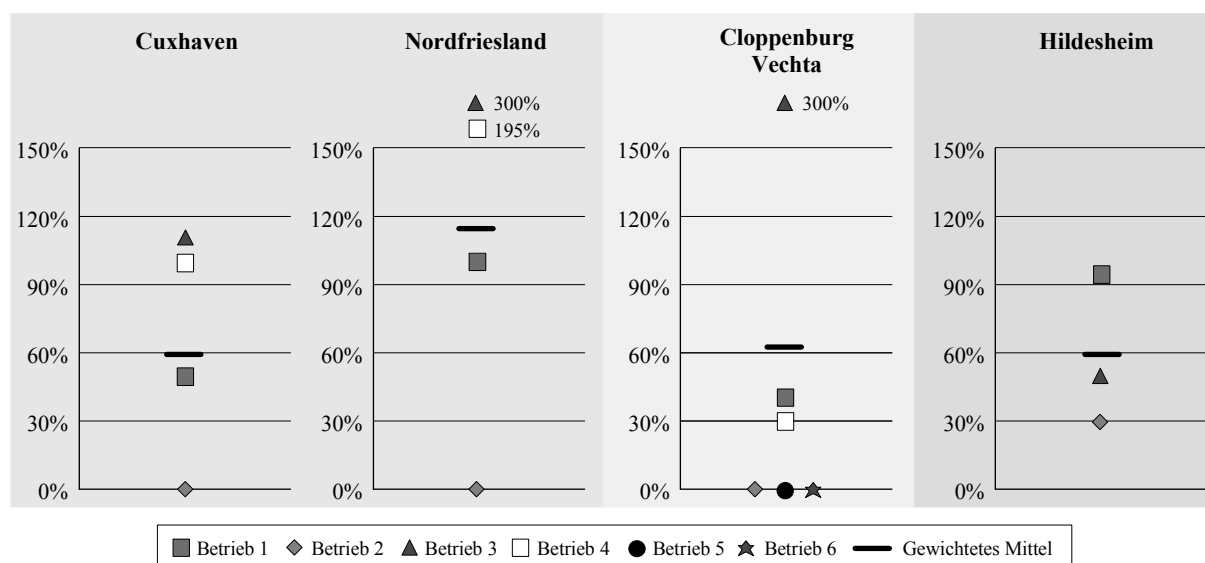
gehen, dass die Finanzierungspraxis das rasante Wachstum im Bereich „Biogas“ begünstigt hat, da alle Biogasanlagen mit einer Projektfinanzierung<sup>6</sup> finanziert wurden.

- Auch in der Veredlungsregion Vechta ist im gewichteten Mittel die installierte elektrische Leistung nach der Erstinvestition um 60 % gestiegen. Allerdings haben lediglich drei von sechs Anlagenbetreibern ihre Kapazität erweitert. Eine Ursache könnte sein, dass anders als in den Milchviehregionen fast alle Anlagen bereits bei der Erstinvestition über eine installierte elektrische Leistung von 500 kW verfügten. Weiterhin können die Anlagenbetreiber jedoch auch weniger einheitliche Erfahrungen mit der Biogaserzeugung gesammelt haben.
- In der Ackerbauregion wird im gewichteten Mittel der betrachteten Fälle die Anlagenkapazität zwar auch um 60 % nach der Erstinvestition ausgeweitet. Folgender Befund deutet jedoch darauf hin, dass sich das Wachstum hier weniger dynamisch entwickelt, als in den betrachteten Milchviehregionen. Alle Anlagenbetreiber haben erst im Jahr 2010, also fünf Jahre nach dem Bau der ersten Biogasanlage, ihre Anlagen erweitert. Weiterhin wurde die Anlagenkapazität nur in einem Fall verdoppelt, während die beiden anderen Anlagenbetreiber ihre Kapazität lediglich um 30 bzw. 50 % erhöht haben.

Insgesamt decken sich die Ergebnisse zur Anlagenerweiterung mit den Ergebnissen zur Wirtschaftlichkeit der Anlage in Tabelle 3.35. In der Milchviehregion, in der sich die höchste rechnerische Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung ergibt, haben die betrachteten Anlagenbetreiber die installierte elektrische Leistung sehr kurzfristig erhöht. In der Ackerbauregion, in der die rechnerische Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung hingegen geringer ist, werden die Anlagen auch weniger dynamisch erweitert.

---

<sup>6</sup> Im Vergleich zur klassischen Unternehmensfinanzierung sind für die Bonitätsprüfung des Kreditnehmers bei Projektfinanzierungen nicht die historischen Abschlüsse, sondern der künftig zu erwartenden Cash Flow relevant. Weiterhin werden bei Projektfinanzierungen von Biogasanlagen die Kredite lediglich mit der Anlage und den zugehörigen Grundstücken besichert. Anders als bei der klassischen Unternehmensfinanzierung werden die landwirtschaftlichen Betriebe nicht mit Grundschulden belastet (SCHMIDT, 2006: 1-6).

**Abbildung 4.1:** Erweiterung der Anlagenkapazität nach Erstinvestition

Quelle: Eigene Berechnung.

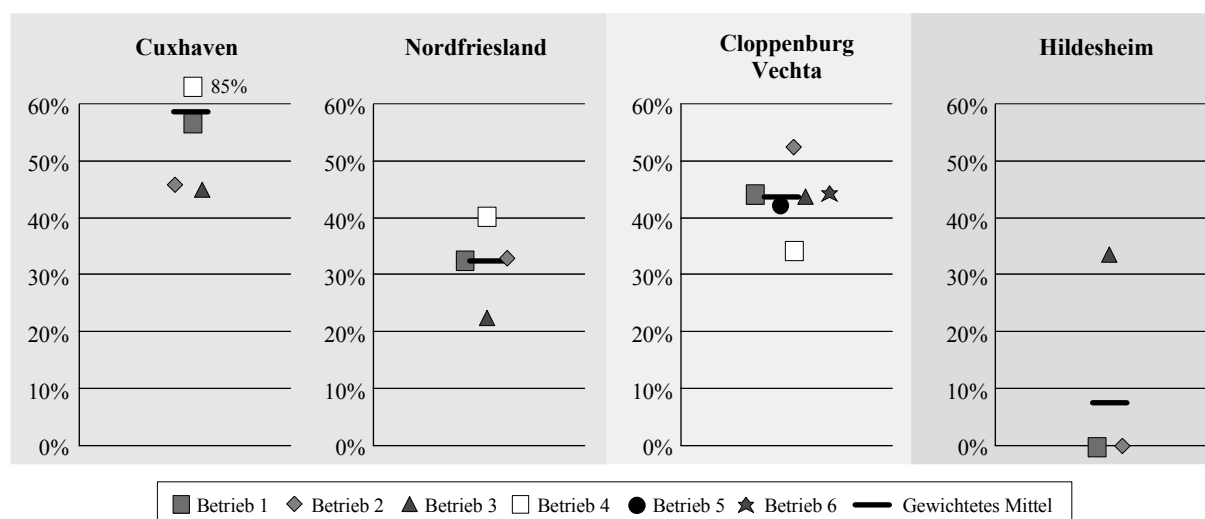
#### 4.3.2.2 Wirtschaftsdüngereinsatz

In Kapitel 3.1.1 und 3.1.3 wurde die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Gülleanteile analysiert. Da Rinder- und Schweinegülle wenig transportwürdig sind, wird angenommen, dass in der Regel nicht mehr Gülle eingesetzt wird als einzelbetrieblich anfällt bzw. als erforderlich ist, um den Güllebonus zu erhalten. Höhere Gülleanteile sind demnach nur zu erwarten, wenn die Gülle unmittelbar auf den Betrieben anfällt. Lediglich für Geflügelmiste sind aufgrund der hohen Transportwürdigkeit weitere Transportdistanzen wirtschaftlich tragbar. Um zu überprüfen, ob sich diese Annahmen empirisch bestätigen, ist in Abbildung 4.2 zunächst dargestellt, welchen Anteil Wirtschaftsdünger am Substratinput haben. Wiederum werden regionale Unterschiede deutlich:

- In der Milchviehregion Cuxhaven liegt der Wirtschaftsdüngeranteil im gewichteten Mittel bei 59 %. Zwar wird der Wert sehr stark durch Betrieb 4 beeinflusst, auf dem mit der anfallenden Gülle von 400 Kühen 85 % des Substratinputs gedeckt werden. Die anderen Anlagenbetreiber setzen jedoch Gülleanteile in der Größenordnung von 40 bis 50 % ein. Die Anteile sind zum Teil etwas höher als in den Kalkulationen, weil die Betriebe größer sind als der in Kapitel 3.2.1 beschriebene typische Milchviehbetrieb und neben Rindergülle auch Hähnchenmist vergoren wird.
- In der Milchviehregion Nordfriesland wird hingegen im gewichteten Mittel lediglich 33 % Gülle eingesetzt. Ursache hierfür ist, dass die untersuchten Unternehmen deutlich kleiner strukturiert sind als in der Region Cuxhaven und keine Geflügelmiste vergoren werden. Auf Betrieb 3 liegt der Gülleanteil insgesamt sogar unter 30 %, weil die erste Anlage aus dem Jahr 2005 noch den Technologiebonus für die Trockenfer-

mentation erhält und lediglich für die Erweiterungsinvestitionen der Güllebonus realisiert wird.

- In der Veredlungsregion liegt das gewichtete Mittel für die eingesetzten Wirtschaftsdünger bei 44 %. Wie nachfolgend noch deutlich wird, liegt die Ursache darin, dass die meisten Anlagenbetreiber neben Schweinegülle auch Geflügelmiste vergären.
- In der Ackerbauregion werden hingegen nur in einer Biogasanlage Wirtschaftsdünger vergoren. Alle anderen Anlagenbetreiber setzten selbst seit der Anlagenerweiterung im Jahr 2010 keine Wirtschaftsdünger ein. Die Rückfrage, warum die Anlagenbetreiber keine Wirtschaftsdünger einsetzen, ergab unterschiedliche Antworten:
  - Weil die Gemeinde eine Geruchsbelästigung befürchtet hat, wurde die Anlage auf Betrieb 1 lediglich für die Vergärung ohne Gülle genehmigt. Somit scheinen weitere Aspekte, wie die gesellschaftliche Akzeptanz, den Einsatz von Wirtschaftsdüngern in der Ackerbauregion zu hemmen (vgl. Kapitel 3.4.4).
  - Bei der Biogasanlage 2 fallen lediglich auf einem der beteiligten Betriebe 2.300 m<sup>3</sup> Schweinegülle an. Daher standen die Betreiber nach der Novellierung des EEG 2009 vor der Entscheidung, ohne Gülle den Trockenfermentationsbonus nach EEG 2004 oder mit Gülle den Güllebonus nach EEG 2009 zu realisieren. Da die anfallende Gülle weniger als 30 % des Substratinputs entspricht, hätte zusätzlich Gülle beschafft werden müssen, um die Vorgaben für den Güllebonus einhalten zu können. Hierfür kam ein benachbarter Milchviehhalter in Betracht. Allerdings sollten die Anlagenbetreiber 10 €/m<sup>3</sup> Gülle zuzüglich der Transportkosten zahlen. Weiterhin hätten sie die Nährstoffe über Gärreste zurückführen müssen. Dies erschien ihnen zu hoch, sodass sie auf den Güllebonus verzichtet haben und weiterhin den Trockenfermentationsbonus realisieren. An dieser Stelle wird deutlich, dass sich in der Region bereits ein Markt für Wirtschaftsdünger entwickelt. Dabei erkennen die Tierhalter die Knappheit ihrer Gülle und wollen von der Wertschöpfung in der Biogasanlage profitieren (vgl. Kapitel 3.1.2).
- Dies zeigt sich auch an den Konditionen, zu denen der Anlagenbetreiber von Betrieb 3 Wirtschaftsdünger beschafft. Er importiert 160 t Sauenmist und 300 m<sup>3</sup> Sauengülle über eine Entfernung von 2,5 km. Für den Sauenmist zahlt er 6 €/t FM und für die Sauengülle 4 €/m<sup>3</sup> zuzüglich der Transportkosten. Darüber hinaus muss er die Nährstoffe über den Gärrest zurückführen.

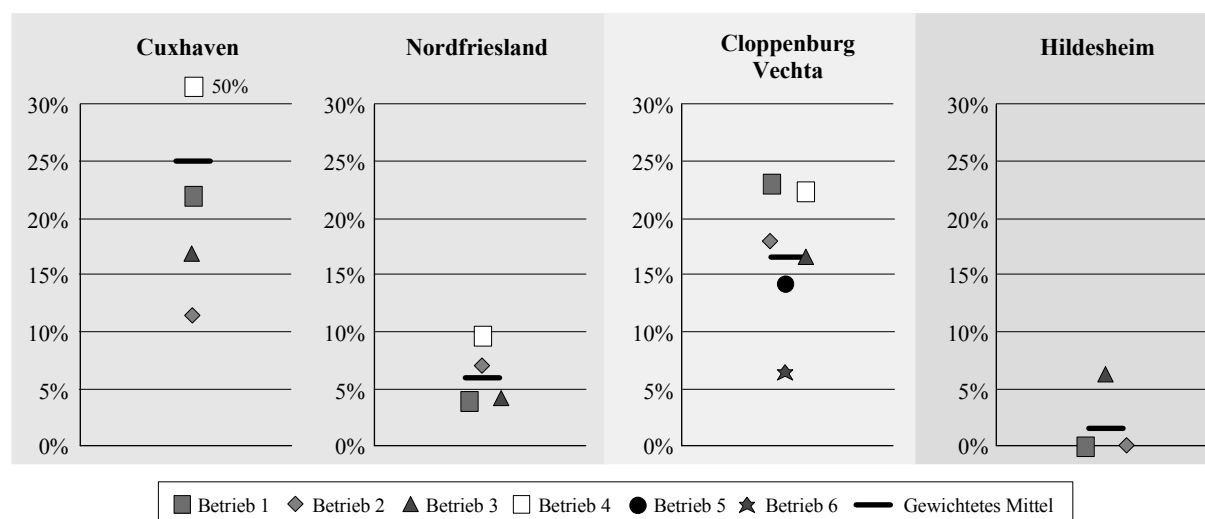
**Abbildung 4.2:** Massenanteil Wirtschaftsdünger am Substratinput

Quelle: Eigene Berechnung.

Um den Güllebonus realisieren zu können, ist es zwar entscheidend, dass 30 Massenprozent vom Substratinput durch Wirtschaftsdünger gedeckt werden. Der Flächenbedarf von Biogasanlagen sinkt jedoch nur, wenn ein hoher Anteil der Energie aus Wirtschaftsdünger gewonnen wird (vgl. Abbildung 3.2). Daher ist in Abbildung 4.3 dargestellt, welcher Anteil der gewonnen Energie aus Wirtschaftsdüngern stammt. Folgende Unterschiede werden deutlich:

- Im gewichteten Mittel der Betriebe in der Milchviehregion Cuxhaven stammen 25 % der Energie aus Wirtschaftsdünger. Allerdings wird dieser Wert wiederum durch Betrieb 4 beeinflusst, der 50 % der Energie aus Wirtschaftsdüngern gewinnt. Weiterhin setzt ein Teil der Anlagenbetreiber Hähnchenmist ein.
- Demgegenüber liegt das gewichtete Mittel für den Energieanteil aus Wirtschaftsdüngern in der Milchviehregion Nordfriesland bei lediglich 6 %. Hier sind die befragten Unternehmen kleiner strukturiert. Bei gemeinschaftlich betriebenen Anlagen wird lediglich die am Standort der Biogasanlage anfallende Gülle genutzt.
- In der Veredlungsregion werden im gewichteten Mittel 17 % der Energie aus Wirtschaftsdünger bereitgestellt. Anders als in der Milchviehregion Cuxhaven ist hier die Streuung der Einzelfälle viel geringer. In den meisten Anlagen stammen 15 bis 25 % der Energie aus Wirtschaftsdüngern. Wie nachfolgend deutlich wird, werden diese hohen Energieanteile von Wirtschaftsdüngern erreicht, weil die meisten Anlagenbetreiber hier Geflügelmiste vergären.



**Abbildung 4.3:** Energieanteil aus Wirtschaftsdüngern

Quelle: Eigene Berechnung.

In Kapitel 2.3.2 hat sich gezeigt, dass sich trotz bereits vorhandener Nährstoffüberschüsse und den damit verbundenen Kosten die Biogaserzeugung überdurchschnittlich stark in Veredlungsregionen ausgedehnt hat. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen typischer Biogasanlagen ergaben, dass sich die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessert, wenn anteilig Geflügelmiste vergoren werden (vgl. Tabelle 3.28). Daraus wurde geschlussfolgert, dass die Verfügbarkeit von Geflügelmisten in Veredlungsregionen die überdurchschnittliche Verbreitung von Biogasanlagen begünstigt hat (vgl. Kapitel 3.5). Um diese These empirisch zu überprüfen, ist in Abbildung 4.4 für die Biogasanlagen, in denen Hähnchenmist vergoren wird, dargestellt, welcher Energieanteil aus Hähnchenmist und welcher Energieanteil aus sonstigen Wirtschaftsdüngern stammt. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Die meisten der befragten Anlagenbetreiber in der Veredlungsregion vergären anteilig Geflügelmiste. In der Milchviehregion Cuxhaven werden noch in zwei von vier Fällen Geflügelmiste eingesetzt, in den anderen Regionen hingegen überhaupt nicht.
- Auf Betrieb 1 wird in Cuxhaven lediglich der auf dem Betrieb anfallende Hähnchenmist vergoren. Daher liegt der Energieanteil aus Geflügelmist bei lediglich 4 %. Der Betriebsleiter von Betrieb 3 importiert hingegen 1.000 t FM Putenmist von einem 5 km entfernten Putenmäster; hierüber kann er 8 % der Energie bereitstellen. Für den Putenmist muss er die Transportkosten tragen und das Nährstoffäquivalent wieder über Gärreste auf den Flächen des Putenmesters ausbringen.
- In der Veredlungsregion gewinnen vier der befragten Anlagenbetreiber mehr als 10 % und zwei Anlagenbetreiber mehr als 15 % der Energie aus Geflügelmist. Sie vergären hierfür nicht nur den auf den Betrieben anfallenden Geflügelmist, sondern importieren in den meisten Fällen auch Mist von anderen Betrieben. Die Konditionen, zu denen diese Wirtschaftsdünger beschafft werden, unterscheiden sich jedoch erheblich:

- Der Betriebsleiter von Betrieb 1 importiert 1.000 t Hühnertrockenkot (HTK)<sup>7</sup> von einer Hühnerfarm in 5 km Entfernung. Er zahlt 5 €/t HTK und muss außerdem die Transportkosten tragen. Die anfallenden Nährstoffe muss er auf seinen Flächen ausbringen oder über die Nährstoffbörse exportieren.
- Der Anlagenbetreiber von Betrieb 2 beschafft 1.500 t Hähnchenmist (HM) von mehreren Betrieben in seiner Umgebung und zahlt 2-3 €/t HM. Auch er muss die Transportkosten tragen und die Nährstoffe auf seinen Flächen ausbringen oder über die Nährstoffbörse exportieren. Darüber hinaus werden ihm 4.200 m<sup>3</sup> Sauengülle von einem gewerblichen Sauenhalter geliefert. Hierfür erhält der Anlagenbetreiber 6 €/m<sup>3</sup> Gülle frei Anlage. Allerdings muss er die anfallenden Gärreste auf seinen Flächen ausbringen oder kostenpflichtig an die Nährstoffbörse abgeben.
- Auf Betrieb 3 werden 4.000 t HM von einem Lohnunternehmer aus der Region geliefert. Der Anlagenbetreiber zahlt 10 €/t HM frei Anlage und muss die anfallenden Gärreste exportieren. Darüber hinaus werden insgesamt 7.000 m<sup>3</sup> Schweinegülle von mehreren Schweinemästern geliefert. Dafür, dass der Anlagenbetreiber die Schweinegülle aufnimmt, erhält er 5 €/m<sup>3</sup> Gülle. Allerdings muss er die anfallenden Gärreste ausbringen.
- Der Betriebsleiter von Betrieb 4 vergärt 1.000 t HM, die von zwei Mastbetrieben in einer Entfernung von 4 km stammen. Er muss lediglich die Transportkosten für den Hähnchenmist tragen und die anfallenden Gärreste verbringen. Weiterhin importiert er 1.500 t Schweinemist über eine Entfernung von 2 km. Auf diese Weise kann er nach dem EEG 2004 den Technologiebonus für die Trockenfermentation und zusätzlich den Güllebonus nach dem EEG 2009 realisieren (vgl. Kapitel 4.2.1). Für den Sauenmist trägt der Anlagenbetreiber lediglich die Transportkosten und er muss die anfallenden Gärreste auf seinen Flächen ausbringen.
- Der Anlagenbetreiber von Betrieb 5 importiert hingegen keinen Hähnchenmist von anderen Betrieben, sondern lediglich 1.500 m<sup>3</sup> Gülle von einem benachbarten Bullenmäster. Hierfür trägt er lediglich die Transportkosten. Der Bullenmäster bringt den Gärrest auf seinen Flächen aus und kann auf diese Weise mehr organischen Stickstoff düngen, als wenn er die Bullengülle direkt ausbringen würde.<sup>8</sup>

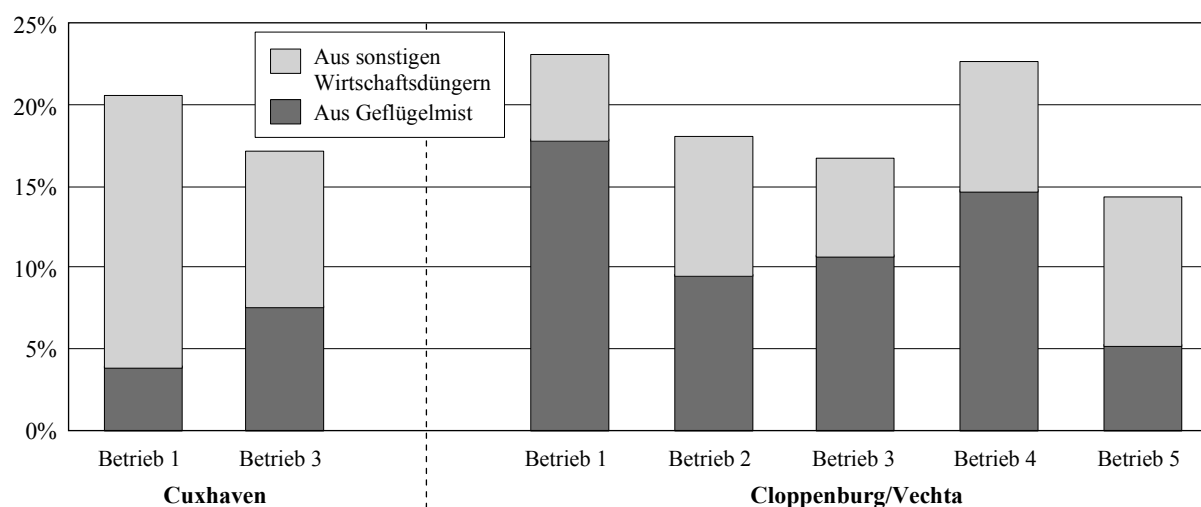
---

<sup>7</sup> Während Hähnchenmist (HM) noch geringfügige Strohanteile enthalten sind, handelt es sich bei Hühnertrockenkot (HTK) um getrockneten Frischkot ohne Einstreu.

<sup>8</sup> Nach den Vorgaben der Düngeverordnung darf der Bullenmäster lediglich 170 kg N/ha aus tierischen Wirtschaftsdüngern ausbringen. Da Gärrest aus Pflanzenmaterial für diese Grenze nicht berücksichtigt wird, kann der Bullenmäster somit mehr organischen Stickstoff ausbringen, wenn die Gülle mit pflanzlichen Gärresten vermischt wird.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich der Wirtschaftsdüngereinsatz zwischen den Regionen stark unterscheidet. Während in der Ackerbauregion kaum Wirtschaftsdünger eingesetzt werden, werden in der Milchviehregion vor allem betriebseigene Wirtschaftsdünger vergoren. In der Veredlungsregion werden in vielen Fällen Geflügelmiste von anderen Betrieben importiert. Es ist zu vermuten, dass diese Geflügelmiste aufgrund ihrer hohen Transportwürdigkeit zuvor exportiert wurden (vgl. Kapitel 3.3.3). Da die Geflügelmiste zu sehr unterschiedlichen Konditionen beschafft werden, scheint der Markt hierfür intransparent zu sein.

**Abbildung 4.4:** Energieanteil aus Geflügelmist und sonstigen Wirtschaftsdüngern



Quelle: Eigene Berechnung.

### 4.3.2.3 Wärmenutzung

Im vorherigen Abschnitt wurde deutlich, dass die berücksichtigten Fälle in der Ackerbauregion keinen Güllebonus realisieren. Daher stellt sich die Frage, inwiefern die Anlagenbetreiber diesen ökonomischen Nachteil durch eine höhere Wärmenutzung ausgleichen können. Zur Beantwortung der Frage ist in Abbildung 4.5 dargestellt, welcher Anteil der überschüssigen Wärme genutzt wird. Wiederum ergeben sich regionale Unterschiede:

- Zunächst ist festzustellen, dass der Anteil der genutzten Abwärme im gewichteten Mittel der befragten Betriebe von der Milchviehregion Cuxhaven über die Milchviehregion Nordfriesland und der Veredlungsregion zur Ackerbauregion von 21 auf 90 % erheblich ansteigt.
- In der Milchviehregion Cuxhaven ist das gewichtete Mittel der Wärmenutzung mit 21 % der überschüssigen Wärme am geringsten. Allerdings wurden alle Anlagen nach der EEG-Evaluierung 2009 gebaut, sodass die Vorgaben der Positivliste eingehalten werden müssen, wenn der KWK-Bonus realisiert werden soll. Die Anlagenbetreiber

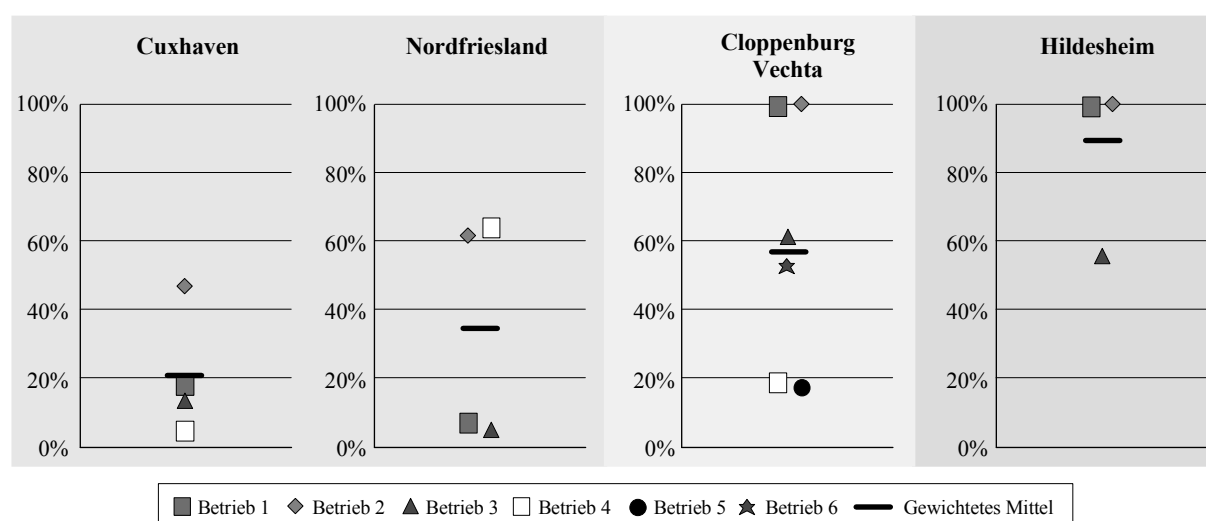
von den Betrieben 2 und 3 versorgen mehrere Wohnhäuser über eine Wärmeleitung. Dagegen werden auf Betrieb 4 ein Altenteiler und das Bürogebäude beheizt. Der Betriebsleiter von Betrieb 1 heizt sein Wohnhaus und den Hähnchenmaststall mit der Abwärme der Biogasanlage. Künftig will er jedoch einen weiteren Hähnchenmaststall bauen, sodass sich die Wärmenutzung erhöhen wird. An diesem Beispiel bestätigen sich die Synergieeffekte zwischen der Hähnchenmast und der Biogaserzeugung.

- In der Milchviehregion Nordfriesland liegt das gewichtete Mittel der Wärmenutzung für die betrachteten Fälle mit 35 % etwas höher. In Anlage 4 werden mehr als 65 % der anfallenden Wärme verbraucht. Der Anlagenbetreiber heizt 23 Wohnhäuser über eine Wärmeleitung sowie einen Jungviehstall und den Melkstand mit der Abwärme der Biogasanlage. Allerdings würde er den Jungviehstall und den Melkstand nicht in gleichem Umfang mit fossiler Wärme heizen. In der Anlage 2 werden 60 % der Abwärme verbraucht, da über ein Satelliten-BHKW eine öffentliche Einrichtung beheizt wird. Auf den Betrieben 1 und 3 ist die Wärmenutzung mit 8 bzw. 6 % hingegen deutlich geringer. Hier werden lediglich die angrenzenden Schweineställe, Wohnhäuser sowie eine Anhänger Trocknung mit der Abwärme beheizt.
- In der Veredlungsregion beträgt das gewichtete Mittel der genutzten Abwärme 57 %. Allerdings variiert der Grad der Abwärmenutzung sehr stark zwischen den Betrieben:
  - In den Anlagen 1 und 2 wird die gesamte Abwärme verbraucht. Auf Betrieb 1 wird dabei in vollem Umfang fossile Wärme ersetzt, da mit der Abwärme die Schweineställe beheizt und die Tränkemilch eines benachbarten Kälbermastbetriebes mit 1.500 Mastplätzen aufgewärmt werden. Weiterhin trocknet der Anlagenbetreiber Getreide und beheizt eine gewerbliche Halle sowie fünf Wohnhäuser. Dagegen wird auf Betrieb 2 nur in geringem Umfang fossile Wärme ersetzt. Ursache ist, dass mehr als 80 % der Abwärme für den Gärresttrockner genutzt werden. Nur die Wärme, die in den Schweineställen sowie in vier Wohnhäusern verbraucht wird, ersetzt fossile Wärme.
  - Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 verwertet 60 % der anfallenden Abwärme. Den Großteil nutzt er, um 25 Wohnhäuser, eine Schule und eine Schwimmhalle zu heizen. Dabei ersetzt er in vollem Umfang fossile Wärme. Weiterhin heizt er Hähnchenställe eines benachbarten Betriebes und trocknet Silomais als Einstreu für Hähnchenställe. Trotz dieser externen Wärmeabnehmer kann er nicht die gesamte Abwärme verwerten. Daher heizt er die eigenen Schweineställe (4.500 Mastplätze) stärker als normalerweise üblich. Obwohl die Tiergesundheit dadurch steigt, würde er dies nicht mit fossiler Wärme machen. Insgesamt ersetzen damit etwa 20 % der genutzten Abwärme keine fossile Energie.
  - Auf Betrieb 6 werden etwa 50 % der Abwärme verwertet, indem das eigene Wohnhaus und die eigenen Schweineställe (470 Sauen, 2.200 Mastplätze) beheizt werden. Da der landwirtschaftliche Unternehmer die Abwärme nicht komplett nutzen kann, heizt er seine Schweineställe auf 21° C anstatt wie sonst üblich auf

18° C. Da er hierfür jedoch keine fossile Wärme einsetzen würden, ist davon auszugehen, dass etwa 40 % der genutzten Abwärme keine fossile Energie substituiert.

- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 4 nutzt bisher nur 20 % der Abwärme, um einige Nachbarhäuser sowie seine eigenen Hähnchen- und Schweinemastställe zu heizen. Da er hierbei nicht mehr Wärme verbraucht als sonst üblich, ist davon auszugehen, dass er im vollen Umfang fossile Wärme ersetzt. Künftig wird sich der Wärmeverbrauch jedoch erhöhen, da er zusätzlich 40.000 Hähnchen- und 1.500 Schweinemastplätze bauen will. An dieser Stelle bestätigen sich wiederum die in Abschnitt 3.3.2 kalkulierten Synergieeffekte zwischen der Veredlung und der Biogaserzeugung.
- Mit der Abwärme der Biogasanlage 5 werden 80.000 Hähnchenmastplätze und drei Wohnhäuser beheizt. Allerdings verbraucht der Anlagenbetreiber hierfür lediglich 18 % der Abwärme. Künftig wird die Wärmenutzung jedoch steigen, da der Unternehmer zwei weitere Hähnchenmastställe bauen will.
- In der Ackerbauregion werden hingegen im gewichteten Mittel 90 % der Abwärme genutzt. Mit der Abwärme von Anlage 1 werden ein Schulkomplex und ein Kreidewerk beheizt, sodass die Anlagenbetreiber in vollem Umfang fossile Wärme ersetzen. Auch die Anlagenbetreiber von Anlage 2 verbrauchen die gesamte Abwärme. Allerdings nutzen sie mehr als 90 % der Wärme, um Brenn- und Schnittholz zu trocknen. Daher ist davon auszugehen, dass hier nur zum geringen Teil fossile Wärme substituiert wird. Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 nutzt etwa 20 % der Abwärme, um seine Schweineställe zu heizen, und 40 %, um Brennholz zu trocknen. Letzteres würde er nicht mit fossiler Wärme umsetzen.

**Abbildung 4.5** Anteil genutzter Abwärme



Quelle: Eigene Berechnung.

#### 4.3.2.4 Substrateinsatz

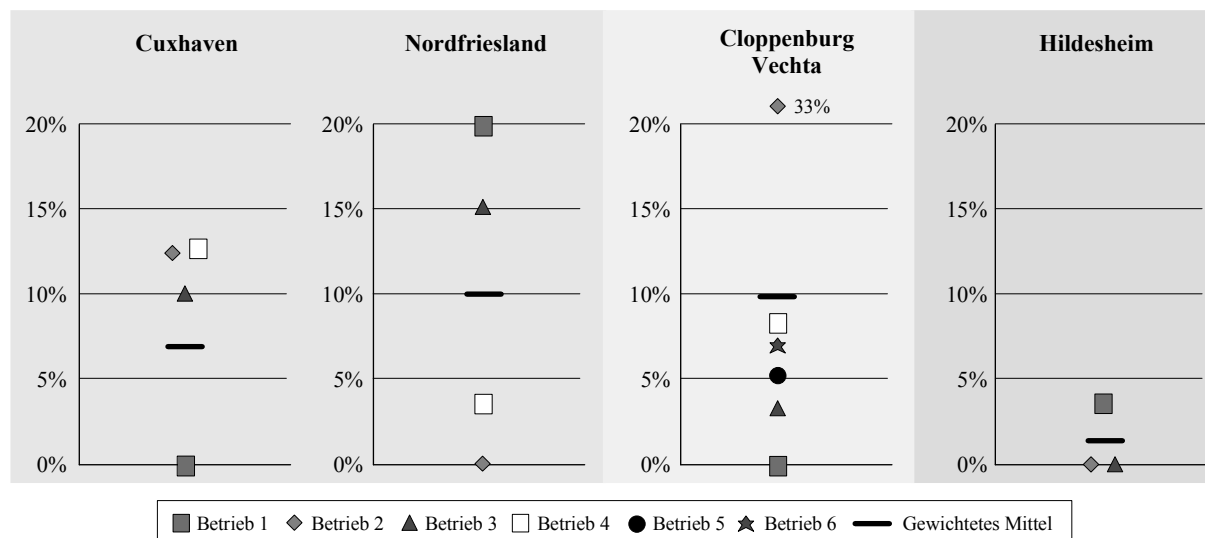
In bisherigen Arbeiten wird davon ausgegangen, dass in Deutschland etwa 76 % des pflanzlichen Substratinputs aus Mais stammen (vgl. Kapitel 2.1.2). Nachfolgend wird zunächst analysiert, ob sich a) dieser Befund im Rahmen der Fallstudien bestätigt, und b) sich regionale Unterschiede ergeben. Hierfür ist in Abbildung 4.6 dargestellt, welcher Stromanteil aus Nicht-Mais-NawaRo gewonnen wird. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Insgesamt bestätigt sich, dass andere Pflanzen als Mais nur eine sehr geringe Bedeutung für die Biogaserzeugung zu haben scheinen. Im gewichteten Mittel der Fallstudien wird in keiner Region mehr als 10 % des Stroms aus anderen pflanzlichen Substraten erzeugt. Allerdings unterscheiden sich die Regionen hinsichtlich des Anteil sowie der eingesetzten Substrate:
  - In Cuxhaven gewinnen im gewichteten Mittel die befragten Unternehmer lediglich 7 % des Stroms aus Nicht-Mais-NawaRo. Drei landwirtschaftliche Unternehmer vergären neben Maissilage anteilig Grassilage aus dem 3. und 4. Schnitt. Allerdings liegen die Stromanteile aus Grassilage bei maximal 13 %. Somit scheint sich zu bestätigen, dass Biogasanlagen in Milchviehregionen zunächst vornehmlich auf Basis von Maissilage betrieben werden (vgl. Kapitel 3.2.3).
  - Auch in Nordfriesland liegt der Stromanteil von Nicht-Mais-NawaRo mit 10 % im gewichteten Mittel nur geringfügig höher. Hier wird neben Maissilage jedoch vor allem Weizen-GPS vergoren. Auf Betrieb 1 stammen 20 % des Stroms aus Weizen-GPS. Auch auf Betrieb 3 wird zum Großteil Weizen-GPS als Nicht-Mais-NawaRo eingesetzt. Lediglich 2 % des Stroms stammen aus Grassilage. Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 4 gewinnt hingegen nur 4 % seines Stroms aus Grassilage.
  - In der Veredlungsregion werden im gewichteten Mittel ebenfalls 10 % des Stroms aus Nicht-Mais-NawaRo gewonnen. Die landwirtschaftlichen Unternehmer der Betriebe 2 und 3 vergären hierfür Grünroggen, der als Zwischenfrucht auf Flächen von Gemüsebetrieben angebaut wird<sup>9</sup>. Auf den Betrieben 4 und 5 wird neben Mais hingegen der Grassilage aus dem 3. und 4. Schnitt vergoren. Der extrem hohe Anteil Nicht-Mais-NawaRo auf Betrieb 2 ist damit zu erklären, dass 9 % des Stroms aus Roggenmehl<sup>10</sup> stammen.
  - In Hildesheim vergären lediglich die Betreiber von Anlage 1 andere pflanzliche Substrate als Maissilage. Sie gewinnen 4 % ihres Stroms aus Zuckerrüben.

---

<sup>9</sup> Um Nematoden zu bekämpfen, bauen Gemüsebetriebe Tagetes an. Da die Pflanze sehr kälteempfindlich ist, kann sie erst Mitte Mai gesät werden. Somit können die Flächen vorher genutzt werden, um Grünroggen anzubauen.

<sup>10</sup> Der Masseanteil Roggenmehl liegt bei lediglich 3 %.

**Abbildung 4.6:** Energieanteil aus Nicht-Mais-NawaRo

Quelle: Eigene Berechnung.

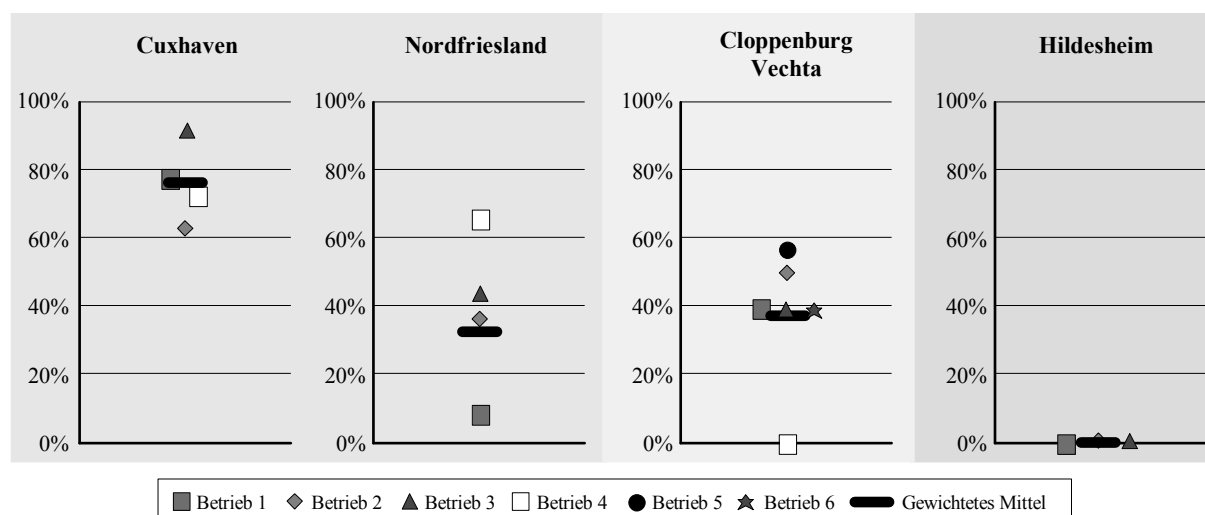
Wie hoch das künftige Potenzial für eine steigende Nachfrage auf dem Flächenmarkt aufgrund der Biogaserzeugung ist, hängt von der bisherigen Substratversorgung der Anlagen ab. Sind überwiegend kurze Lieferverträge abgeschlossen, besteht die Gefahr, dass die Substratkosten künftig stark steigen können. Eine Strategie gegen dieses Risiko besteht darin die Substrate selbst zu erzeugen, indem zusätzliche Fläche gekauft oder gepachtet wird. Somit ist der Anreiz, zusätzliche Flächen zu pachten umso höher, je weniger Substrate die Betreiber bisher selbst anbauen. In Abbildung 4.7 ist daher zunächst der Anteil zugekaufter Maissilage am Maisinput dargestellt. Auch hier ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Regionen:

- In der Region Cuxhaven kaufen die befragten Betreiber im gewichteten Mittel 77 % der vergorenen Maissilage zu. Da hier alle betrachteten Anlagen erst im Jahr 2010 gebaut wurden, kann der Zukaufanteil künftig sinken, wenn die Betreiber weitere Flächen pachten. Insgesamt scheint sich jedoch zu bestätigen, dass Milchviehhalter zunächst versuchen, einen möglichst hohen Anteil ihrer Substrate zuzukaufen (vgl. Kapitel 3.2.4).
- In der Region Nordfriesland kaufen die befragten Anlagenbetreiber im gewichteten Mittel hingegen lediglich 33 % ihrer Maissilage zu. In Anlage 1 und 2 sind die Zukaufanteile mit 9 bzw. 43 % am geringsten. Ursache hierfür scheint zu sein, dass die Anlagen von drei bzw. zwei Kooperationspartnern betrieben werden. In den Einzelanlagen 3 und 4 ist der Zukaufanteil mit 44 bzw. 73 % hingegen deutlich höher. Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 hat bereits im Jahr 2005 seine erste Biogasanlage errichtet. Wie im weiteren Verlauf noch deutlich wird, hat er bereits zusätzliche Flächen gepachtet, sodass er weniger Mais zukaufen muss.

- In der Veredlungsregion beträgt das gewichtete Mittel der zugekauften Maissilage 38 %. Dabei liegt der Zukaufanteil mit Ausnahme von Betrieb 4 relativ homogen bei 40 bis 50 %. Somit scheinen die Anlagenbetreiber die Sicherheitsanforderungen der Banken hinsichtlich der Substratversorgung in der Regel über selbst angebaute Substrate anstatt über langfristige Lieferverträge zu erfüllen<sup>11</sup> (vgl. Kapitel 3.3.2).
- Völlig anders ist hingegen die Situation in der Ackerbauregion Hildesheim. Hier bauen die an der Anlage beteiligten Unternehmer den Mais selbst an.

Der hohe Zukaufanteil in den Milchvieh- und Veredlungsregionen lässt jedoch eine künftig steigende Flächennachfrage auf dem Flächenmarkt vermuten, sodass unter Berücksichtigung der hohen Grundrente bei der Biogaserzeugung (vgl. Kapitel 3.2.3 und 3.3.2) von steigenden Pachtpreisen in diesen Regionen auszugehen ist.

**Abbildung 4.7:** Anteil Zukaufmais am Maisinput



Quelle: Eigene Berechnung.

Der Anreiz, zusätzliche Flächen zu pachten, wird jedoch auch durch die Fristigkeit der Substratverträge bestimmt. Sofern die Substratversorgung über langfristige Lieferverträge gesichert ist, ist davon auszugehen, dass Anlagenbetreiber weniger Interesse haben, zusätzliche Flächen zu pachten, als wenn sie nur über kurzfristige Lieferverträge verfügen. Daher ist in Abbildung 4.8 der Anteil vom Zukaufmais dargestellt, der entweder über den Spotmarkt oder über kurzfristige Verträge mit einer Laufzeit von weniger als 5 Jahren gedeckt wird. Wiederum zeigen sich regionale Unterschiede:

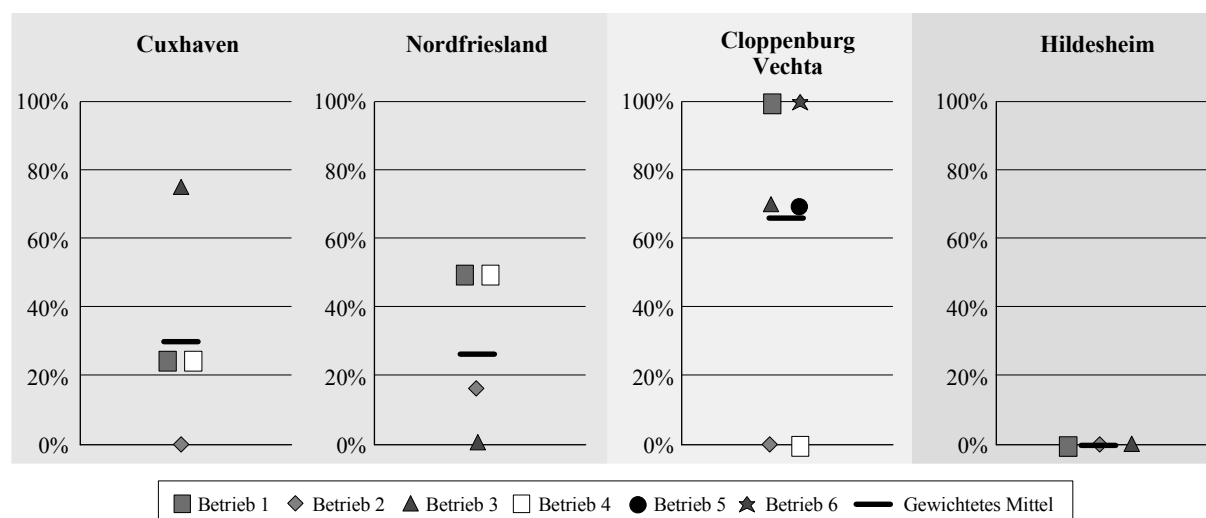
- In den Milchviehregionen ist der Anteil kurzfristiger Verträge mit etwa 30 % deutlich geringer als in der Veredlungsregion; hier haben fast 80 % der Substratverträge eine

<sup>11</sup> Banken gewähren Kredite für die Errichtung von Biogasanlagen in der Regel nur, wenn zumindest 50 % der Rohstoffe durch langfristige Pachtverträge bzw. eigene Flächen gesichert sind (KUES, 2009).



- Laufzeit von weniger als fünf Jahren. In der Region Hildesheim wurden keine Substrate zugekauft, sodass die Substratversorgung langfristig gesichert ist.
- Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass sich die kurzfristigen Verträge zwischen den Milchviehregionen und der Veredlungsregion erheblich unterscheiden. In der Milchviehregion können die meisten Anlagenbetreiber zumindest Verträge über eine Laufzeit von drei bis vier Jahren abschließen. Sie beziehen lediglich einen Anteil von etwa 20 % über den Spotmarkt. Dieser Anteil ist in der Veredlungsregion mit mehr als 50 % deutlich höher. Hier kaufen die Betreiber der Anlagen 1, 5 und 6 sogar mehr als 70 % der Zukaufsubstrate am Spotmarkt. Nach Rücksprache mit den Anlagenbetreibern sind die Lieferanten hier nicht bereit, längerfristige Verträge abzuschließen. Allerdings war der Anteil Zukaufmais deutlich geringer als in der Milchviehregion Cuxhaven (vgl. Abbildung 4.7).

**Abbildung 4.8:** Anteil Zukaufmais mit kurzfristigen Verträgen (<5 Jahre)



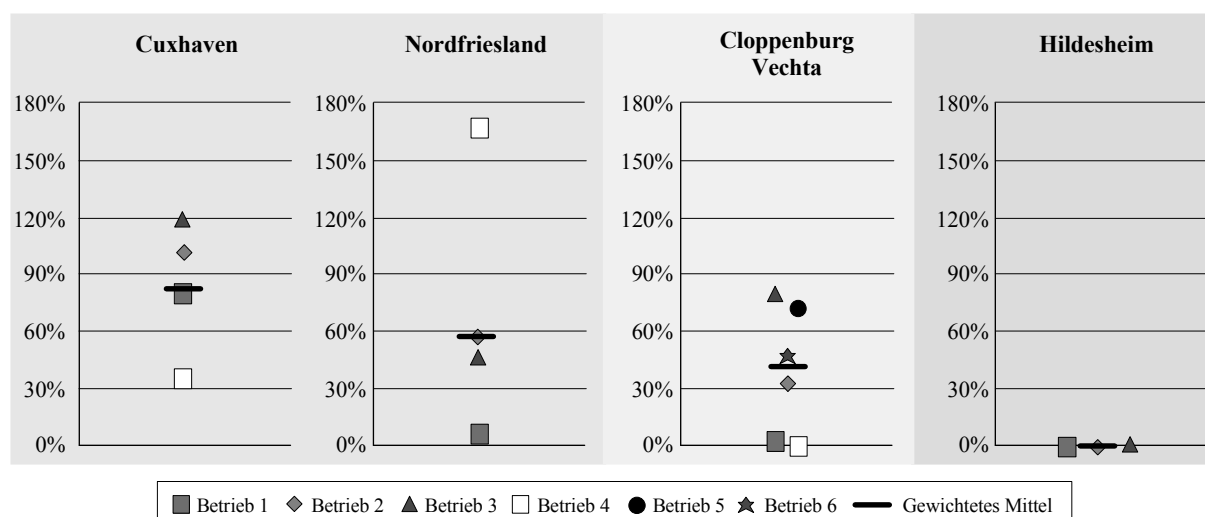
Quelle: Eigene Berechnung.

Einen Eindruck darüber, wie stark die Flächennachfrage in den Regionen durch Biogasanlagen künftig steigen kann, vermittelt Abbildung 4.9. Sie zeigt das Verhältnis zwischen der Ackerfläche, die hinter dem Substratzukauf stehen und der bisherigen Ackerfläche der Anlagenbetreiber.

- In der Milchviehregion Cuxhaven liegt das Verhältnis im gewichteten Mittel bei 90 %. Das bedeutet, dass die Anlagenbetreiber Silomais von Ackerflächen zukaufen, deren Umfang in etwa ihrer bisherigen Ackerfläche entspricht. Aufgrund des hohen Zukaufanteils wird der unmittelbare Einfluss auf den regionalen Flächenmarkt noch gering sein. Allerdings werden die Flächen über den Umweg des Substratzukaufs anderen wachstumswilligen Milchviehbetrieben entzogen. Somit ist von einem hohen indirekten Einfluss der Biogaserzeugung auf den Flächenmarkt auszugehen.

- In der Milchviehregion Nordfriesland ist das Verhältnis zwischen Zukaufsfläche und der aktuellen Ackerfläche für Mais mit ca. 60 % hingegen etwas geringer. Eine Ursache ist, dass die Anlagen 1 und 2 in Gemeinschaft von mehreren Betrieben mit insgesamt gebaut wurden und insgesamt über eine Flächenausstattung von 100 bzw. 150 ha verfügen.
- Die befragten Unternehmer in der Veredlungsregion kaufen im Vergleich zu den Milchviehhaltern deutlich weniger Substrate von Ackerflächen zu. Der Zukaufanteil entspricht lediglich 40 % ihres bisherigen Flächenumfangs. Allerdings wird das Verhältnis stark durch den überdurchschnittlich großen Betrieb 1 (1.600 ha) beeinflusst. Da vier der sechs befragten Landwirte 2006 oder früher in die Biogaserzeugung investiert haben, können sie bereits deutlich mehr Flächen zugepachtet haben, als ihre Kollegen in den Milchviehregionen. Inwiefern dies den geringeren Substrat-zukauf erklärt, ist im weiteren Verlauf des Kapitels noch zu untersuchen. Insgesamt scheint sich für die Veredlungsregion jedoch die Annahme zu bestätigen, dass die landwirtschaftlichen Unternehmer hier einen Großteil ihres Substratbedarfs von den eigenen Flächen bereitstellen können, da sie das Futter für die Tierhaltung importieren (vgl. Kapitel 3.3.2).
- In der Ackerbauregion Hildesheim kaufen die befragten Anlagenbetreiber hingegen keine Substrate von anderen Betrieben zu. Wie bereits beschrieben, werden die Substrate von den Teilhabern der Biogasanlage bereitgestellt. Somit ist davon auszugehen, dass in dieser Region die Biogaserzeugung den Flächenmarkt viel weniger beeinflusst.

**Abbildung 4.9:** Zukaufsfläche für Maissilage im Verhältnis zur Ackerfläche vor der Biogasinvestition

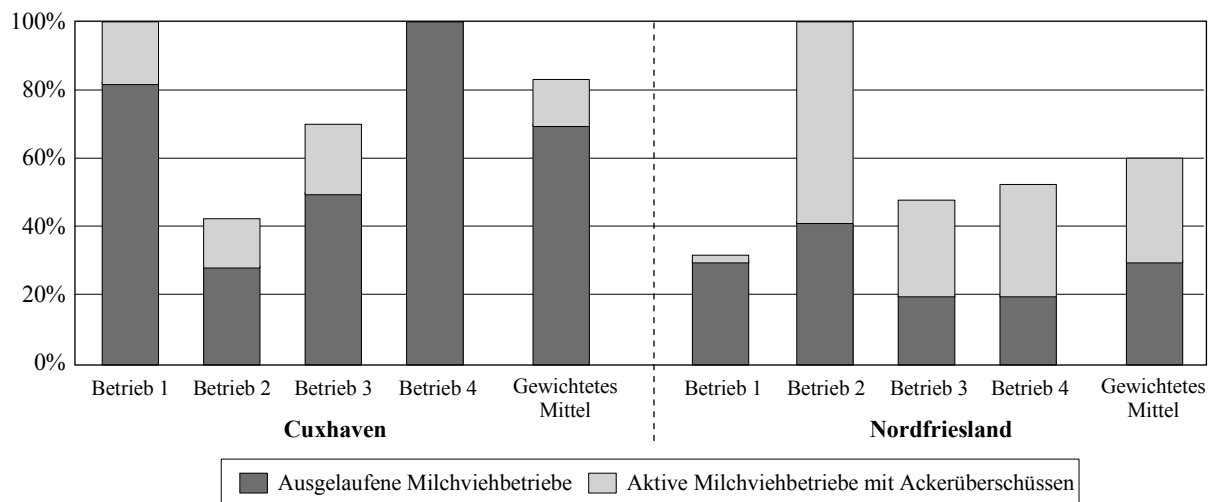


Quelle: Eigene Berechnung.

Weil in den Regionen Cuxhaven und Nordfriesland der Zukaufsanteil für Maissilage besonders hoch ist, wurde mit Blick auf die unmittelbar vor Ort spürbaren Nutzungskonkurrenzen (vgl. Kapitel 3.2.4) die Herkunft der Zukaufsubstrate näher betrachtet. Das Ergebnis ist in Abbildung 4.10 dargestellt.

- Der überwiegende Teil der zugekauften Substrate stammt von anderen Milchviehbetrieben. Während im Landkreis Nordfriesland 60 % der Zukaufsubstrate von anderen Milchviehbetrieben geliefert werden, sind es in der Region Cuxhaven sogar über 80 %.
- Dabei stammen in Nordfriesland etwa 30 % der Substrate von Milchviehbetrieben mit Maisüberschuss. In Cuxhaven sind dies nur 13 %. In beiden Regionen vermuten die Anlagenbetreiber jedoch, dass der Großteil der Substratlieferungen von Milchviehbetrieben mit Maisüberschüssen langfristig wegfallen wird, da die Milchviehbetriebe selbst Wachstumsabsichten haben.
- Ein erheblicher Anteil der Substratlieferungen (31 % in Nordfriesland, 70 % in Cuxhaven) stammt von ehemaligen Milchviehbetrieben, die im Rahmen des Strukturwandels aus der Milchviehhaltung ausgeschieden sind. Bisher wurden diese Flächen in der Regel von wachstumswilligen Milchviehbetrieben übernommen. Der hohe Substratanteil, der von ehemaligen Milchviehbetrieben stammt, verdeutlicht, dass die Biogasanlagen mit wachstumswilligen Milchviehbetrieben um diese Flächen konkurrieren können.

**Abbildung 4.10:** Anteil Zukaufsubstrate von Milchviehbetrieben



Quelle: Eigene Berechnung.

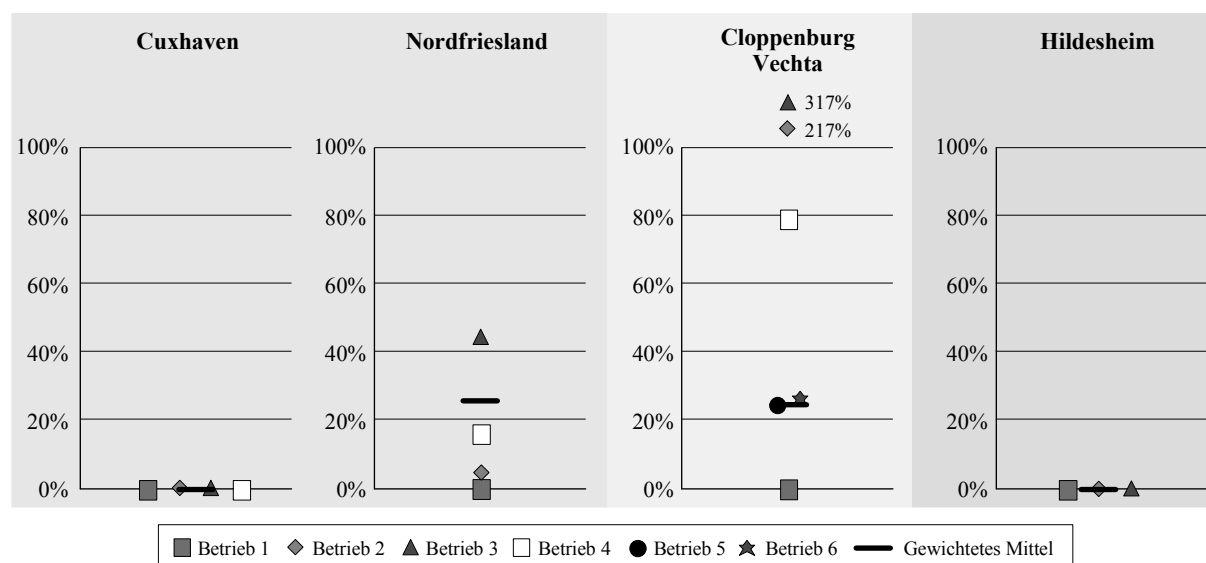
#### 4.3.2.5 Flächennutzung

Nachdem im vorherigen Kapitel aus der Substratversorgung und der -herkunft der einzelnen Fälle regionsspezifische Strukturwirkungen abgeleitet wurden, wird nachfolgend untersucht, wie sich die Flächennutzung aufgrund der Biogaserzeugung verändert hat.

Aus Abbildung 4.11 wird abgeleitet, in welchem Umfang die befragten Unternehmer nach der Investition in Biogas Flächen zugepachtet haben:

- In den Milchviehregionen sind die Unternehmen seit der Biogasinvestition nur moderat in der Fläche gewachsen. Die landwirtschaftlichen Unternehmer im Landkreis Cuxhaven haben bisher keine zusätzlichen Flächen gepachtet. Allerdings haben sie erst im Jahr 2010 ihre Biogasanlagen gebaut. In den Gesprächen wurde deutlich, dass die Landwirte künftig steigende Rohstoffpreise erwarten und daher versuchen werden, die Substratversorgung über zusätzliche Pachtflächen zu sichern. Indizien für eine starke innerbetriebliche Konkurrenz auf Milchviehbetrieben verdeutlichen folgende Befunde: Die landwirtschaftlichen Unternehmer von Betrieb 1 und 3 haben ihre Milchviehbestände reduziert, um Mais für die Biogaserzeugung freizusetzen. Darüber hinaus haben die landwirtschaftlichen Unternehmer der Betriebe 2 und 3 den Maisanteil in der Milchviehration reduziert. Dies führte auf Betrieb 3 zu einem Leistungsrückgang von 1.000 kg Milch. Der Anlagenbetreiber von Betrieb 3 konnte bisher überwiegend kurzfristige Lieferverträge abschließen (vgl. Abbildung 4.8). Um die Finanzierungsbedingungen der Bank zu erfüllen, muss er die eigenen Flächen für den Substratanbau der Biogasanlage nutzen und Silomais für die Milchviehhaltung zukaufen.
- Im Landkreis Nordfriesland scheint der Zeitpunkt der Erstinvestition ebenfalls das bisherige Flächenwachstum zu beeinflussen. Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 hat bereits im Jahr 2005 in die Biogaserzeugung investiert und seine bewirtschaftete Fläche seither um 45 % ausgedehnt. Der Betreiber von Anlage 4 hat erstmals im Jahr 2008 eine Biogasanlage gebaut und seine bewirtschaftete Fläche seither um 17 % durch Flächenzupacht erweitert. Die übrigen beiden Betriebe haben erst im Jahr 2010 ihre Biogasanlagen errichtet, ihr Flächenwachstum ist mit weniger als 5 % noch gering.
- Am stärksten sind die Unternehmen in der Veredlungsregion in der Fläche gewachsen. Das gewichtete Mittel des Flächenwachstums liegt hier bei 25 %. Dieser geringe Wert wird jedoch durch den überdurchschnittlich großen Betrieb 1 (1.600 ha) beeinflusst, dessen Betriebsleiter keine zusätzlichen Flächen gepachtet hat. Eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Betriebe verdeutlicht wiederum, dass das Flächenwachstum sehr stark vom Zeitpunkt der Erstinvestition abzuhängen scheint. Die landwirtschaftlichen Unternehmer von Betrieben 2 und 3 haben bereits vor fünf bzw. sechs Jahren in die Biogaserzeugung investiert. Seither haben sie massiv zusätzliche

- Flächen gepachtet. Auf Betrieb 2 hat sich die bewirtschaftete Fläche mehr als verdreifacht und auf Betrieb 3 mehr als vervierfacht.
- Im Landkreis Hildesheim ist hingegen eine völlig gegensätzliche Entwicklung zu beobachten. Obwohl alle landwirtschaftlichen Unternehmer bereits im Jahr 2005 erstmals in Biogas investiert haben, sind sie seither nicht in der Fläche gewachsen. Ursache ist, dass die Biogasanlagen gemeinschaftlich von fünf bis sieben Ackerbaubetrieben errichtet wurden. Selbst für künftige Erweiterungsschritte können sie die Substrate problemlos von den vorhandenen Ackerflächen bereitstellen. Sie müssen lediglich den Weizenanbau einschränken.

**Abbildung 4.11:** Flächenzuwachs seit der Biogasinvestition

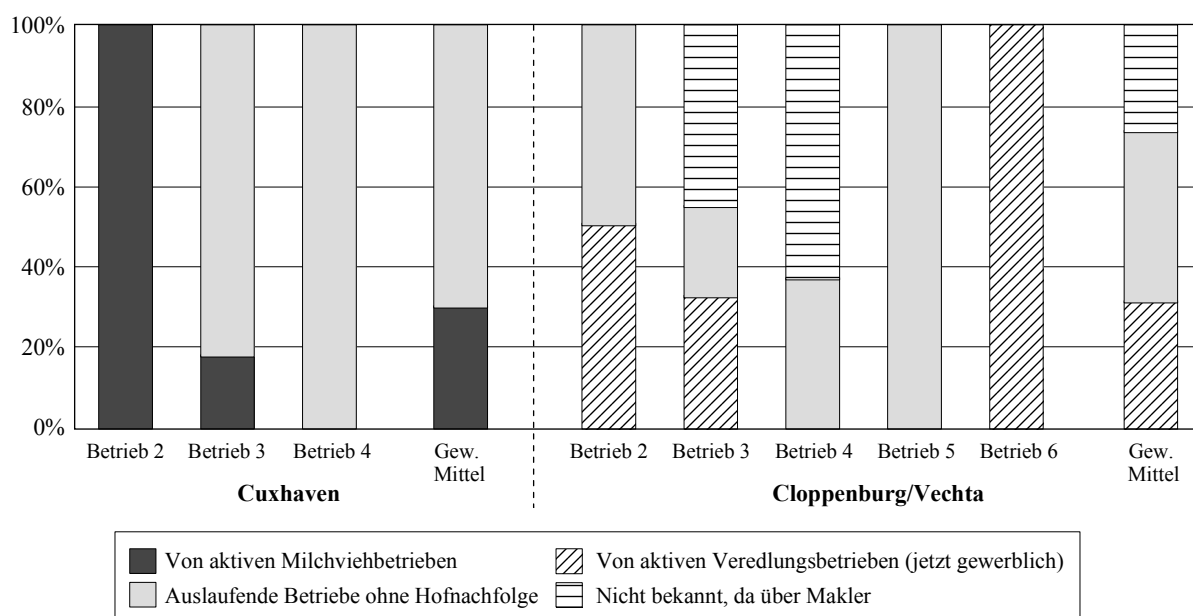
Quelle: Eigene Berechnung.

Neben dem Zuwachs der Flächen ist es für eine Bewertung der Agrarstrukturwirkung ebenfalls entscheidend zu wissen, welche Betriebstypen vorher die Pachtflächen bewirtschaftet haben. Da die befragten landwirtschaftlichen Unternehmer in der Milchviehregion Cuxhaven und der Ackerbauregion Hildesheim keine Flächen zugепachtet haben, ist in Abbildung 4.12 lediglich für die Milchviehregion Nordfriesland und die Veredlungsregion Cloppenburg/Vechta dargestellt, welche Betriebstypen die Flächen vorher bewirtschaftet haben. Folgende Flächenbewegungen sind zu erkennen:

- In der Milchviehregion Nordfriesland stammen im gewichteten Mittel 70 % der zugепachteten Flächen von ausgelaufenen Milchviehbetrieben. Lediglich 30 % der Zugепachtflächen wurden vorher von heute noch aktiven Milchviehhaltern bewirtschaftet. Dieser geringe Wert wird stark von Betrieb 4 beeinflusst. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat 30 ha von einem Verwandten zugепachtet, der die Flächen vorher an einen anderen Milchviehbetrieb mit 350 Kühen und einer 250 kW-Biogasanlage verpachtet hatte. Aufgrund der Ergebnisse ist zu vermuten, dass Biogasanlagenbetreiber

- weniger aktive Milchviehhalter verdrängen, sondern im Zuge des allgemeinen Strukturwandels Flächen von der Milchviehhaltung zur Biogaserzeugung übergehen. Dies deckt sich mit den zuvor durchgeführten Kalkulationen (vgl. Kapitel 3.2.3). Die Flächen stehen wachstumswilligen Milchviehbetrieben jedoch nicht mehr zur Verfügung.
- In der Veredlungsregion Cloppenburg/Vechta werden die Werte hingegen weniger von einzelnen Ausreißern beeinflusst. Im gewichteten Mittel stammen 30 % der zugepachteten Flächen von Veredlungsbetrieben, die ihre Tierhaltung jetzt gewerblich betreiben. Etwa ein Drittel der Zupachtflächen wurde über einen Makler vermittelt, sodass den Betriebsleitern nicht bekannt ist, wer die Flächen vorher bewirtschaftet hat. Lediglich 40 % der Flächen stammen von ausgelaufenen Betrieben. Dabei handelt es sich in der Regel um ausgelaufene Milchvieh- oder Bullenmastbetriebe.

**Abbildung 4.12:** Herkunft der Zupachtflächen



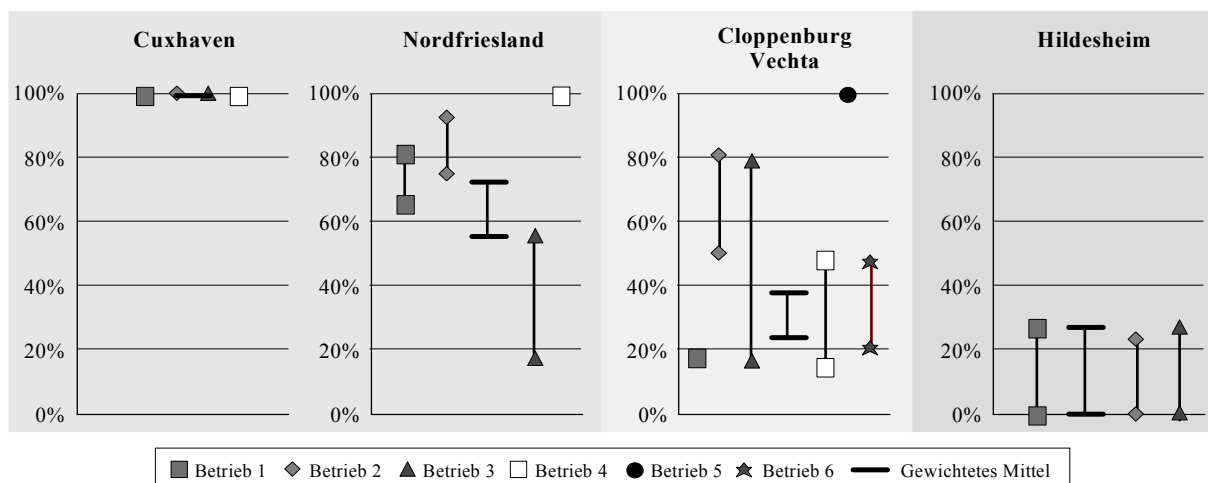
Quelle: Eigene Berechnung.

Allerdings dehnen Anlagenbetreiber nicht nur ihre bewirtschaftete Fläche aus, sondern verändern auch ihre Anbaustrukturen. Wie der Abbildung 4.13 zu entnehmen ist, geschieht dies je nach Region in unterschiedlicher Weise. Die Abbildung zeigt, wie die landwirtschaftlichen Unternehmer den Maisanteil an ihrer Ackerfläche erhöht haben:

- In der Region Cuxhaven haben bereits alle befragten Milchviehhalter vor der Investition in Biogas auf ihrer gesamten Ackerfläche Silomais angebaut. Um eine Anlage betreiben zu können, müssen sie entweder in erheblichen Umfang ihren Tierbestand reduzieren oder Substrate zukaufen bzw. Flächen pachten. Dies erklärt den hohen Zukaufanteil (vgl. Abbildung 4.7) und deckt sich mit dem Befund in Kapitel 3.2.2.

- In der Milchviehregion Nordfriesland war der Silomaisanteil im gewichteten Mittel der betrachteten Betriebe vor dem Bau der Biogasanlage mit 56 % hingegen deutlich geringer. Aufgrund besserer Böden haben die Landwirte hier neben der Milchviehhaltung noch im größeren Umfang Ackerbau betrieben. Nach der Biogasinvestition ist der Maisanteil im gewichteten Mittel jedoch um 18 Prozentpunkte auf 74 % deutlich gestiegen. Auf den Betrieben 1 und 2 war der Maisanteil bereits vor dem Bau der Biogasanlage mit etwa 70 % auf einem hohen Niveau. Durch die Biogasanlage ist der Anteil jedoch noch einmal um 16 bzw. 18 Prozentpunkte angestiegen. Besonders stark ist der Anstieg auf Betrieb 3. Hier wurde der gesamte Marktfruchtbau durch den Anbau von Gärsubstraten verdrängt. Der Maisanteil liegt unter 100 %, weil der Anlagenbetreiber zum Teil Weizen-GPS und Ackergras anbaut und vergärt. Diese Befunde scheinen zu bestätigen, dass in Milchviehregionen zunächst die Viehbestände konstant gehalten werden und zunächst auf bisherigen Getreideflächen Energiemais angebaut wird (vgl. Kapitel 3.2.4).
- Im gewichteten Mittel fällt der Anstieg der Maisanteils in der Veredlungsregion von 24 auf 38 % vergleichsweise gering aus. Allerdings wird das gewichtete Mittel wieder besonders stark von Betrieb 1 beeinflusst, dessen Maisanteil konstant geblieben ist, und der mit 1.600 ha deutlich größer ist als die anderen Betriebe. Im gewichteten Mittel der übrigen Betriebe steigt der Maisanteil an der Ackerfläche hingegen von 32 % auf 68 % sehr stark an. In den meisten Fällen wurde vor der Biogasinvestition Körnermais und CCM angebaut. Lediglich der Milchviehhalter von Betrieb 5 hat vor der Biogasinvestition auf der gesamten Ackerfläche Silomais angebaut, um seine Kühe zu füttern.
- Auch auf den Betrieben in der Ackerbauregion Hildesheim ist der Maisanteil im gewichteten Mittel um etwa 30 Prozentpunkte angestiegen. Allerdings erfolgt der Anstieg von einem deutlich geringeren Ausgangsniveau, da die Anlagenbetreiber vorher keinen Mais angebaut haben. Auf allen Betrieben wurde ein Teil des Weizenanbaus verdrängt.

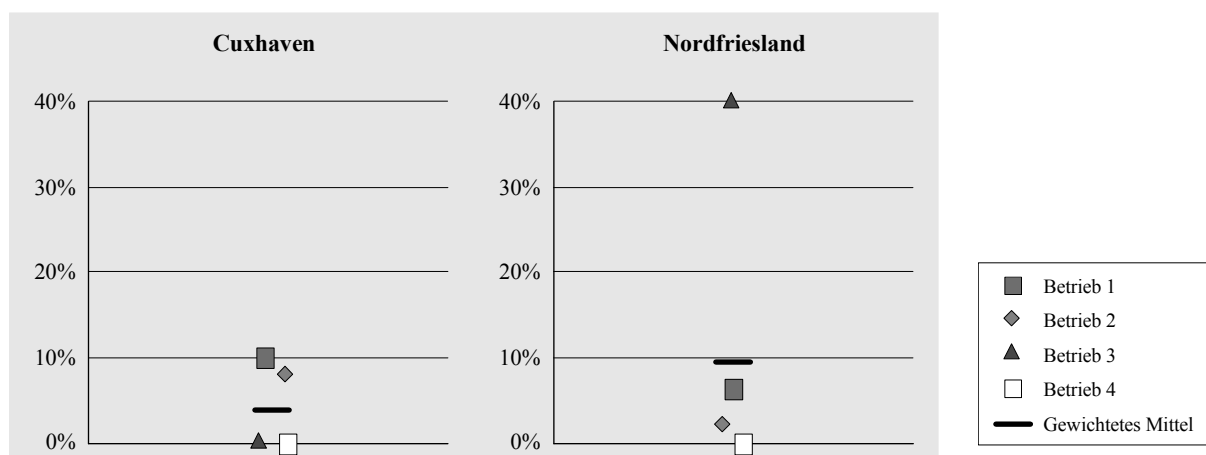
**Abbildung 4.13:** Maisanteil an der Ackerfläche vor Biogasinvestitionen und heute



Quelle: Eigene Berechnung.

Aus den betriebswirtschaftlichen Kalkulationen von Biogasanlagen wurde abgeleitet, dass durch die Biogasförderung ein Anreiz entsteht, Grünlandflächen umzubrechen (vgl. Kapitel 3.2.3). Um zu überprüfen, ob sich dieser Befund auch in der landwirtschaftlichen Praxis wiederfindet, wird nachfolgend ermittelt, wie sich auf den befragten Betrieben der Grünlandanteil an der LF seit der Investition in Biogas verändert hat. In Abbildung 4.14 ist zu erkennen, dass fünf der acht befragten Milchviehhalter nach der Biogasinvestition Grünland umgebrochen haben. Allerdings wurden in der Regel weniger als 10 % des vorhandenen Grünlandes umgebrochen. Ursache hierfür ist, dass die meisten landwirtschaftlichen Unternehmer erst im Jahr 2010 ihre Biogasanlagen gebaut haben und zu diesem Zeitpunkt bereits alle ackerfähigen Grünlandflächen umgebrochen hatten. Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 in Nordfriesland hat hingegen bereits im Jahr 2005 erstmalig in die Biogaserzeugung investiert und seither 40 % seiner Grünlandflächen umgebrochen.

**Abbildung 4.14:** Anteil umgebrochenes Grünland seit Biogasinvestition



Quelle: Eigene Berechnung.

Weiterhin wurde aus den betriebswirtschaftlichen Modellkalkulationen geschlossen, dass Milchviehhalter mit Biogasanlagen ihre Grünlandnutzung intensivieren werden, um ausreichend Futter für die Milchviehhaltung bereitstellen zu können (Kapitel 3.2.4). Um empirische Indizien für diese These zu finden, ist in Abbildung 4.15 dargestellt, wie stark die einzelnen Milchviehhalter den N-Input auf ihren Grünlandflächen erhöht haben. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

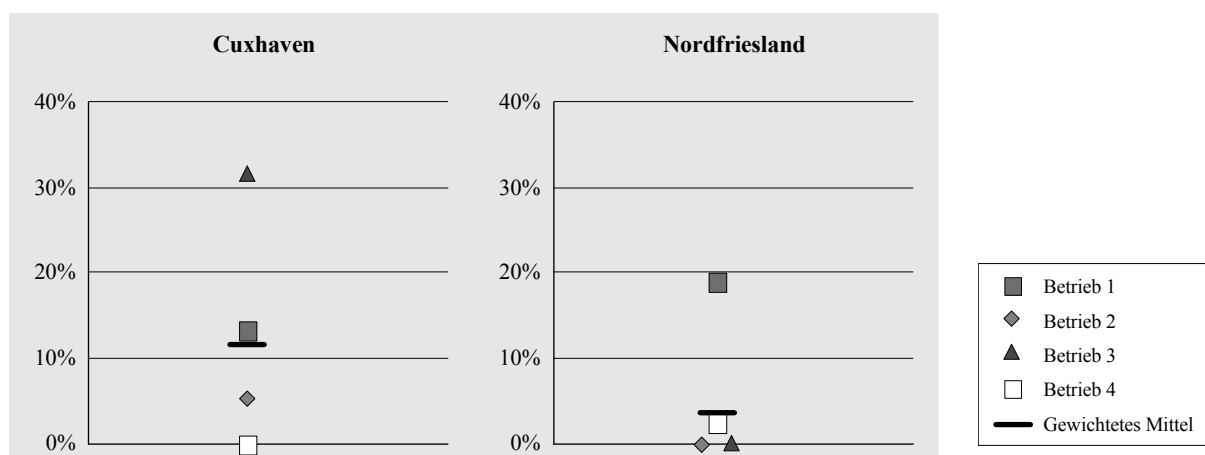
- Die Hälfte der befragten Milchviehhalter hat die N-Intensität erhöht. In der Region Cuxhaven haben drei der vier befragten landwirtschaftlichen Unternehmer die Grünlandnutzung intensiviert. Obwohl die Betriebsleiter der Betriebe 1 und 2 ihre Grünlandflächen bereits vor dem Bau der Biogasanlage mit 4 Schnitten sehr intensiv genutzt haben, haben sie den Stickstoffinput um weitere 13 bzw. 6 % erhöht. Der Anlagenbetreiber von Anlage 1 vergärt neben Rindergülle und Silomais auch Hähnchenmist, sodass der Stickstoffgehalt der Gärreste deutlich höher ist als bei Rindergülle.



Allerdings gilt der aus Maissilage anfallende Stickstoff nicht als Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft. Daher kann der Anlagenbetreiber mehr organischen Stickstoff ausbringen als mit Rindergülle.<sup>12</sup> Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 hat seine Grünlandflächen vor dem Bau der Biogasanlage mit zwei Schnitten extensiv bewirtschaftet. Um die Biogasanlage realisieren zu können, hat er jedoch den Maisanteil in der Milchviehhaltung reduziert. Daher benötigt er heute mehr Grassilage in der Milchviehfütterung. Um dies zu realisieren, düngt er 30 % mehr Stickstoff auf den Grünlandflächen und macht vier Schnitte Grassilage.

- In Nordfriesland haben die landwirtschaftlichen Unternehmer der Betriebe 1, 3 und 4 ihre Grünlandflächen bereits vor dem Bau der Biogasanlage mit 4 Schnitten sehr intensiv bewirtschaftet. Lediglich der Milchviehhalter von Betrieb 1 hat die N-Intensität um 20 % und die Anzahl der Schnitte von drei auf vier erhöht.

**Abbildung 4.15:** Anstieg N-Intensität Grünland



Quelle: Eigene Berechnung.

#### 4.3.2.6 Alternative Entwicklungspfade

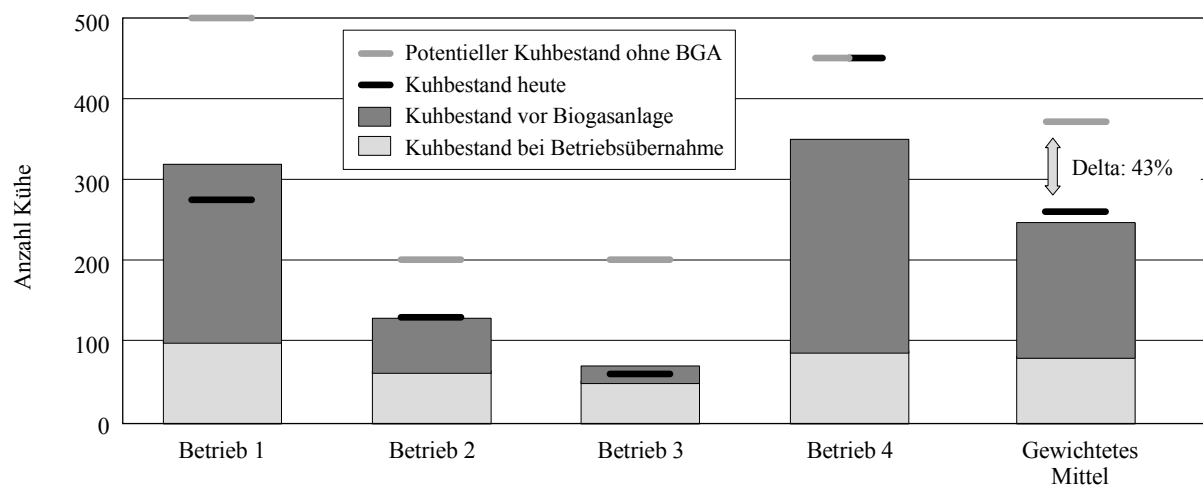
In Kapitel 2.2.2.1 wurde aufgezeigt, dass alternative Entwicklungspfade nicht mit statistischen Daten untersucht werden können, da Investitionsalternativen nicht erfasst werden. Daher werden im Rahmen der Fallstudien mit den Beratern und landwirtschaftlichen Unternehmern die bisherige Betriebsentwicklung nachgezeichnet und die alternativen Investitionsentscheidungen diskutiert. Nachfolgend sind die Ergebnisse wiedergegeben. Dabei zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Milchvieh- und Veredlungsregionen:

<sup>12</sup> Nach der Düngeverordnung dürfen maximal 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft ausgebracht werden.

- In der Milchviehregion Cuxhaven (Abbildung 4.16) haben die landwirtschaftlichen Unternehmer die Betriebe zwischen 1991 und 1995 mit einem Milchviehbestand zwischen 50 und 100 Milchkühen übernommen. Das gewichtete Mittel der Bestandsgröße betrug zur Betriebsübernahme 81 Kühe. Bis zur Biogasinvestition haben die Milchviehhalter ihre Milchviehbestände im gewichteten Mittel auf 247 Kühe etwa verdreifacht. Seit dem Bau der Biogasanlage ist das gewichtete Mittel der Milchviehbestände nur noch auf 260 Tiere gestiegen.
- Ohne den Bau der Biogasanlage hätten die Betriebe hingegen deutlich stärker in die Milchviehhaltung investiert. Die Bestände wären im gewichteten Mittel auf 370 Kühe gewachsen und würden damit 43 % oberhalb der derzeitigen Bestandsgröße liegen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass alle befragten Milchviehhalter erst im Jahr 2010 in die Biogaserzeugung investiert haben. Somit ist offen, ob sie das Wachstum in der Milchviehhaltung zu einem späteren Zeitpunkt nachholen. Eine detaillierte Analyse der einzelnen Fälle zeigt hierbei erhebliche Unterschiede zwischen den Betrieben:
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 1 hat den Betrieb 1991 mit 100 Milchkühen von seinem Vater übernommen. Bis er im Jahr 2010 eine Biogasanlage gebaut hat, hat er den Milchviehbestand auf 320 Kühe erhöht. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 12 %. Von den befragten landwirtschaftlichen Unternehmern gehört er damit zu den beiden wachstumsstärksten Betrieben. Im Zuge der Biogasinvestition hat er jedoch seinen Milchviehbestand um 45 Kühe reduziert und einen 40.000er-Hähnchenmaststall gebaut. Den Milchviehbestand hat er aus zwei Gründen reduziert: Zum einen musste er Substratflächen für die Biogaserzeugung freisetzen, um die Finanzierungsanforderungen der Bank erfüllen zu können. Zum anderen konnte er nur auf diese Weise mit der vorhandenen Flächenausstattung auch den Hähnchenmaststall landwirtschaftlich betreiben. Künftig will er die Biogasanlage um 250 kW erweitern und noch einen 40.000er-Hähnchenmaststall bauen. Hierfür wird er den Kuhbestand um weitere 55 Kühe verringern. An dieser Stelle scheint sich zu bestätigen, dass zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast erhebliche Synergien bestehen. In diesem Fall sind sie so stark, dass ein bisher sehr wachstumsstarker Milchviehhalter seine Milchproduktion einschränkt und stattdessen in die Biogaserzeugung und Hähnchenmast investiert. Wenn die alternative Investitionsentscheidung berücksichtigt wird, wird dieser Struktureffekt noch deutlicher. Wenn der landwirtschaftliche Unternehmer nicht die Möglichkeit gehabt hätte, eine Biogasanlage zu bauen, hätte er die Milchviehhaltung auf 500 Kühe aufgestockt. Damit wäre sein Milchviehbestand etwa 80 % größer als heute. Die Aufstockung war bereits konkret geplant. Allerdings war die Finanzierung durch die Bank nicht gesichert.
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 2 ist in der Vergangenheit deutlich weniger dynamisch gewachsen. Er hat den Betrieb im Jahr 1992 mit 65 Kühen übernommen und hat den Bestand bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2010 mit 135 Kühen etwa verdoppelt. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6 %. Seither hat sich der Milchviehbestand nicht mehr verändert. Die

künftige Entwicklung der Milchviehhaltung macht der Unternehmer von zwei Faktoren abhängig. Zum einen der Entwicklung der Milchpreise und zum anderen den Erfahrungen in der Biogaserzeugung. Wenn der Milchpreis sich positiv entwickeln sollte, kann er sich vorstellen die Milchviehherde auf 200 Kühe aufzustocken. Sollte dies nicht geschehen, ist es aber auch möglich, dass der Milchviehbestand abgestockt wird. Dies hätte aus seiner Sicht erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile, da ein Melker auf dem Betrieb eingespart werden könnte. Wenn er nicht die Möglichkeit gehabt hätte, eine Biogasanlage zu bauen, hätte er durch einen einfachen Anbau am bestehenden Milchviehstall den Kuhbestand auf 200 Milchkühe erhöht. Damit wäre die Milchviehherde heute etwa 54 % größer.

- Am wenigsten dynamisch ist der Betrieb 3 seit der Betriebsübernahme im Jahr 1991 gewachsen. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat die Milchviehhaltung im Jahr 1995 mit 50 Kühen übernommen und ist bis zur Biogasinvestition im Jahr 2010 auf eine Herdengröße von 70 Kühen vergrößert. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von lediglich 3 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat der Landwirt den Kuhbestand auf 60 Kühe reduziert, um Substratflächen für die Biogaserzeugung freizusetzen. Künftig plant er nicht mehr in die Milchviehhaltung zu investieren, sondern nach Abnutzung der Gebäude aus der Milchviehhaltung auszusteigen. Ohne die Möglichkeit, eine Biogasanlage zu bauen, hätte der landwirtschaftliche Unternehmer seinen Milchviehbestand auf 200 Kühe aufgestockt. Allerdings war die Finanzierung für diese Investition nicht gesichert. Ein weiteres Hemmnis für die Aufstockung der Milchviehhaltung war aus seiner Sicht, dass er Fremdarbeitskräfte hätte einstellen müssen. Aus dieser Fallstudie lässt sich die These ableiten, dass die Konkurrenz zwischen der Biogasproduktion und der Milchproduktion schleichend verläuft: Landwirtschaftliche Unternehmer investieren in die Biogaserzeugung und steigen nach am Ende der Nutzungsperiode von Gebäuden aus der Milchviehhaltung aus. Der Zeitpunkt des Ausstiegs hängt wiederum von Alter der vorhandenen Gebäude ab (vgl. Kapitel 3.2.3).
- Völlig anders stellt sich die Entwicklung auf Betrieb 4 dar. Der landwirtschaftliche Unternehmer ist am dynamischsten in der Milchviehhaltung gewachsen und will hier auch künftig weiter investieren. Er hat den Betrieb 1991 mit 90 Kühen übernommen und die Milchviehherde bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2010 auf 350 Kühe aufgestockt. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 18 %. Als der Milchviehhalter 2010 weitere 100 Kuhplätze gebaut hat, hat er sich entschieden, gleichzeitig in die Biogaserzeugung zu investieren. Auf diese Weise konnte er das Gärrestlager der Biogasanlage ebenfalls als Güllelager nutzen (vgl. Kapitel 4.2.1). Seither fährt er die Anlage mit sehr hohen Gülleanteilen. Allerdings will er künftig die Anlagenleistung verdoppeln, indem er den Gülleanteil reduziert und den Maisanteil erhöht. Langfristig ist jedoch auch eine Verdopplung des Milchviehbestandes geplant. Nach Auskunft des Betriebsleiters hat die Biogasinvestition die Investitionsabsichten in der Milchviehhaltung in keiner Weise beeinflusst.

**Abbildung 4.16:** Alternative Entwicklungsabsichten Milchviehregion Cuxhaven (absolut)

Quelle: Eigene Berechnung.

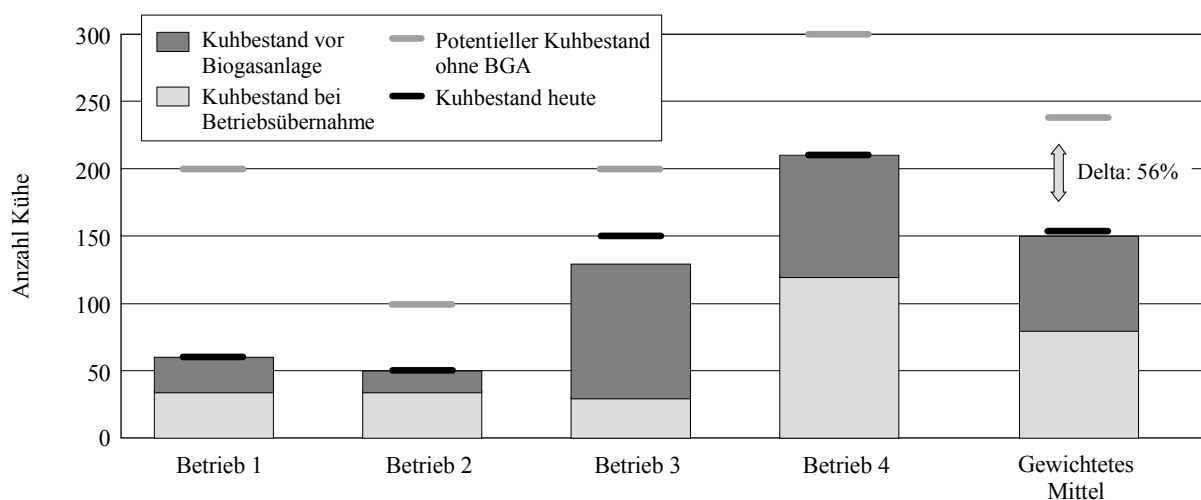
- In der Milchviehregion Nordfriesland (Abbildung 4.17) ergibt sich grundsätzlich ein ähnliches Bild wie in Cuxhaven. Auch hier haben sich die Wachstumsraten in der Milchviehhaltung seit dem Bau der Biogasanlagen im gewichteten Mittel deutlich verringert. Weiterhin wären die Milchviehbestände im gewichteten Mittel deutlich stärker gewachsen, wenn die Landwirte nicht in die Biogaserzeugung investiert hätten. Die befragten landwirtschaftlichen Unternehmer haben die Betriebe zwischen 1975 und 1998 mit Milchviehbeständen von 35 bis 120 Kühen übernommen. Zum Zeitpunkt der Betriebsübernahme lag die Bestandsgröße im gewichteten Mittel bei 81 Kühen. Bis zum Bau der ersten Biogasanlage sind die Bestände im gewichteten Mittel auf 150 Kühe gestiegen. Dabei wurde eine jährliche Wachstumsrate von 8 % erreicht. Seit dem Bau der Biogasanlage sind die Milchviehbestände im gewichteten Mittel lediglich auf 153 Kühe gestiegen. Wenn die befragten landwirtschaftlichen Unternehmer nicht die Möglichkeit gehabt hätten, in die Biogaserzeugung zu investieren, wäre im gewichteten Mittel hingegen eine Herdengröße von 239 Kühen erreicht worden. Allerdings hat in dieser Region lediglich der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 bereits 2005 erstmalig in die Biogaserzeugung investiert. Alle anderen Anlagen wurden erst ab 2008 gebaut. Somit bleibt bei einer Durchschnittsbetrachtung offen, ob die Milchviehhalter das Wachstum im Bereich „Milchvieh“ völlig aufgeben oder zu einem späteren Zeitpunkt nachholen. Um diese Frage zu klären, werden nachfolgend die einzelnen Betriebe näher betrachtet.
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 1 hat den Betrieb im Jahr 1994 mit 35 Kühen übernommen ist bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2010 auf 60 Kühe gewachsen. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 4 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat sich der Milchviehbestand nicht verändert. Lediglich die Bullenmast wurde von 80 auf 30 Plätze reduziert. Bis die Hofnachfolge geklärt ist, wird der Landwirt nicht mehr in die Milchviehhaltung investieren. Auch

hier deutet sich an, dass die Verdrängung der Milchviehhaltung durch die Biogaserzeugung schleichend verläuft, indem Milchviehhalter vor der Entscheidung stehen, in die Biogaserzeugung oder Milchviehhaltung zu investieren. Noch deutlicher wird diese Entwicklung, wenn man die alternative Investitionsentscheidung des befragten landwirtschaftlichen Unternehmers berücksichtigt. Er stand vor der Entscheidung, die Milchviehhaltung auf 200 Kühe aufzustocken, eine Biogasanlage zu bauen oder aus der Milchviehhaltung auszusteigen (vgl. Kapitel 4.2.1).

- Relativ ähnlich verlief das Wachstum auf Betrieb 2. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat den Betrieb 1992 mit 35 Kühen übernommen und hat den Bestand bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2010 auf 50 Kühe vergrößert. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 2 %. Auch er hat die Milchviehhaltung nicht im Rahmen der Biogasinvestition verändert, sondern lediglich die Bullenmast um 20 Plätze reduziert. Künftig will er die Milchviehherde auf 75 Tiere aufstocken. Hierfür plant er jedoch keine größeren Investitionen zu tätigen. Stattdessen will er die Bullenmast aufgeben und das Jungvieh in den Bullenställen aufziehen. Auf diese Weise kann der Kuhstall mit 75 Liegeplätzen komplett für die Milchviehhaltung genutzt werden. Alternativ zur Biogasanlage hatte er einen Anbau von 50 neuen Kuhplätzen an den vorhandenen Milchviehstall geplant. Im Ergebnis bedeutet dies, dass die Milchviehherde des Betriebes heute doppelt so groß wäre, als ohne den Bau der Biogasanlage.
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 3 hat den Betrieb bereits 1975 mit 30 Kühen übernommen. Bis zum Bau der ersten Biogasanlagen im Jahr 2005 hat er den Milchviehbestand auf 130 Kühe erhöht, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 11 % entspricht. Seit dem Bau der ersten Biogasanlage im Jahr 2005 hat er den Milchviehbestand jedoch nur noch um weitere 20 Kühe aufgestockt, indem ein Teil des Jungviehs in einen zugepachteten Stall ausgelagert werden konnte. Da der Milchviehstall noch lange genutzt werden kann, soll die Milchviehhaltung auf dem Betrieb langfristig bestehen bleiben. Hierfür wird nach dem Ruhestand des Betriebsleiters ein Herdenmanager eingestellt. Der Hofnachfolger wird sich künftig auf die Biogaserzeugung konzentrieren (vgl. Kapitel 4.2.1). Auch auf diesem Betrieb scheint sich in Folge einer Biogasinvestition das Wachstum im Bereich Milchvieh zu verringern. Noch stärker zeigt sich diese Tendenz, wenn berücksichtigt wird, dass der landwirtschaftliche Unternehmer alternativ zur Biogaserzeugung eine Aufstockung der Milchviehhaltung auf 200 Kühe geplant hat und diese Pläne nicht weiter verfolgt.
- Auch der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 4 ist vor dem Bau der Biogasanlage sehr dynamisch in der Milchviehhaltung gewachsen. Er hat den Betrieb 1998 mit 120 Kühen übernommen und im Jahr 2005 einen Milchviehstall für 200 Kühe gebaut. Das Jungvieh wird seither in den alten Ställen gehalten. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 8 %. Auch hier hat sich die Milchviehhaltung nicht durch den Bau der Biogasanlage verändert. Alternativ hätte der landwirtschaftliche Unternehmer jedoch die Milchviehhaltung auf 300 Kühe aufge-

stockt. Allerdings hätte er hierfür keine zusätzlichen Gebäude errichtet, sondern das Jungvieh verkauft und Färsen zugekauft. Diese Entwicklungsabsichten verfolgt er aber auch nach dem Bau der Biogasanlage weiter, sodass in diesem Fall lediglich von einer zeitlichen Verzögerung der Entwicklung auszugehen ist. Dennoch wäre der Milchviehbestand des Betriebes heute bereits erheblich größer als mit dem Bau der Biogasanlage.

**Abbildung 4.17:** Alternative Entwicklungsabsichten Milchviehregion Nordfriesland (absolut)



Quelle: Eigene Berechnung.

- Die befragten landwirtschaftlichen Unternehmer in der Veredlungsregion Cloppenburg/Vechta (Abbildung 4.18) halten unterschiedliche Tierarten. Daher werden in Abbildung 4.18 die bisherige Entwicklung sowie alternative Entwicklungspfade in der Tierhaltung in Form von Großvieheinheiten<sup>13</sup> und nicht anhand einzelner Tierharten beschrieben. Im Gegensatz zu den Milchviehregionen haben sich die Wachstumsraten der befragten landwirtschaftlichen Unternehmer in der Tierhaltung nach dem Bau der Biogasanlage tendenziell erhöht. Im gewichteten Mittel haben die befragten Unternehmer die Betriebe mit 354 GV-Einheiten übernommen und bis zum Bau der Biogasanlage den Viehbestand auf 440 GV erhöht. Dabei wurde im gewichteten Mittel eine jährliche Wachstumsrate von 2 % erreicht. Die landwirtschaftlichen Unternehmer geben an, dass sie noch stärker in die Tierhaltung investiert hätten, wenn sie nicht die Möglichkeit gehabt hätten, eine Biogasanlage zu bauen. Im gewichteten Mittel würden sie heute 25 % mehr GV-Einheiten halten. Die Differenz zwischen der tatsächlichen Entwicklung und dem alternativen Entwicklungspfad ohne Biogas ist jedoch deutlich geringer als in den zuvor betrachteten Milchviehregionen. Somit scheint sich empirisch zu

<sup>13</sup> Hierfür werden jeder Tierart unterschiedliche GV-Einheiten zugeschrieben. Die Zuordnung erfolgt in Abhängigkeit vom Futterbedarf der einzelnen Tierarten (vgl. BMELV, 2012a).

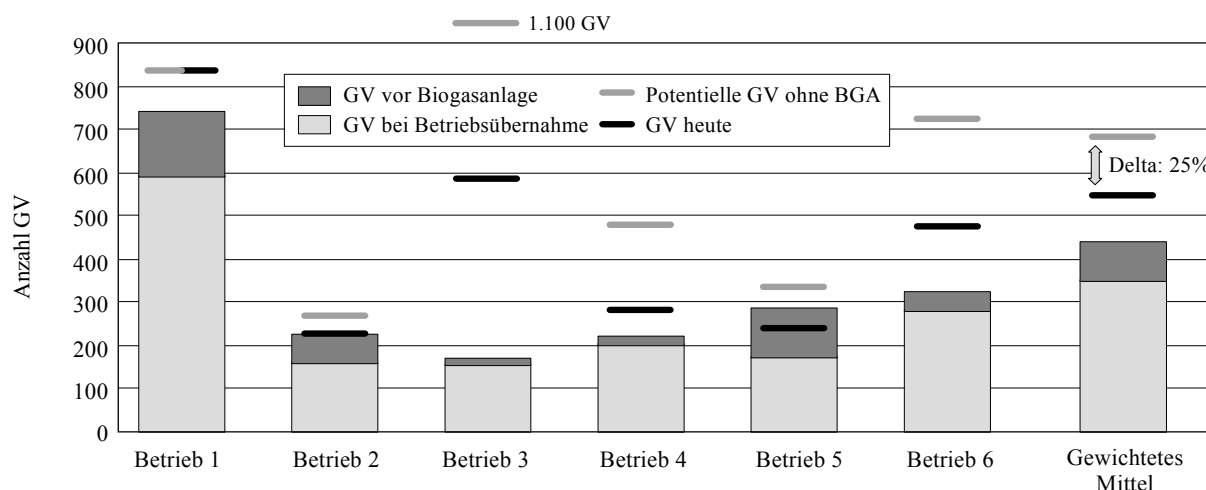
bestätigen, dass zwischen der Biogaserzeugung und der Veredlung deutlich weniger Konkurrenzen ergeben als zwischen der Biogaserzeugung und der Milchviehhaltung (vgl. Kapitel 3.2.2 und 3.3.2). Weiterhin zeigte sich in den Gesprächen, dass die alternativen Investitionspläne weniger konkret waren als bei den Milchviehhaltern:

- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 1 hat den Betrieb im Jahr 2002 mit 3.500 Mastplätzen und 350 Zuchtsauen übernommen (595 GV). Bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2009 hat er weitere 90 Sauen- und 860 Schweinemastplätze gebaut (+148 GV). Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate des GV-Besandes von 4 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat er weitere 60 Sauen- und 540 Schweinemastplätze gebaut (+94 GV). Der landwirtschaftliche Unternehmer geht davon aus, dass er ohne Biogasanlage weniger in der Tierhaltung gewachsen wäre, weil er dann die vorhandenen Synergieeffekte nicht hätte nutzen können.
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 2 hat den Betrieb 1989 mit 800 Mastschweinen und 80 Mastbullen übernommen (160 GV). Bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2006 hat er 170 Sauenplätze gebaut (+68 GV). Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 3 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat er den Viehbestand nicht mehr verändert. Allerdings hätte er die Sauenhaltung um 100 Plätze erweitert, wenn er nicht die Möglichkeit gehabt hätte, eine Biogasanlage zu bauen. Konkrete Pläne für die erforderlichen Baumaßnahmen lagen jedoch noch nicht vor.
- Auf Betrieb 3 wurde vor dem Bau der Biogasanlage lediglich eine jährliche Wachstumsrate des GV-Bestandes von 2 % erreicht. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat den Betrieb im Jahr 2000 mit 1.200 Mastschweinen übernommen und bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2005 um lediglich 100 Mastplätze erweitert. Seit dem Bau der Biogasanlage ist er jedoch sehr dynamisch in der Schweinemast gewachsen und hat 3.200 weitere Mastplätze gebaut. Der Unternehmer geht jedoch davon aus, dass er ohne Biogasanlage noch stärker in der Tierhaltung gewachsen wäre und weitere 3.000 Schweine- und 100.000 Hähnchenmastplätze gebaut hätte. Allerdings hätte er hierfür keine zusätzlichen Flächen gepachtet, sondern die Tierhaltung gewerblich betrieben. Weiterhin vermutet er, dass die Finanzierung deutlich unsicherer gewesen wäre.
- Auch auf Betrieb 4 ist die Tierhaltung seit dem Bau der Biogasanlage stärker gewachsen. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat den Betrieb 1995 mit 1.100 Schweine- und 40.000 Hähnchenmastplätzen übernommen (203 GV). Bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2005 hat er lediglich die Hähnchenmast um 13.000 Plätze erweitert (+20 GV). Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat er weiterhin einen 40.000er Hähnchenmaststall (+60 GV) gebaut. Auch künftig will er in der Tierhaltung wachsen und weitere 40.000 Hähnchen- sowie 1.500 Schweinemastplätze bauen. Diese Baumaßnahmen hätte er ohne Biogasanlage bereits früher realisiert. Im Unterschied zu den zuvor betrachteten Milchviehregionen scheint

das Wachstum in der Tierhaltung aufgrund der Biogasanlage nicht eingestellt, sondern lediglich zeitlich verzögert zu werden.

- Auf Betrieb 5 wurde die Tierhaltung mit dem Bau der Biogasanlage stark umstrukturiert. Der landwirtschaftliche Unternehmer hat den Betrieb 1985 mit 60 Milchkühen, 50 Mutterkühen sowie 80 Mastbullen übernommen (174 GV). Bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2008 hat er die Milchviehherde auf 100 Kühe aufgestockt. Im Zuge Biogasinvestition hat er jedoch die Mutterkuhhaltung und Bullenmast aufgegeben und stattdessen ein 80.000er-Hähnchenmaststall gebaut. Aufgrund dieser Umstrukturierung hält der Unternehmer heute 46 GV-Einheiten weniger als vor dem Bau der Biogasanlage. Künftig will er die Hähnchenmast jedoch um weitere 80.000 Plätze erweitern. Im Gesprächsverlauf wurde deutlich, dass der landwirtschaftliche Unternehmer ohne Biogasanlage nicht in die Hähnchenmast investiert hätte, sondern stattdessen die Milchviehhaltung auf 200 Kühe aufgestockt hätte. Jetzt geht er hingegen davon aus, dass die Milchviehhaltung im Rahmen der Hofübergabe auslaufen wird. An dieser Stelle bestätigen sich wiederum Synergien zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast sowie eine Konkurrenz zur Milchviehhaltung (vgl. Kapitel 3.2.2 und 3.3.2).
- Der landwirtschaftliche Unternehmer von Betrieb 6 ist seit dem Bau der Biogasanlage ebenfalls deutlich stärker in der Tierhaltung gewachsen. Er hat den Betrieb 1987 mit 1.500 Mastschweinen und 220 Zuchtsauen übernommen (283 GV). Bis zum Bau der Biogasanlage im Jahr 2005 hat er die Sauenhaltung um 100 und die Schweinemast um 1.100 Plätze erweitert. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 1 %. Seit dem Bau der Biogasanlage hat er jedoch weitere 730 Schweinemastplätze und 150 Sauenplätze (+154 GV) gebaut. Allerdings geht der Unternehmer davon aus, dass er ohne Biogasanlage heute einen Sauenbestand von etwa 1.000 Sauen halten würde. Damit wäre der GV-Bestand ohne Biogasanlage 50 % höher. Im Gespräch zeigte sich jedoch, dass es hierfür noch keine konkreten Planungen gab.

**Abbildung 4.18:** Alternative Entwicklungsabsichten Vechta/Cloppenburg (absolut)



Quelle: Eigene Berechnung.



#### 4.4 Zwischenfazit zu den Fallstudien

Das Ziel der Fallstudien war es a) die in Abschnitt 3 aus betriebswirtschaftlichen Kalkulationen abgeleiteten Strukturwirkungen in der Realität offenzulegen, b) ggf. weitere indirekte Strukturwirkungen zu erkennen c) der Frage nachzugehen, inwiefern weitere, bisher nicht berücksichtigte Aspekte die Investitionsentscheidung landwirtschaftlicher Unternehmer beeinflussen.

Nachfolgend wird zunächst überprüft, ob die genannten Ziele mit dem Instrument „Fallstudien“ erreicht werden konnten und welche Vorteile bzw. Probleme bei der Anwendung aufgetreten sind:

- Die Fallstudien haben gezeigt, dass die wesentlichen in Abschnitt 3 abgeleiteten Strukturwirkungen in der Realität auftreten. Beispielsweise werden in fast allen betrachteten Fällen der Veredlungsregion die Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast genutzt.
- Darüber hinaus konnten weitere indirekte Strukturwirkungen offengelegt werden. Hierzu zählt z. B., dass die befragten Milchviehhalter ohne Biogasinvestition deutlich stärker im Betriebszweig „Milch“ gewachsen wären. Während die bisher eingesetzten Daten zur Analyse von Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung vor allem vergangenheitsorientiert sind (vgl. Kapitel 2.2.2.2), können mithilfe der Fallstudien Aussagen zu den künftigen Entwicklungsabsichten der landwirtschaftlichen Unternehmer getroffen werden.
- Auch auf die Frage, welche nicht in den Kalkulationen enthaltenen Faktoren die Investitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer beeinflussen, können Rückschlüsse gezogen werden. Hierzu zählen vor allen die freien Arbeitskapazitäten der Unternehmerfamilien oder die gesellschaftliche Akzeptanz hinsichtlich der Investitionen.
- Die zweistufige Datenerhebung, in der zunächst Berater und anschließend die landwirtschaftlichen Unternehmer befragt wurden, hat sich als zielführend erwiesen, da die Berater zu vielen Fragen wenig differenzierte Antworten gegeben haben. Hierzu zählt beispielsweise die Frage, warum die Unternehmer in die Biogaserzeugung investiert haben. Berater konnten hingegen objektiver die künftige Betriebsentwicklung einschätzen. Somit ist dieses Vorgehen auch für künftige Erhebungen dieser Art zu empfehlen.
- Aus den Fallstudien wurden regionsspezifische Strukturwirkungen abgeleitet. Obwohl nur wenige Fälle in den Regionen betrachtet werden, sind wichtige Entscheidungsmuster zu erkennen. Dennoch ist offen, ob die ermittelten Wirkungen die wesentlichen Entwicklungen in den Regionen widerspiegeln oder ggf. weitere nicht in den Fallstudien beobachtete Effekte maßgeblich sind. Um diese Frage zu beantworten, wird

im nächsten Kapitel mit Beratern aus den Regionen ein durchgeführter Workshop (vgl. Kapitel 2.3.6) behandelt.

- Weiterhin ist offen, ob die ermittelten Strukturwirkungen auch in anderen Regionen zu beobachten sind. Die Ergebnisse in den Milchviehregionen Cuxhaven und Nordfriesland sind jedoch ähnlich. Dies deutet darauf hin, dass die ermittelten Strukturwirkungen auch auf Regionen mit ähnlichen agrarstrukturellen Voraussetzungen übertragbar sind.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass Fallstudien in Kombination mit betriebswirtschaftlichen Kalkulationen ein sehr geeignetes Mittel sind Strukturwirkungen von Politikmaßnahmen offenzulegen. Nachfolgend werden über die methodischen Schlussfolgerungen hinaus inhaltliche Schlussfolgerungen aus den ermittelten Strukturwirkungen für die Regionen abgeleitet:

### **Milchviehregion**

- Die deutliche Konkurrenz zwischen der Milchviehhaltung und der Biogaserzeugung zeigt sich auch in den Fallstudien, da die Anlagenbetreiber den Großteil ihrer Zukaufsubstrate von anderen Milchviehbetrieben beziehen (vgl. Abbildung 4.10). Darüber hinaus wurde auch eine innerbetriebliche Konkurrenz deutlich. Ein Teil der befragten Unternehmer hat die Milchviehbestände nach der Biogasinvestition reduziert oder die Fütterung zugunsten der Biogaserzeugung verändert. Weiterhin hätten sie die Milchviehhaltung ohne Biogasanlage deutlich stärker ausgedehnt.
- Auch hinsichtlich des Rohstoffeinsatzes haben sich die kalkulatorischen Ergebnisse weitestgehend bestätigt. Die befragten Anlagenbetreiber vergären bisher kaum Grassilage, was auf eine geringere Wirtschaftlichkeit der Grasvergärung schließen lässt. Dennoch haben die meisten Unternehmer die Grünlandnutzung nach der Biogasinvestition intensiviert. Die Maissilage wird überwiegend auf für die Milchviehhaltung überschüssigen Ackerflächen angebaut, die bisher für die Getreideerzeugung genutzt wurde.
- Die Befragungsergebnisse deuten an, dass es bei den Biogasanlagen-Betreibern in Milchviehregionen zwei unterschiedliche Entwicklungsmodelle geben könnte. Ein Model repräsentieren Milchviehhalter, die vor der Biogasinvestition 50 bis 100 Kühe gemolken haben und vor einem Wachstumsschritt auf 200 Kühe standen. Die Unternehmer haben diesen Wachstumsschritt jedoch nicht getätigt, da sie eine Biogasanlage deutlich leichter finanzieren konnten und arbeitswirtschaftliche Vorteile bei der Biogaserzeugung sahen. Während sie für ein Wachstum im Bereich „Milch“ Fremdarbeitskräfte hätten einstellen müssen, können sie die Arbeit für die Biogasanlage überwiegend mit Familienarbeitskräften bewerkstelligen. Langfristig scheint dieser Betriebstyp aus der Milchviehhaltung auszuscheiden, sodass innerbetrieblich die Verdrängung der Milchviehhaltung durch die Biogaserzeugung eher als schleichender Prozess verläuft.

- Der andere Entwicklungstyp hat vor der Biogasinvestition bereits mehr als 150 Kühe gemolken. In dieser Gruppe ist die Entwicklung weniger eindeutig. Ein Teil dieser Milchviehhalter will zwar auch langfristig weiter Milch produzieren, wäre aber ohne Biogasanlage wahrscheinlich deutlich stärker in der Milchviehhaltung gewachsen. Bei einem Teil dieser Betriebe hat sich die Biogasinvestition jedoch nicht auf die Wachstumspläne im Betriebszweig „Milch“ ausgewirkt.
- Insgesamt erlauben die Ergebnisse den Schluss, dass die Biogasförderung die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Milcherzeugung gegenüber Ländern ohne derartige Fördersysteme verringert. Die Verringerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit hat zwei Ursachen:
  - (1) Wenn, wie in den Fallstudien festgestellt, Wachstumsschritte nicht getätigt werden, bleiben mögliche Kostensenkungspotenziale aufgrund von Größendegressionen ungenutzt. Wie erheblich dieser Effekt ist, kann festgestellt werden, indem die Produktionskosten in unterschiedlich großen Milchviehbeständen miteinander verglichen werden. In derartigen Vergleichen zeigt sich, dass die Produktionskosten mit zunehmender Bestandesgröße kontinuierlich sinken. Die Produktionskosten sind in Bestandesgrößen von 50 bis 100 Kühen etwa 20 bis 30 % höher als in Beständen mit 300 bis 500 Kühen (vgl. PELIKAN et al. 2010: 34-35).
  - (2) Weiterhin ist zu erwarten, dass die zusätzliche Flächennachfrage der Biogasanlagenbetreiber in Verbindung mit einer hohen Grundrente (vgl. Kapitel 3.2.3) zu steigenden Flächenkosten führen wird. Dies wiederum erhöht die Grundfutterkosten, die einen Anteil von etwa 30 % an den Produktionskosten haben (vgl. Tabelle 3.8) und somit eine wesentliche Kostenkomponente darstellen.
- Aufgrund der Biogasinvestitionen konnten die landwirtschaftlichen Unternehmer ihre Betriebe sehr dynamisch entwickeln. Der Umsatz des typischen Milchviehbetriebes liegt für das im Rahmen dieser Arbeit unterstellte Preisniveau im Bereich von etwa 300.000 € (vgl. Tabelle 3.8) und steigt durch die Investition um eine Biogasanlage um weitere 400.000 € an (vgl. Tabelle 3.16). Noch stärker entwickeln sich die Unternehmerrgewinne. Für das im Rahmen dieser Arbeit unterstellte Preisszenario liegen sie für einen typischen Milchviehbetrieb bei nur 10.000 € und steigen durch die Investition in eine Biogasanlage um 70.000 € an. Diese Dynamik wird noch stärker, wenn berücksichtigt wird, dass - wie in den Fallstudien festgestellt – Betriebe, die einmal in Biogas investiert haben, unmittelbare Erweiterungsschritte tätigen.

### **Veredlungsregion**

- In der Veredlungsregion haben sich die Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast eindeutig bestätigt. Fast alle befragten Anlagenbetreiber vergären Geflügelmiste und beziehen diesen teilweise von benachbarten Betrieben.

Weiterhin beheizen mehrere der befragten Anlagenbetreiber Hähnchenställe mit der Abwärme ihrer Biogasanlage.

- Auch in dieser Region konnten mit den Fallstudien im Vergleich zu den Kalkulationen in Abschnitt 3 deutlich tiefergehende Erkenntnisse zur Strukturwirkung der Biogasförderung gewonnen werden. Anders als nach den Kalkulationen zu vermuten war, zeigte sich, dass die Anlagenbetreiber nach der Biogasinvestition in erheblichem Umfang zusätzliche Flächen gepachtet haben. Ursache hierfür ist, dass vor allem Betriebe in die Biogaserzeugung investiert haben, die auch in der Tierhaltung gewachsen sind. So haben sich die Wachstumsraten in der Tierhaltung nach der Biogasinvestition deutlich erhöht. Viele der befragten Unternehmer geben dabei als Motiv für die Biogasinvestition an, dass sie ihre Wettbewerbsfähigkeit am Flächenmarkt erhöhen wollten, um weiter landwirtschaftlich in der Tierhaltung wachsen zu können. Dieses Motiv verdeutlicht sich auch an dem Umstand, dass etwa ein Drittel der zugepachteten Fläche vorher von Betrieben bewirtschaftet wurde, die von der landwirtschaftlichen in die gewerbliche Tierhaltung übergegangen sind. Insgesamt bestätigen die Ergebnisse somit, dass die Biogasförderung den Pachtpreisanstieg in Veredlungsregionen beschleunigt.

### **Ackerbauregion**

- Auch empirisch sind deutlich weniger Strukturwirkungen der Biogasförderung in Ackerbauregionen festzustellen als in den beiden anderen Regionstypen. Ursache ist, dass die befragten Anlagenbetreiber hier weder Substrate zukaufen, noch in der Fläche gewachsen sind. Es wurde jedoch zusätzlich festgestellt, dass Ackerbauern überwiegend in Kooperation in die Biogaserzeugung investieren.
- Die starken Synergieeffekte, die sich rechnerisch ergeben dürften, wenn landwirtschaftliche Unternehmer in Ackerbauregionen ihre Biogasanlagen mit Hähnchen- oder Schweinemastställen kombinieren (vgl. Kapitel 3.4.3), schlagen sich nicht in den empirischen Ergebnissen nieder. Die Mehrheit der befragten Anlagenbetreiber zieht eine derartige Kombination nicht in Erwägung. Als Grund nennen sie überwiegend die geringe gesellschaftliche Akzeptanz der Tierhaltung.

## **5 Inhaltliche und methodische Schlussfolgerungen**

In diesem Kapitel wird zunächst beschrieben, wie die mit dem entwickelten Ansatz abgeleiteten Strukturwirkungen des EEG 2009 in einem Beraterworkshop evaluiert wurden. Dies ist notwendig, um die Prognosegüte des entwickelten Ansatzes einschätzen zu können. In dem Workshop wird den Fragen nachgegangen, ob a) die getroffenen Annahmen mit Erwartungen aus der landwirtschaftlichen Praxis übereinstimmen, b) alle aus Unternehmenssicht relevanten Entscheidungsparameter berücksichtigt sind und c) die Ergebnisse auf ähnlich strukturierte Regionen übertragen werden können. Anschließend werden inhaltliche und methodische Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen abgeleitet.

### **5.1 Workshop zur Bewertung der Ergebnisse durch Berater**

In Kapitel 5.1.1 werden zunächst die Vorbereitung und Durchführung des Workshops beschrieben, um die Transparenz der Workshopergebnisse zu gewährleisten. Anschließend werden in Kapitel 5.1.2 die Ergebnisse dargestellt.

#### **5.1.1 Vorbereitung und Durchführung des Beraterworkshops**

Gruppendiskussionen ermöglichen einen systematischen Zugang zu Expertenwissen und -erfahrungen. Somit sind sie besonders geeignet, um Thesen zu evaluieren und ggf. zu optimieren (KÜHN und KOSCHEL, 2011: 33; FLICK, 2000: 132). Daher wird im Beraterworkshop ebenfalls eine Gruppendiskussion geführt.

Entscheidend für den Erfolg der Diskussion ist eine umfassende Vorbereitung, welche die Auswahl der Teilnehmer, die Vorbereitung eines Leitfadens und Stimulus sowie die Auswahl des Moderators umfasst (KÜHN und KOSCHEL, 2011: 65-67). Daher werden diese Vorbereitungsschritte nachfolgend näher beschrieben.

Um möglichst solide Diskussionsergebnisse zu erzielen, ist bei der Auswahl der Teilnehmer darauf zu achten, dass sie ein Interesse an der Diskussion haben und intensiv mit der Thematik vertraut sind (KÜHN und KOSCHEL, 2011: 80-83). Als Workshopteilnehmer werden Berater ausgewählt, die aus den Untersuchungsregionen stammen und sich im Themenbereich „Biogas“ auskennen. Um eine intensive Diskussion zu fördern, wird lediglich ein Workshop mit Beratern aus allen Untersuchungsregionen organisiert. Da die ausgewählten Berater zum Teil bereits in die vorherigen Analysen einbezogen wurden, ist ein generelles Interesse der Experten gewährleistet. Gleichzeitig kann der Workshop genutzt werden, um den Beratern die Ergebnisse der vorherigen Analysen zu präsentieren. Dies erhöht wiederum die Motivation, an der Diskussion teilzunehmen.

Nachfolgend werden die ausgewählten Workshopteilnehmer vorgestellt:

- (1) Frau Helma Möllgaard ist seit 1995 als Rinderspezialberaterin beim Verein für Rinderspezialberatung Nordfriesland e.V. tätig. Dem Beratungsring gehören insgesamt 280 Milchviehhalter aus der Region Nordfriesland an. Für etwa 30 dieser landwirtschaftlichen Unternehmer führt Frau Möllgaard jährlich eine Vollkostenanalyse durch. Darüber hinaus berät sie Betriebe bei Investitionsentscheidungen.
- (2) Herr Bernard Rülander arbeitet seit 1991 als Betriebsberater beim Beratungsring Drangstedt e.V., dem etwa 100 Milchviehhalter angehören. Schwerpunktmäßig berät er die Landwirte in betriebswirtschaftlichen Fragestellungen und bei Investitionsentscheidungen. Seit 2006 hat er fünf Milchviehhalter bei der Planung einer Biogasanlage betreut.
- (3) Herr Dr. Bernhard Rump leitet die Fachgruppe „Ländliche Entwicklung“ in der Bezirksstelle Oldenburg-Süd der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Weiterhin ist er lokaler Energieberater und hat seit 2004 etwa 10 landwirtschaftliche Unternehmer bei der Investition in eine Biogasanlage begleitet.
- (4) Herr Rainer Kues ist seit 2002 Unternehmensberater bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg-Süd. Schwerpunktmäßig berät er Betriebe bei Investitionsplanungen von Stall- und Biogasanlagen. Seit 2002 hat Herr Kues etwa 50 Landwirte beim Bau einer Biogasanlage beraten. Weiterhin betreut er einen Beratungsring für Schweinemast im Landkreis Cuxhaven.
- (5) Herr Karsten Lacue arbeitet seit 1997 bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Braunschweig. Er ist Energieberater und betreut einen überregionalen Arbeitskreis Biogas, dem 32 Biogasanlagenbetreiber aus ganz Niedersachsen angehören. Während der Investitionsphase hat Herr Lacue mehrere der Beratungsringmitglieder betriebswirtschaftlich und technisch beraten.

Damit sichergestellt ist, dass in der Gruppendiskussion alle wichtigen Fragen und Themen berücksichtigt werden, wurde ein Leitfaden entwickelt (KÜHN und KOSCHEL, 2011: 99-100). Dabei sollte der Leitfaden nicht nur aus Fragen bestehen, sondern zusätzlich die Teilnehmer mit Thesen oder Bildern aktivieren (KÜHN und KOSCHEL, 2011: 112; FLICK, 2000: 135). Zur Vorbereitung wird daher ein Thesenpapier verfasst und den Beratern vorab zugeschickt (vgl. Anhang 5 Thesenpapier). Darin wird zunächst der Forschungsansatz beschrieben und die Zielsetzung des Beraterworkshops dargestellt. Anschließend werden die wesentlichen Schlussfolgerungen zu den zu erwartenden agrarstrukturellen Wirkungen der BiogASFörderung aus den Kapiteln 3 und 4 aufgeführt.

In der Einladung wird darauf hingewiesen, dass die den Schlussfolgerungen zugrundeliegenden Annahmen im Rahmen des Workshops präsentiert und diskutiert werden. Als Stimulus und Leitfaden wird eine Präsentation erstellt, in der dargestellt ist, auf welchen An-

nahmen und Analyseschritten die Schlussfolgerungen basieren. Am Ende jeder Schlussfolgerung wird durch einige Impulsfragen eine Diskussion mit den Teilnehmern angestoßen.

Weil der Moderator die Diskussion inhaltlich und formal steuern muss (FLICK, 2000: 135; KÜHN und KOSCHEL, 2011: 144), wird die Moderatoren Aufgabe auf zwei Personen verteilt. Die formelle Moderation im Beraterworkshop führte Herr Dr. Yelto Zimmer vom Johan Heinrich von Thünen Institut in Braunschweig, der im Rahmen seiner wissenschaftlichen Tätigkeit bereits mehrere Gruppendiskussion durchgeführt und begleitet hat. Er sollte insbesondere darauf achten, dass wichtige Fragen, wie die Verallgemeinerbarkeit und Übertragbarkeit der Fallstudienresultate, vertiefend diskutiert werden. Auf diese Weise kann der verantwortliche Wissenschaftler sich auf inhaltliche Fragen konzentrieren und aktiv an der Diskussion teilnehmen.

Der Beraterworkshop wurde am 10.04.2012 in der Bezirksstelle Oldenburg-Süd der Landwirtschaftskammer Niedersachsen durchgeführt. Die Diskussionsergebnisse wurden in einem Ergebnisprotokoll festgehalten, welches den Teilnehmern im Anschluss an den Workshop mit der Bitte um Ergänzungen zugeschickt wurde (siehe Anhang 6 Protokoll Workshop).

### **5.1.2 Ergebnisse des Beraterworkshops**

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Vorbereitung und Durchführung des Workshops beschrieben wurde, werden nun die wesentlichen Diskussionsergebnisse für die im Themenpapier aufgeführten Fragen wiedergegeben. Dabei werden die Ergebnisse in drei Kernfragen zusammengefasst.

#### **1. Decken sich die getroffenen Annahmen für die Berechnung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit mit den Erfahrungen aus der Beratungspraxis?**

Grundsätzlich decken sich die Annahmen und Ergebnisse der Kalkulationen aus Kapitel 3 mit den Einschätzungen der Berater. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass Hähnchenmastbetriebe in der Region Cloppenburg zwischenzeitlich bei der Abgabe von Hähnchenmist Erlöse in Höhe von 1 bis 2 €/t erzielen. Aus der Ackerbauregion wird berichtet, dass im Frühjahr 2012 Preise in Höhe von 15 €/t gezahlt werden, wobei hiervon etwa 9 bis 11 € auf die Transportkosten entfallen. Dies entspricht den Schlussfolgerungen aus Kapitel 3.3.3, nach denen künftig mit steigenden Preisen von Hähnchenmist zu rechnen ist. Betriebswirtschaftliche Kalkulationen legen die Erwartung nahe, dass Hähnchenmäster aus Veredlungsregionen nur bereit sind ihren Hähnchenmist abzugeben, wenn sie hierfür einen Erlös in Höhe von etwa 30 €/t realisieren. Eine Ursache für die aktuell geringen Preise kann sein, dass die Hähnchenmäster den Wert von Geflügelmisten noch nicht realisiert haben und dieser Markt wenig transparent ist.

Die Berater schätzen, dass aufgrund der Biogaserzeugung die Exportkosten für Wirtschaftsdünger in Veredlungsregionen mittelfristig leicht steigen werden. Hinzu kommt, dass angrenzende Regionen aufgrund der dort errichteten Biogasanlagen weniger Nährstoffe aufnehmen können und so steigende Transportentfernungen in Richtung Hildesheim oder Sachsen-Anhalt notwendig werden können.

Für die Vergärung von Gülle wird bestätigt, dass in der Regel neue Güllelager erforderlich sind (vgl. Kapitel 3.1.1). Ursache ist zum einen, dass die Gülle bisher in vielen Fällen in Güllekellern gelagert wird. Zum anderen werden vorhandene Hochbehälter genehmigungsrechtlich oft nicht als Gärrestlager anerkannt.

Hinsichtlich des Rohstoffeinsatzes gehen die Berater davon aus, dass Silomais auch künftig die mit Abstand wettbewerbsfähigste Kultur darstellen wird. Aufgrund der im Rahmen der EU-Agrarreform diskutierten Greening-Auflagen<sup>1</sup> erwarten sie jedoch eine zunehmende Bedeutung von Zuckerrüben im Rohstoffmix.

Die vorgelegten Wirtschaftlichkeitsberechnungen treffen nach Einschätzung der Berater die Bedingungen des Jahres 2009 und folgende. Ältere Anlagen erzielen aufgrund geringerer Investitionsvolumina jedoch noch deutlich höhere Gewinne.

## **2. Reflektieren die unterstellten Strategien der Biogasanlagenbetreiber alle wesentlichen Entscheidungsparameter der Unternehmer oder sind weitere ggf. auch nicht-monetäre Aspekte zu berücksichtigen?**

Für die Wettbewerbsfähigkeit von Milchviehbetrieben am Flächenmarkt ist im Vergleich zu Biogasanlagenbetreibern zu berücksichtigen, dass Wachstumsschritte in der Milchviehhaltung „träger“ ablaufen. Biogasanlagenbetreiber können die Rohstoffe von zusätzlich gepachteten Flächen in der Regel unmittelbar veredeln. Milchviehhalter müssen die Flächen hingegen mit Vorlauf pachten. Bevor sie neue Stallanlagen bauen und nutzen können, müssen sie erst Lieferrechte erwerben, die Bestände aufbauen und ggf. Arbeitskräfte einstellen. Die Veredlung der Fläche erfolgt somit erst zu einem späteren Zeitpunkt. Hinzu kommt, dass selbst bei aktuell hohen Milchpreisen das Risiko künftig sinkender Preise besteht.

Ein wesentliches Motiv für Milchviehhalter, in Biogasanlagen zu investieren ist der geringe Arbeitszeitbedarf. Oft haben Milchviehhalter erhebliche Probleme, zuverlässige Arbeitskräfte zu finden. Bei einem vergleichbaren Investitionsvolumen steigt der Arbeits-

---

<sup>1</sup> Unter dem Stichwort „Greening“ erwägt die EU-Kommission ab 2014 Direktzahlungen nur noch zu gewähren, wenn auf landwirtschaftlichen Betrieben mindestens drei Kulturen mit jeweils einem Mindestanteil von 5 und einem Maximalanteil von 70 % an der Ackerfläche angebaut werden (EU-KOMMISSION, 2011: Art. 30).



kräftebedarf in der Biogaserzeugung deutlich weniger, sodass das Problem der Personalbeschaffung verringert wird.

Die Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast sind, nach Einschätzung der Berater, der entscheidende Treiber für die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen in Veredlungsregionen. Die Synergieeffekte beeinflussen jedoch ebenfalls das Investitionsverhalten in der Milchviehregion Cuxhaven. Auch hier kombinieren landwirtschaftliche Unternehmer zunehmend Biogasanlagen mit Hähnchenställen und verringern dabei oftmals ihre Milchviehbestände. In Nordfriesland ist dieser Trend hingegen noch nicht zu beobachten. Hier scheiden lediglich Milchviehhalter ohne Hofnachfolger aus der Produktion aus und setzen somit Flächen für den Energiemaianbau frei.

Veredlungsbetriebe nutzen Biogasinvestitionen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit am Flächenmarkt zu erhöhen und in der Tierhaltung landwirtschaftlich wachsen zu können. Hinsichtlich des in Kapitel 4.3.2.6 skizzierten Anstiegs der Wachstumsraten von Veredlungsbetrieben nach einer Biogasinvestition ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Wachstumsraten in der Tierhaltung auch bei landwirtschaftlichen Unternehmern ohne Biogasanlage stark gestiegen sind. Ursache hierfür ist, dass aufgrund von Umweltauflagen die Fixkosten von Investitionen stark gestiegen sind und die Unternehmer versuchen, dies durch Größendegressionen auszugleichen.

Weiterhin ist der Übergang in die gewerbliche Tierhaltung nicht per se als Einkommensnachteil anzusehen, da auf diese Weise kostenpflichtige Flächenpachten aufgegeben und ggf. sogar zusätzliches Einkommen aus der Verpachtung von Eigentumsflächen generiert wird. Allerdings erhöht die Steuerbelastung die Kosten künftiger Wachstumsschritte. Daher ist zu beobachten, dass überwiegend auslaufende Betriebe in die gewerbliche Tierhaltung wechseln.

Für Ackerbauregionen bestätigen die Berater die geringe Strukturwirkung der Biogasförderung. Nach ihrer Wahrnehmung wurden in den Regionen Braunschweig, Uelzen und Hildesheim bisher etwa 80 % der Anlagen als Gemeinschaftsanlagen gebaut. Der Rohstoffbedarf wird dabei in der Regel durch die Kooperationspartner gedeckt.

Anlagenbetreiber in Ackerbauregionen importieren nur vereinzelt Geflügelmiste. Hierbei handelt es sich vor allem um Putenmist, da er wegen seines hohen Strohanteils auch bis zu einem Massenanteil von 30 % eingesetzt werden kann.<sup>2</sup> Auf diese Weise realisieren die Anlagenbetreiber gleichzeitig den Technologiebonus für die Trockenfermentation nach dem EEG 2004 und den Güllebonus nach dem EEG 2009. Die gezahlten Preise liegen je-

---

<sup>2</sup> Hinsichtlich der Schlussfolgerungen zu Hähnchenmist und Hühnertrockenkot bestätigen die Berater eine physiologische Einsatzgrenze von etwa 20 Massenprozent aufgrund der Ammoniakbelastung (vgl. Kapitel 3.1.1).

doch bei maximal 15 €/t (frei Biogasanlage). Damit ist das betriebswirtschaftlich zu erwartende Preisniveau von etwa 45 €/t (frei Biogasanlage) noch nicht annähernd erreicht.

Kombinierte Investitionen in Biogasanlagen mit Stallanlagen beobachtet Herr Lacue in Ackerbauregionen jedoch nur in Ausnahmefällen. Trotz der hohen Wirtschaftlichkeit sprechen aus Sicht der Berater folgende Gründe gegen eine stärkere Dynamik dieser Entwicklung:

- Da die Bevölkerung in Ackerbauregionen keine Erfahrung mit Tierhaltungsanlagen hat, stoßen landwirtschaftliche Unternehmer auf erhebliche Akzeptanzprobleme, wenn sie Mastställe errichten wollen. Bisher ziehen fast sämtliche derartige Bauvorhaben Bürgerinitiativen nach sich. Dabei werden auch die Familienangehörigen des landwirtschaftlichen Unternehmers in ihrem sozialen Umfeld erheblichem Druck ausgesetzt.
- Die im Frühjahr 2012 zu beobachtenden hohen Getreidepreise machen den Ackerbau sehr attraktiv und ermöglichen den landwirtschaftlichen Unternehmern auch ohne zusätzliche Investitionen und zusätzlichen Arbeitsinput hohe Einkommen zu erwirtschaften.
- Unternehmer mit größeren Ackerbaubetrieben haben bereits heute Probleme, qualifizierte Arbeitskräfte zu rekrutieren. Diese Problematik würde durch den Bau einer Biogasanlage verstärkt.
- Vielfach empfinden landwirtschaftliche Unternehmer aus traditionellen Ackerbauregionen die mit Biogas- und Stallanlagen verbundenen Routinearbeiten und Geruchsemissionen als Belastung und sind nicht bereit, diese auf sich zu nehmen.

### **3. Was spricht für oder gegen die Übertragbarkeit der Fallstudienresultate aus den betrachteten Regionen auf andere, ähnlich strukturierte Regionen?**

Grundsätzlich gehen die Berater davon aus, dass die abgeleiteten Ergebnisse aus den Fallstudien die Entwicklung in ihren Regionen treffend wiedergeben. Aus der Milchviehregion Cuxhaven wird jedoch berichtet, dass – anders als in den Fallstudien analysiert – vereinzelt auch zuvor erfolgreiche Milchviehhalter aus der Milchproduktion komplett ausgestiegen sind und sich stattdessen auf die Biogaserzeugung verlagert haben. Ursache für derartige Betriebsumstellungen waren vor allem die niedrigen Milchpreise. Hinzu kam, dass durch den Verkauf der Quotenrechte noch vergleichsweise hohe Erlöse zu erzielen waren. Die Berater gehen, wie im Rahmen dieser Arbeit bereits erläutert, ebenfalls davon aus, dass die Fallstudienresultate ausschließlich auf norddeutsche Milchviehregionen übertragbar sind. In Ost- und Süddeutschland könnten aufgrund erheblicher struktureller Unterschiede andere Entwicklungen zu beobachten sein.

Die Fallstudienresultate für die Veredlungsregion können nach Einschätzung der Berater ebenfalls auf die gesamte Untersuchungsregion Vechta/Cloppenburg übertragen werden. Grundsätzlich ähnlich von der Veredlung dominierte Regionen sind darüber hinaus das

Münsterland sowie die Region Hohenlohe in Süddeutschland. Während die Berater für das Münsterland ähnliche Strukturwirkungen erwarten, kennen sie die Region Hohenlohe zu wenig, um eine Aussage zur Übertragbarkeit der Ergebnisse treffen zu können.

Für die Ackerbauregion schätzen die Berater, dass die Ergebnisse aus den Fallstudien auf 80 % der dortigen Biogasanlagen zutreffen. Somit scheinen auch hier die Fallstudienenergebnisse auf große Bereiche übertragbar zu sein. Weiterhin können die Ergebnisse nach Einschätzung der Berater mit großer Wahrscheinlichkeit auf vergleichbar strukturierte Regionen in Westdeutschland übertragen werden. In Ostdeutschland erwarten sie jedoch andere agrarstrukturelle Folgen.

Insgesamt konnte mit dem Workshop die Validität der zuvor präsentierten Ergebnisse erhöht werden, da die Berater den Annahmen für die Modelkalkulationen im Wesentlichen zugestimmt haben. Mit Ausnahme einiger Ergänzungen wurde auch den aus den Fallstudien abgeleiteten Schlussfolgerungen zugestimmt.

## 5.2 Inhaltliche Schlussfolgerungen

Der entwickelte Ansatz kombiniert betriebswirtschaftliche Analysen typischer Biogasanlagen und landwirtschaftlicher Betriebe mit Fallstudien. In der Anwendung am Beispiel des EEG 2009 hat sich gezeigt, dass damit künftige Agrarstrukturwirkungen abgeschätzt werden können.

Zunächst wird deutlich, dass unter den Bedingungen des EEG 2009 in allen Regionen vornehmlich Anlagen im Bereich von 200 bis 500 kW mit einem Gülleanteil von etwa 35 % gebaut werden und auch zukünftig zu erwarten wären. Allerdings sind unter den Bedingungen des EEG 2009 regional unterschiedliche Wachstumsraten zu erwarten.

Wenn das EEG 2009 unverändert weiter fortbestehen würde, wäre damit zu rechnen, dass sich die Biogaserzeugung zunächst sehr schnell in Milchviehregionen ausdehnen würde. Insbesondere, weil hier anfangs die höchsten Renditen und Unternehmervorgewinne erzielt würden. Weiterhin ist in Veredlungsregionen mit hohen Wachstumsraten zu rechnen, da hier aufgrund der Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast ähnlich hohe Renditen zu erwirtschaften sind. In Ackerbauregionen führen das geringe regionale Wirtschaftsdüngeraufkommen und die damit verbundenen Transportkosten für Wirtschaftsdünger hingegen zu deutlich geringeren Renditen. Daher ist hier mit weniger Neuanlagen zu rechnen.

Darüber hinaus wurden jedoch kritische Parameter identifiziert, die in Zukunft die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen in den unterschiedlichen Regionen erhöhen bzw. verringern können:

- In der Milchviehregion sind weniger Ackerflächen verfügbar als in den anderen Regionen. Bei weiterhin hohen Zuwachsraten in der Biogaserzeugung und/oder Milchviehhaltung werden sich Ackerflächen, die nicht für die Produktion von Silomais bzw. Gärsubstraten benötigt werden, verknappen. In einem solchen Szenario müssen Betreiber zusätzlicher Biogasanlagen aktive Milchviehhalter von der Fläche verdrängen. Dann sind für die Ackerflächen nicht mehr die Nutzungskosten aus dem Ackerbau, sondern aus der Milchviehhaltung anzusetzen. In der Folge sinkt die Rentabilität der Biogaserzeugung erheblich.
- In Ackerbauregionen steigt die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung beträchtlich, wenn Biogasanlagen mit Investitionen in die Tierhaltung kombiniert werden. Dies erfordert jedoch sehr komplexe und weitreichende Anpassungsmaßnahmen der Unternehmen. Gesellschaftliche Akzeptanzprobleme und persönliche Präferenzen der landwirtschaftlichen Unternehmer scheinen derartige Entwicklungen jedoch auch langfristig zu hemmen.
- In Veredlungsregionen sind hingegen auch bei einem anhaltenden Zubau keine wesentlichen Veränderungen der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen zu erwarten. Es ist lediglich davon auszugehen, dass aufgrund zunehmenden Nährstoffanfalls die Kosten für den Export der Gärreste moderat steigen und in der Folge die Wirtschaftlichkeit der Anlagen etwas sinkt. Allerdings würden in einer 200 kW-Biogasanlage selbst bei einer Verdopplung der durchschnittlichen Transportentfernung für Gärreste, bei dem in dieser Arbeit unterstellten Preisszenario, noch Renditen in der Größenordnung von 12 % erwirtschaftet.

Der entwickelte Ansatz erlaubt es, regionsspezifische Strukturwirkungen des EEG 2009 detaillierter zu erfassen und ergänzt damit, gegenüber den bisherigen Analysen mit Hilfe von RAUMIS, das agrarökonomische Verständnis mit Blick auf Strukturwirkungen. Es wird deutlich, dass und warum insbesondere in Milchviehregionen die Biogaserzeugung unter den Bedingungen des EEG 2009 sehr wettbewerbsstark ist.

Ähnliches gilt auch für Veredlungsregionen. Während die bisherigen Modellierungsergebnisse hier keine überdurchschnittliche Investitionsbereitschaft in Biogasanlagen erwarten lassen, wird mit dem entwickelten Ansatz deutlich, dass die Biogaserzeugung aufgrund von Synergieeffekten mit der Hähnchenmast auch langfristig sehr wirtschaftlich ist. Hinzu kommt, dass landwirtschaftliche Unternehmer die Biogaserzeugung nutzen, um die Wettbewerbsfähigkeit am Pachtmarkt zu erhöhen und in der Tierhaltung weiter landwirtschaftlich wachsen zu können. Daher liefern die detaillierten Ergebnisse des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Ansatzes Hinweise darauf, dass die bisherigen Arbeiten mit Agrarsektormodellen weiterentwickelt werden müssen, wenn sie belastbare Ergebnisse im Hinblick auf die Strukturwirkungen des EEG liefern sollen.

In vielen Ackerbauregionen sind infolge der hohen Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus nach den Modellierungsergebnissen eher überdurchschnittlich hohe Ener-

giemaisanteile zu erwarten. Im Rahmen dieser Arbeit wurde jedoch gezeigt, dass landwirtschaftliche Unternehmer in diesen Regionen mit der Biogaserzeugung nur hohe Renditen erwirtschaften können, wenn sie Biogasanlagen in Kombination mit Tierhaltungsanlagen errichten. Aufgrund der geringen gesellschaftlichen Akzeptanz und persönlicher Präferenzen der Betriebsleiter ist eine derartige Entwicklung in diesen Regionen aber nicht zu erwarten. Somit ist es unter den Bedingungen des EEG 2009 in diesen Regionen auch langfristig eher von einer unterdurchschnittlichen Bedeutung der Biogaserzeugung auszugehen. Für bestehende Agrarsektormodelle ist somit zu prüfen, wie derartige nicht monetäre Effekte berücksichtigt werden können, um die Strukturwirkungen realistischer zu erfassen.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass durch das EEG 2009 eine attraktive Einkommensalternative für landwirtschaftliche Unternehmer entstanden ist. Die damit einhergehenden Investitionen ziehen allerdings tiefgreifende Umstrukturierungsprozesse auf den landwirtschaftlichen Betrieben nach sich.

Politikmaßnahmen betreffen jedoch nicht nur landwirtschaftliche Betriebe, sondern die Wirtschaftlichkeit ganzer Wertschöpfungsketten, die ihrerseits im internationalen Wettbewerb stehen. Somit ist bei Politikeingriffen zu berücksichtigen, wie sie Kosten in Wertschöpfungsketten und damit deren internationale Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen (WBA, 2010: 10). Daher wird nachfolgend abgeleitet, ob sich die aus einzelbetrieblicher Sicht vorteilhaften Einkommenseffekte des EEG 2009 positiv oder negativ auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Wertschöpfungsketten auswirken.

- (1) In der Wertschöpfungskette „**Geflügel**“ wirken sich die einzelbetrieblichen Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast positiv auf den gesamten Sektor aus. Ursache ist, dass deutsche Hähnchenmäster aufgrund der Synergieeffekte Produktionskostennachteile oder Preisrückgänge von 4 ct/kg Lebendmasse oder etwa 40 % der typischen direktkostenfreien Leistungen ausgleichen können. Es stellt sich aber die Frage, ob diese erhebliche Wettbewerbsverzerrung nicht zu handelspolitischen Konflikten führt.
- (2) In der Wertschöpfungskette „**Schwein**“ führen indirekte Strukturwirkungen, wie der steigende Nährstoffanfall und die damit verbundenen Exportkosten, tendenziell ebenfalls zu einer Verringerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit. Wenn es aufgrund des EEG 2009 jedoch dazu kommt, dass in Ackerbauregionen in die Schweinehaltung investiert wird, könnte aufgrund der damit verbundenen indirekten Synergieeffekte auch der Sektor „Schweinefleisch“ von den einzelbetrieblichen Einkommensvorteilen profitieren. Da dieser interregionale Strukturwandel aufgrund der geringen gesellschaftlichen Akzeptanz der Veredlung in Ackerbauregionen sowie der persönlichen Präferenzen landwirtschaftlicher Unternehmer in Ackerbauregionen nicht zu erwarten ist, überwiegen vermutlich die negativen Effekte für den Sektor „Schweinefleisch“.

- (3) In der Wertschöpfungskette „**Milch**“ sind aufgrund der steigenden Flächennachfrage in Verbindung mit hohen Grundrenten in der Biogaserzeugung als indirekte Strukturwirkung steigende Flächen- und somit Grundfutterkosten für einen Großteil der Milchviehhalter zu erwarten; Grundfutterkosten machen auf typischen deutschen Milchviehbetrieben ca. 50 % der Direktkosten aus. Solange in anderen europäischen Ländern keine vergleichbaren Förderbedingungen für Biogas existieren – und damit keine entsprechenden Kostensteigerungen zu erwarten sind –, verringert dies die internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Milchsektors. Hinzu kommt, dass Milchviehhalter, die in Biogasanlagen investieren, zuvor geplante Wachstumsschritte in der Milchviehhaltung nicht mehr realisieren. Somit werden mögliche Kostensenkungspotenziale aufgrund von Skaleneffekten nicht erreicht, was die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Sektors weiter verringert.
- (4) Aufgrund der geringen Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen in Ackerbauregionen sind bisher kaum Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Wertschöpfungsketten „**Getreide**“ und „**Ölsaaten**“ zu erwarten. Würden jedoch die gesellschaftlichen Akzeptanzprobleme gelöst werden und es künftig zu einem starken Anlagenzubaue kommen, hätte dies negative Folgen für die vor- und nachgelagerten Stufen dieser Wertschöpfungskette. Ursache ist, dass vorhandene Erfassungs- und Verarbeitungskapazitäten nicht mehr ausgelastet wären und es nach einem Abbau von entsprechenden Kapazitäten aufgrund zunehmender Erfassungs- und Lieferentfernungen zu steigenden Kosten auf diesen Stufen käme.

### 5.3 Methodische Schlussfolgerungen

Nachdem zuvor inhaltliche Schlussfolgerungen zu den durchgeführten Analysen gezogen wurden, wird nachfolgend dargelegt, welche Chancen und Probleme mit dem entwickelten Ansatz verbunden sind bzw. sein können. Darüber hinaus werden Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung des Ansatzes aufgezeigt.

Insgesamt hat sich der im Rahmen dieser Arbeit erprobte Ansatz betriebswirtschaftlicher Kalkulationen in Kombination mit Fallstudien als ein sehr geeignetes Mittel erwiesen, um Strukturwirkungen des EEG 2009 zu prognostizieren. Daher erscheint es naheliegend, ihn auch für die Analyse von Strukturwirkungen künftiger EEG-Optionen einzusetzen. Die im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Kalkulationen abgeleiteten Strukturwirkungen waren darüber hinaus eine Voraussetzung, um den Interviewleitfaden für die Fallstudien zu entwickeln.

Durch die detaillierten und auf wenige Gemeinden ausgerichteten Kalkulationen können Aggregationsfehler, die bei höher aggregierten Agrarsektormodellen auftreten, vermieden werden. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Landkreises Cuxhaven. Eine Analyse der Kreisdaten zum bisherigen Maisanbau ergibt lediglich einen Anteil an der Acker-

fläche von 30 %, sodass nach diesen Daten keine wesentlichen unmittelbaren Nutzungskonkurrenzen zwischen der Biogaserzeugung und der Milchviehhaltung zu erwarten sind. Eine kleinräumigere Analyse einiger Gemeinden führt hingegen zu dem Ergebnis, dass in einem Teil des Landkreises bereits auf mehr als 60 % der Ackerfläche Silomais angebaut wird (vgl. Kapitel 3.2.1). Bei einer gleichzeitig hohen Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung ist in diesen Regionen daher von einer unmittelbaren Flächenkonkurrenz um Substratflächen auszugehen.

Weiterhin kann mithilfe der durchgeführten Kalkulationen vergleichsweise einfach festgestellt werden, wie die Biogasförderung die Wirtschaftlichkeit anderer Betriebszweige beeinflusst. So zeigt sich am Beispiel der Hähnchenmast, dass die Unternehmergewinne um bis zu 60 % steigen, wenn der Wert des Hähnchenmistes aus der Biogaserzeugung berücksichtigt wird (vgl. Kapitel 3.3.3). Das heißt: Nur bei einer regionsspezifischen Analyse lässt sich das volle betriebswirtschaftliche Potenzial der Biogasproduktion erfassen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung sowie mögliche Synergie- und Konkurrenzbeziehungen mithilfe von Betriebszweigauswertungen bestehender typischer Betriebe analysiert. In den Fallstudien wurde jedoch deutlich, dass tierhaltende Betriebe sehr dynamisch wachsen. Daher sollten bei der Analyse von Strukturwirkungen politischer Eingriffe künftig nicht allein bestehender Betriebe, sondern verstärkt betriebliche Wachstumsprozesse berücksichtigt werden.

Für die Schnittstellen zwischen dem Betriebszweig „Biogas“ und den Betriebszweigen „Hähnchen- bzw. Schweinemast“ wurden diverse Annahmen getroffen. Beispielsweise wurde unterstellt, dass keine zusätzlichen Kostenvorteile auf Seiten der Hähnchenmast durch die Nutzung der Biogaswärme generiert werden. Wenn in künftigen Kalkulationen Veränderungen auf gesamtbetrieblicher Ebene berücksichtigt werden, könnten noch detailliertere Ergebnisse erzielt werden.

Als wesentliche Vorteile für die wissenschaftliche Politikberatung haben sich bei der Erhebung von Fallstudien folgende Eigenschaften gezeigt:

- (1) **Kurze Reaktionszeit:** Im Gegensatz zu statistisch repräsentativen Methoden, die in der Regel auf Daten der amtlichen Statistik zurückgreifen, ist die Methode nicht an statistische Erhebungsintervalle gebunden.
- (2) **Zugang zu nicht-beobachtbaren Informationen:** In der Agrarstatistik fehlende Informationen, wie zukünftige Entwicklungsabsichten, können vergleichsweise einfach erhoben werden. Hierzu zählen beispielsweise auch Informationen darüber, woher die Zukaufsubstrate stammen und welche Betriebe vorher die im Rahmen der Biogaserzeugung zugepachteten Flächen bewirtschaftet haben.

- (3) **Aufdeckung kausaler, komplexer Zusammenhänge:** Die persönlichen Gespräche und der offene Charakter eines Interviewleitfadens ermöglichen es, zuvor unbekannte komplexe betriebliche und regionale Zusammenhänge aufzudecken und zu erfassen.

Auch auf die Frage, welche nicht in den Kalkulationen enthaltenen Faktoren die Investitionsentscheidungen landwirtschaftlicher Unternehmer beeinflussen, können mithilfe der durchgeführten Fallstudien Antworten gefunden werden. Hierzu zählen z. B. Probleme bei der Rekrutierung qualifizierter Arbeitskräfte oder die gesellschaftliche Akzeptanz der Investitionen in Tierhaltungssysteme.

Die zweistufige Datenerhebung, in der zunächst Berater und anschließend die landwirtschaftlichen Unternehmer befragt wurde, hat sich als zielführend erwiesen. Die Berater haben zu einigen wichtigen Fragen allerdings wenig differenzierte Antworten geben können. Hierzu zählt beispielsweise die Frage, warum die Unternehmer in die Biogaserzeugung investiert haben. Mit den Beratern konnten hingegen die Angaben der landwirtschaftlichen Unternehmer zur künftigen Betriebsentwicklung noch einmal geprüft werden. Außerdem verfügten die Berater über einen größeren regionalen Überblick und konnten somit bessere Auskünfte zu den zwischenbetrieblichen Austauschbeziehungen und der regionalen Nährstoffsituation machen. Somit ist dieses Vorgehen auch für künftige Erhebungen dieser Art zu empfehlen.

Obwohl nur wenige Fälle in den Regionen betrachtet werden, sind wichtige Entscheidungsmuster zu erkennen. Dennoch ist offen, ob die beobachteten Wirkungen die wesentlichen Entwicklungen in den Regionen widerspiegeln oder ggf. weitere nicht in den Fallstudien beobachtete Effekte maßgeblich sind. Im Beraterworkshop wurde beispielsweise deutlich, dass auch zuvor erfolgreiche Milchviehhalter in die Biogaserzeugung investiert haben und aus der Milchviehhaltung ausgestiegen sind. Dieser Effekt wurde in den Fallstudien jedoch nicht deutlich. Daher ist zu prüfen, ob regionale Beraterworkshops künftig integraler Bestandteil des entwickelten Ansatzes werden könnten. Wenn künftig mehr Informationen zum Biogasanlagenbestand in der Agrarstrukturerhebung erfasst werden sollten, könnte ein weiterer Ansatz darin bestehen, die Fallstudien so auszuwählen, dass sie die Grundgesamtheit möglichst gut abbilden.

Die Frage, inwiefern die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Regionen gewährleistet ist, wird im Rahmen dieser Arbeit lediglich anhand von Indizien beantwortet. Dies scheint möglich, solange wesentliche agrarstrukturelle Kennzahlen, wie Betriebsgröße, Grünlandanteil und Milchviehdichte, übereinstimmen. Ursache für diese Annahme ist, dass mit den beiden Fallstudien in Cuxhaven und Nordfriesland ähnliche Ergebnisse erzielt wurden. Auch im Beraterworkshop wurde von einer Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ähnliche strukturierte Regionen ausgegangen. Es ist aber zu berücksichtigen, dass einige Berater in den vorherigen Analysen eingebunden waren und somit der Untersuchung grundsätzlich wohlwollend gegenüberstanden. Weiterhin konnten die Berater die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Regionen nur bedingt einschätzen, weil ihnen In-



formationen und Kenntnisse über Regionen außerhalb Niedersachsens fehlten. Daher ist zu überlegen, ob die Übertragbarkeit der Ergebnisse künftig nicht in einem weiteren Workshop mit Beratern aus anderen Regionen überprüft wird. Auch hier gilt, dass die Übertragbarkeit der Fallstudienresultate auf andere Regionen statistisch überprüft werden könnte, wenn künftig mehr Informationen zum Biogasanlagenbestand und den damit verbunden landwirtschaftlichen Betrieben in der Agrarstrukturerhebung erfasst werden. Zudem könnte dann in Hochrechnungen untersucht werden, welcher Anteil der landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland in den Fallstudien repräsentiert wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Landwirte mit der Investitionsentscheidung unter den Bedingungen des EEG 2009 konfrontiert. Konkrete alternative Politikoptionen lagen zum Zeitpunkt der Arbeit nicht vor. Wenn der Ansatz jedoch für eine künftige Weiterentwicklung des EEG angewendet werden soll, können die Landwirte mit den Kalkulationsergebnissen für unterschiedliche EEG-Optionen konfrontiert und auf dieser Grundlage betriebliche Entwicklungsstrategien und Investitionen in Biogas analysiert werden.



## 6 Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2000 fördert die deutsche Politik die Stromerzeugung aus Biogas über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Darauf haben die landwirtschaftlichen Unternehmer reagiert und in erheblichem Umfang in die Biogaserzeugung investiert. Bis Ende 2011 wurden insgesamt 7.000 Anlagen mit einer Kapazität von 2.700 MW elektrischer Leistung errichtet; die dafür benötigten landwirtschaftlichen Rohstoffe werden auf ca. 8 % der deutschen Ackerfläche angebaut. Die Entwicklung des Anlagenbestandes hat sich dabei im Zeitverlauf an die jeweiligen Förderkonditionen angepasst.

Während bis zur ersten EEG-Novelle im Jahr 2004 überwiegend Gülle und Reststoffe aus der Lebensmittelverarbeitung eingesetzt wurden, wird seit der Einführung des Bonus für nachwachsende Rohstoffe im EEG 2004 die Energie überwiegend aus Maissilage gewonnen. Mit dem EEG 2009 wurden die Förderkonditionen insgesamt nochmals verbessert. Weiterhin wurde versucht über den Güllebonus die Vergärung von Gülle zu fördern.

Trotz deutschlandweit einheitlicher Förderbedingungen streut die Biogaserzeugung räumlich jedoch sehr stark. Während in den klassischen Ackerbauregionen in der Mitte Deutschlands von Ost nach West die installierte elektrische Leistung an der Ackerfläche überwiegend im Bereich von 4 bis 8 kW/100 ha AF liegt, ist in den tierhaltungsgeprägten Regionen im Nordwesten sowie Süden Deutschlands die Anlagendichte bis zu zehnmal höher. Dies spiegelt sich auch in den Energiemaisanteilen wider, die in den genannten Ackerbauregionen überwiegend bei 4 bis 8 % der AF liegen, in den tierhaltungsgeprägten Regionen im Nordwesten und Süden jedoch bis über 20 % reichen.

Vor diesem Hintergrund ist die Politik mit Blick auf die Weiterentwicklung des EEG darauf angewiesen, Informationen zu den Strukturwirkungen unterschiedlicher EEG-Optionen zu erhalten. Hierfür ist es entscheidend zu wissen, a) was die entscheidenden Treiber für landwirtschaftliche Unternehmer sind in Biogas zu investieren, b) welche betrieblichen Umstrukturierungen diese Investitionen nach sich ziehen und c) welche Konsequenzen sich daraus für die internationale Wettbewerbsfähigkeit einzelner Wertschöpfungsketten ergeben.

Für ex ante Analysen der landwirtschaftlichen Flächennutzung der Biogasförderung wird in der wissenschaftlichen Politikberatung überwiegend das Agrarsektormodell RAUMIS eingesetzt. Im Vergleich zur bisherigen Entwicklung lassen die Modellergebnisse zum künftigen Energiemaisanbau langfristig teilweise andere Schwerpunktregionen für die Biogaserzeugung erwarten. Die Ergebnisse der Modellierung der Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus weisen deutlich höhere Energiemaisanteile in Ackerbauregionen aus. Die bisher im überregionalen Vergleich zu beobachtenden Schwerpunktregionen im Norden und Nordwesten Deutschlands haben nach den Modellierungsergebnissen langfristig hingegen keine überdurchschnittliche Bedeutung.

Das Modell bildet als Angebotsmodell lediglich die regionale Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus gegenüber anderen pflanzlichen Produktionsverfahren ab. Daher müssen Investitionen in die Biogaserzeugung mit anderen Modellen abgeschätzt werden. Erste Versuche durch die Kopplung mit dem Modell ReSI-M ergeben jedoch ebenfalls keine vollständige Abbildung der Nachfrage nach Energiemaissubstrat. Ursache ist, dass in ReSI-M nur wenige ausgewählte Faktoren berücksichtigt werden, die das Investitionsverhalten landwirtschaftlicher Unternehmer beeinflussen.

Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Arbeit ein betriebswirtschaftlich fundierter Ansatz entwickelt, der es ermöglicht, für ausgewählte Regionstypen a) wichtige Treiber für Investitionen in die Biogaserzeugung zu identifizieren b) die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung zu analysieren und c) daraus regional differenzierte direkte und indirekte Strukturwirkungen abzuleiten. Auf dieser Grundlage können Schlussfolgerungen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit einzelner Wertschöpfungsketten gezogen werden. Der entwickelte Ansatz wird am Beispiel des EEG 2009 erprobt.

Der Ansatz basiert zum einen auf Modellkalkulationen unterschiedlicher Biogasanlagenkonstellationen und typischer landwirtschaftlicher Betriebe. Eine kleinräumige Berücksichtigung sämtlicher Standortbedingungen in Deutschland kann mit einem derartigen Ansatz jedoch nicht geleistet werden. Daher werden als Regionstypen eine Milchvieh-, Veredlungs- und Ackerbauregion ausgewählt, von denen anzunehmen ist, dass der Betriebszweig „Biogas“ unter sehr unterschiedlichen betrieblichen und regionalen Bedingungen etabliert werden muss.

Hierfür werden in Niedersachsen als Grünlandregion mit hoher Milchviehdichte der Landkreis Cuxhaven, als Veredlungsregion mit hoher Viehdichte der Landkreis Cloppenburg und als Ackerbauregion mit geringer Viehdichte der Landkreis Hildesheim ausgewählt. Die Auswahl der Regionen beschränkt sich auf Niedersachsen, da hier a) die installierte elektrische Leistung bisher am höchsten ist, b) die genannten Produktionsregionen regional differenziert vorliegen und c) die einzelnen Produktionsregionen relativ nahe beieinander liegen und somit Fragen des interregionalen Austausches (z. B. Gülle oder Gärsubstrat) sinnvoll analysiert werden können.

Bevor die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung kalkuliert und daraus theoretisch zu erwartende Agrarstrukturwirkungen abgeleitet werden können, ist es erforderlich, die unter den Bedingungen des EEG 2009 relevanten Anlagentypen auszuwählen. Hierfür wird die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität unterschiedlicher Anlagengrößen und Gülleanteile analysiert. Dabei zeigen sich folgende Ergebnisse:

- Aufgrund mangelnder Größendegression und den damit verbundenen hohen Kapitalkosten sind Anlagen unter 100 kW-Leistung in der Regel nicht wirtschaftlich zu betreiben.

- Unter den Anlagen zur Direktverstromung werden die höchsten Renditen bei einer elektrischen Leistung von 200 kW bis 500 kW und einem Gülleanteil von 35 % Gülle erwirtschaftet. Die absolut höchsten Renditen werden in 200 kW-Anlagen erreicht. Weiterhin sind bei dieser Anlagengröße auch die Arbeitsentlohnung und die maximale Zahlungsbereitschaft für Rohstoffe am höchsten.
- Anlagen mit Biogasaufbereitung und -einspeisung erwirtschaften geringere Renditen und Zahlungsbereitschaften für Rohstoffe als in 200 kW-Anlagen, wenn das Methan direkt vermarktet wird. Wird das Biomethan hingegen in wärmegeführten, dezentralen 500 kW-BHKW verstromt, können ähnliche Renditen und Zahlungsbereitschaften für Rohstoffe erreicht werden wie mit der 200 kW-Anlage. Aufgrund geringer Erdgaspreise ist es bisher jedoch wirtschaftlicher, Erdgas in wärmegeführten BHKW zu verstromen und eine Vergütung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz zu erzielen, sodass dieser Anlagentyp im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter analysiert wird.
- Auch bei Variation wesentlicher Standortparameter, wie Rohstoffkosten und Entsorgungskosten für Gärreste, ändert sich die Vorzüglichkeit der Anlagentypen nicht.

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse wird eine 200 kW-Anlage mit einem Gülleanteil von zunächst 35 % für die Kalkulation der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit ausgewählt. Für die Analyse der regionsspezifischen Wettbewerbsfähigkeit werden jedoch die Gülleanteile und der Rohstoffmix in Abhängigkeit der regionalen und betrieblichen Voraussetzungen angepasst.

Allerdings ist offen, ob die in den Kalkulationen unterstellten Anpassungsmaßnahmen auch tatsächlich von landwirtschaftlichen Unternehmern umgesetzt werden oder ob weitere Faktoren mögliche Anpassungsstrategien beeinflussen. Weiterhin können wesentliche Strukturwirkungen grundsätzlich nicht kalkulatorisch ermittelt werden. Hierzu gehört zum Beispiel die Frage, inwiefern landwirtschaftliche Unternehmer ihre betrieblichen Wachstumsabsichten vor dem Hintergrund des EEG verändern. Daher werden in den zuvor ausgewählten Regionen zusätzlich Fallstudien von Betrieben erhoben, die tatsächlich in die Biogaserzeugung investiert haben.

Nachfolgend werden die wesentlichen Erkenntnisse hinsichtlich der künftig zu erwartenden Strukturwirkungen des EEG 2009 wiedergegeben. Die Ergebnisse wurden durch ortskundige Berater in einem Workshop bestätigt.

- Wenn das EEG 2009 unverändert fortbesteht, ist damit zu rechnen, dass sich die Biogaserzeugung zunächst sehr schnell in Milchviehregionen ausdehnen wird, da hier anfangs die höchsten Renditen und Unternehmerrgewinne erzielt werden. Dabei werden Anlagenbetreiber den Energiemais überwiegend von anderen Milchviehhaltern zukaufen, die bisher Getreide auf diesen Flächen angebaut haben.
- Weiterhin ist in Veredlungsregionen mit hohen Wachstumsraten zu rechnen. Ursache hierfür ist, dass aufgrund von Synergieeffekten zwischen der Biogaserzeugung und

der Hähnchenmast trotz vorhandener und durch die Biogasproduktion zunehmender Nährstoffüberschüsse ähnlich hohe Renditen zu erwirtschaften sind. Hinzu kommt, dass landwirtschaftliche Unternehmer in Veredlungsregionen strategisch Biogasanlagen nutzen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit am Flächenmarkt zu erhöhen und in der Tierhaltung weiter landwirtschaftlich wachsen zu können.

- Aufgrund des geringen Wirtschaftsdüngeraufkommens fallen hier Transportkosten für Wirtschaftsdünger an, sodass die Rendite der Biogasanlagen deutlich geringer ist als in Milchvieh- oder Veredlungsregionen. Daher ist hier von einem wesentlich geringeren Anlagenzubau auszugehen. Anders als in der Milchvieh- oder Veredlungsregion entstehen durch Biogasanlagen jedoch keine unmittelbaren Flächenkonkurrenzen zwischen der Biogaserzeugung und der Tierhaltung.
- Die Berater haben sich der Einschätzung angeschlossen, dass die Resultate der vorliegenden Untersuchungen grundsätzlich auf ähnlich strukturierte Regionen übertragbar sind, wobei auf Grenzen der eigenen Urteilsfähigkeit hingewiesen wurde.

Weiterhin werden kritische Parameter identifiziert, die in Zukunft die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen in den Regionen verändern können:

- In der Milchviehregion sind weniger Ackerflächen verfügbar als in den anderen Regionen. Bei weiterhin hohen Zuwachsraten in der Biogaserzeugung und/oder Milchviehhaltung werden sich Ackerflächen, die nicht für die Produktion von Silomais bzw. Gärsubstraten benötigt werden, verknappen. In einem solchen Szenario müssen Anlagenbetreiber zusätzlicher Biogasanlagen aktive Milchviehhalter von der Fläche verdrängen. Dann sind für die Ackerflächen nicht mehr die Nutzungskosten aus dem Ackerbau, sondern aus der Milchviehhaltung anzusetzen. In der Folge sinkt die Rentabilität der Biogaserzeugung erheblich, sodass davon auszugehen ist, dass sich dann die Wachstumsraten der Biogaserzeugung in der Milchviehregion verringern werden.
- In der Ackerbauregion könnte mit der Biogaserzeugung eine höhere Rendite als in den übrigen Regionen erwirtschaftet werden, wenn Biogasanlagen mit Tierhaltungsanlagen kombiniert werden. Die geringe gesellschaftliche Akzeptanz gegenüber Tierhaltungsanlagen sowie die persönliche Präferenzen der Betriebsleiter lassen derartige Investitionen in Ackerbauregionen jedoch nur sehr begrenzt erwarten.
- In Veredlungsregionen sind hingegen auch bei einem anhaltenden Zubau keine wesentlichen Veränderungen der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen zu erwarten. Es ist lediglich davon auszugehen, dass aufgrund des zunehmenden Nährstoffanfalls die Kosten für den Export der Gärreste moderat steigen und in der Folge die Wirtschaftlichkeit der Anlagen leicht sinkt.

Anschließend wird abgeleitet, inwiefern sich die erarbeiteten Strukturwirkungen des EEG 2009 auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit einzelner Wertschöpfungsketten auswirken.

- In der Wertschöpfungskette „Geflügel“ wirken sich die einzelbetrieblichen Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast positiv auf den gesamten Sektor aus. Ursache ist, dass deutsche Hähnchenmäster aufgrund der Synergieeffekte Produktionskostennachteile von etwa 40 % der direktkostenfreien Leistungen ausgleichen können.
- Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Wertschöpfungskette „Schwein“ verringert sich hingegen. Ursache ist, dass die steigenden Exportkosten für Nährstoffe die Produktionskosten erhöhen.
- In der Wertschöpfungskette „Milch“ ist ebenfalls mit einer Verringerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zu rechnen. Ursache ist, dass aufgrund der steigenden Flächennachfrage in Verbindung mit den hohen Grundrenten in der Biogaserzeugung die Flächen und damit die Futterkosten steigen. Hinzu kommt, dass Milchviehhalter, die in Biogasanlagen investieren, zuvor geplante Wachstumsschritte in der Milchviehhaltung nicht tätigen. Damit realisieren sie mögliche Kostensenkungspotenziale aufgrund von Größendegressionen nicht.

Im Gegensatz zu den bisherigen Modellierungsergebnissen zum künftigen Energiemaisanbau erlaubt der entwickelte Ansatz regionale Entwicklungsunterschiede zu verstehen. Es werden sowohl kurzfristige Anpassungsreaktionen als auch die langfristig kritischen Parameter für die regionsspezifische Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung identifiziert. Mit Blick auf die Weiterentwicklung der agrarökonomischen Forschung stellt sich die Frage, wie die Resultate aus derartigen betriebswirtschaftlichen Ansätzen in Agrarsektormodellen integriert werden können.

Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Ansatz, betriebswirtschaftliche Kalkulationen mit Fallstudien zu kombinieren, hat sich grundsätzlich als geeignetes Instrument erwiesen, um Strukturwirkungen komplexer politischer Interventionen wie der Biogasförderung zu untersuchen. Da Wechselwirkungen mit strukturellen und natürlichen Rahmenbedingungen auf regionaler und betrieblicher Ebene berücksichtigt werden, ist es möglich, die Strukturwirkungen räumlich differenziert zu erfassen. Dabei können auch mit massenstatistischen Verfahren in der Regel nicht zu erfassende Informationen berücksichtigt werden. Hierzu zählt beispielsweise, wie sich Wachstumsstrategien landwirtschaftlicher Unternehmer aufgrund politischer Eingriffe künftig verändern. Daher scheint es naheliegend, ihn auch für die Analyse vergleichbarer Themen in der wissenschaftlichen Politikberatung einzusetzen.

Wenn der Ansatz künftig eingesetzt werden soll, um die Strukturwirkung alternativer EEG Optionen zu erfassen, ist es erforderlich, zunächst die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der alternativen Optionen zu analysieren. Anschließend müssen diese Kalkulationsergebnisse in Fallstudien mit den landwirtschaftlichen Unternehmern evaluiert werden. Im Rahmen dieser Arbeit war ein derartiges Vorgehen jedoch nicht möglich, da zum Zeitpunkt der Erstellung keine konkreten alternativen Politikoptionen vorlagen.



## Literaturverzeichnis

- ALBRECHT R, ZIMMER Y (2011): Crop yields in Germany - cereals poor, corn & leaf crop strong. In: Zimmer Y (Hrsg.) Cash crop report 2011: understanding agriculture worldwide. Braunschweig, Frankfurt am Main: Johann Heinrich von Thünen-Institut, DLG, S. 74-81
- BACKES M (2012): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Maïke Backes, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Feldversuchsstation für Grünlandwirtschaft und Rinderhaltung, am 30.01.2012
- BAHRS E, HELD J-H, THIERING J (2007): Auswirkungen der Bioenergieproduktion auf die Agrarpolitik sowie auf Anreizstrukturen in der Landwirtschaft. Eine partielle Analyse bedeutender Fragestellungen anhand der Beispielregionen Niedersachsen. Göttingen: Diskussionspapier am Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung der Universität Göttingen, abrufbar unter <http://econstor.eu/bitstream/10419/29679/1/544115015.pdf>, zitiert am 25.10.2011, 37 Seiten
- BAUER C, LEBHUHN M, GRONAUER A (2009): Mikrobiologische Prozesse in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, abrufbar unter [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p\\_36964](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_36964), zitiert am 24.02.2010, 38 Seiten
- BÄUMER K (1978): Allgemeiner Pflanzenbau. Stuttgart: UTB, 264 Seiten
- BERATUNGSGEMEINSCHAFT WESERMÜNDE E.V. (2010): Expertengespräch mit Beratern der Beratungsgemeinschaft Wesermünde am 07.10.2010
- BERENZ S, HOFFMANN H, PAHL H (2007): Konkurrenzbeziehungen zwischen der Biogaserzeugung und der tierischen Produktion. Gemeinsame Jahrestagung der GEWISOLA – ÖGA, 26.-28. September 2007 in Freising – Weihenstephan, abrufbar unter <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/7602/1/sp07be02.pdf>, zitiert am 25.10.2011, 11 Seiten
- BMELV (2011): Grundlagen zur BMELV-Testbetriebsbuchführung. Bonn: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, abrufbar unter <http://berichte.bmelv-statistik.de/BFB-0114001-2011.pdf>; zitiert am 27.10.2011, 65 Seiten
- BMELV (verschiedene Jahrgänge): Einzelne Monatsberichte. Bonn: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, abrufbar unter <http://www.bmelv-statistik.de/de/statistischer-monatsbericht/einzelne-monatsberichte/>, zitiert am 10.01.2012, 83 Seiten
- BMU (2011): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, abrufbar unter [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_zeitreihe.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_zeitreihe.pdf), zitiert am 23.08.2011, 41 Seiten

- BMWi (2011): Energiedaten – Datensammlung des BMWi. Bonn Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, abrufbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/gesamtausgabe.html>, zitiert am 23.08.2011
- BRAUN J, LORLEBERG W, WACUP H (2010): Regionale Struktur- und Einkommenswirkungen der Biogasproduktion in NRW. Soest: Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft Soest, 198 Seiten, Nr. 24
- BRENNECKE C (2009): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Cord Brennecke, Berater, Landwirtschaftlicher Beratungsring Hildesheim e.V. Beratungsgemeinschaft, am 10.02.2009
- BREUSTEDT G (2011): Einfluss von Landnutzungsalternativen auf die Agrarstruktur – welche Rolle spielt die Agrarpolitik? Kiel; Göttingen, abrufbar unter [http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/NachhaltigeEntwicklungEineWelt/01\\_NachhaltigeEntwicklung/007\\_Schwerpunkte/002\\_Nachhaltige\\_Landwirtschaft/PDF/Vortrag\\_Breustedt\\_\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/NachhaltigeEntwicklungEineWelt/01_NachhaltigeEntwicklung/007_Schwerpunkte/002_Nachhaltige_Landwirtschaft/PDF/Vortrag_Breustedt__blob=publicationFile.pdf), zitiert am 20.11.2011, 19 Seiten
- BREUSTEDT G, HABERMANN H (2010): Einfluss der Biogaserzeugung auf landwirtschaftliche Pachtpreise in Deutschland. Tagungsbeitrag auf der 50. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. vom 29. September bis 1. Oktober 2010 am vTI Braunschweig, abrufbar unter [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/LR/lr\\_de/lr\\_de\\_gewisola2010/lr\\_de\\_beitraege/A2\\_3.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/LR/lr_de/lr_de_gewisola2010/lr_de_beitraege/A2_3.pdf), zitiert am 01.11.2011, 15 Seiten
- BRÜGGEMANN DH (2011): Anpassungsstrategien der deutschen Rindermast an die Liberalisierung der Agrarmärkte. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Landbauforschung, Sonderheft 345, abrufbar unter [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/dn048508.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn048508.pdf), zitiert am 31.10.2011, 302 Seiten
- BRÜMMER B (2008): Globale Agrarmärkte und lokale Produktionssysteme. In: TIEDEMANN AV, HEITEFUSS R, FELDMANN F (Hrsg.) Pflanzenproduktion im Wandel – Wandel im Pflanzenschutz, Braunschweig: Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, abrufbar unter [http://dpg.phytomedizin.org/uploads/media/Br\\_mmer\\_01.pdf](http://dpg.phytomedizin.org/uploads/media/Br_mmer_01.pdf), zitiert am 31.10.2011, 10 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2000): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG). Berlin: BMJ, abrufbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg/gesamt.pdf>, 6 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2005): Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzentgeltverordnung – GasNEV) abrufbar unter <http://www.swlb.de/cms/Informationen/Downloads/Downloads/GasNEV.pdf>, 18 Seiten

- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2009): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG). Berlin: BMJ, abrufbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg\\_2009/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf), 51 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2009): Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Berlin: BMJ, abrufbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_4\\_1985/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_4_1985/gesamt.pdf), zitiert am 23.08.2011, 26 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2010): Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetzzugangsverordnung – GasNZV). Berlin: BMJ, abrufbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gasnzv\\_2010/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gasnzv_2010/gesamt.pdf), zitiert am 20-05-2011, 25 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2012): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung-DüV). Berlin: BMJ, abrufbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_v/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf), zitiert am 20.05.2011, 24 Seiten
- BUNDESNETZAGENTUR (2011): EEG-Statistikbericht 2009. Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, abrufbar unter [http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/ErneuerbareEnergienGesetz/Statistikberichte/110318StatistikberichtEEG2009.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/ErneuerbareEnergienGesetz/Statistikberichte/110318StatistikberichtEEG2009.pdf?__blob=publicationFile), zitiert am 27.10.2011, 40 Seiten
- CYPRIS C (2000): Positive Mathematische Programmierung (PMP) im Agrarsektormodell RAUMIS. Bonn: Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V., Band 313, 194 Seiten
- DABBERT S, BRAUN J (2006): Landwirtschaftliche Betriebslehre: Grundwissen Bachelor. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 288 Seiten
- DBFZ (2011): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare – Energien – Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Leipzig: Deutsches Biomasse Forschungszentrum, abrufbar unter [http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user\\_upload/Userupload\\_Neu/3330002\\_Stromerzeugung\\_aus\\_Biomasse\\_3\\_Zwischenbericht\\_Kapitel\\_1-5\\_fuer\\_Veroeffentlichung\\_final.pdf](http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/Userupload_Neu/3330002_Stromerzeugung_aus_Biomasse_3_Zwischenbericht_Kapitel_1-5_fuer_Veroeffentlichung_final.pdf), zitiert am 24.08.2011, 97 Seiten
- DEBLITZ C, ZIMMER Y (2005): agri benchmark Beef. A standard operating procedure to define typical farms. Braunschweig: agri benchmark, abrufbar unter [http://www.agribenchmark.org/fileadmin/Zugriff\\_free\\_document.php?filename=freefiles/3\\_2\\_1\\_ab\\_beef\\_sop\\_0512.pdf](http://www.agribenchmark.org/fileadmin/Zugriff_free_document.php?filename=freefiles/3_2_1_ab_beef_sop_0512.pdf), zitiert am 31.10.2011, 21 Seiten
- DELZEIT R (2010): Modelling Regional Maize Markets for Biogas Production in Germany: The Impact of Different Policy Options on Environment and Transport Emissions. Bonn: Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik der Universität Bonn Dissertation, abrufbar unter <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2011/2390/2390.pdf>, zitiert am 07.05.2012, 141 Seiten

- DLG (2004): Die neue Betriebszweigabrechnung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag, Arbeiten der DLG/Band 197, 2. vollständig überarbeitete Neuauflage
- DNZ (2011): Jahresbericht 2010/2011. Hannover: Dachverband Norddeutscher Zuckerrübenanbauer, abrufbar unter [http://www.dnz.de/presse/pdf\\_2011/GB%202010-2011-end.pdf](http://www.dnz.de/presse/pdf_2011/GB%202010-2011-end.pdf), zitiert am 20.02.2012, 40 Seiten
- DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, DÄMMGEN U, OSTERBURG B, LÜTTICH M, BERGSCHMIDT A, BERG W, BRUNSCH R (2002): BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Berlin: Bundesumweltamt, abrufbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2071.pdf>, zitiert am 07.11.2011, 307 Seiten
- EBMEYER CD (2008): Crop portfolio composition under shifting output price relations – Analyzed for selected locations in Germany and Canada. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Landbauforschung, Sonderheft 323, abrufbar unter [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/vTI/Publikationen/Landbauforschung\\_Sonderhefte/lbf\\_sh323.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Publikationen/Landbauforschung_Sonderhefte/lbf_sh323.pdf), zitiert am 31.10.2011, 303 Seiten
- EDF (2008): Compositions of total cost of dairy enterprise plus total returns by herd size classes in EUR per 100 kg: 151 farms of selected countries participating in EDF CoP 2008. Unveröffentlichte Auswertung von Steffi Wille-Sonk, European Dairy Farmers, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut
- ELLSIEPEN SG (2010): Wettbewerbsfähigkeit von Biogasanlagen in Grünlandregionen. Diplomarbeit, Bonn: Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, 99 Seiten
- EU KOMMISSION (2011): Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und Rates mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik. Brüssel: Europäische Kommission, abrufbar unter [http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/legal-proposals/com625/625\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/legal-proposals/com625/625_de.pdf), zitiert am 03.05.2012, 111 Seiten
- EVESLAGE J (2009): Ökonomische Untersuchung zur Gülleverwertung in Biogasanlagen mit Gärresttrocknung: Ein Fallbeispiel aus der Veredelungsregion Vechta. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Masterarbeit am Institut für Betriebswirtschaft, 58 Seiten
- FACHVERBAND BIOGAS (2011): Biogas Branchenzahlen 2010. Freising: Fachverband Biogas, abrufbar unter [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE\\_PM\\_29\\_10/\\$file/10-11-17\\_Biogas%20Branchenzahlen%202010\\_%C3%BCberarbeitet-sf.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_29_10/$file/10-11-17_Biogas%20Branchenzahlen%202010_%C3%BCberarbeitet-sf.pdf), zitiert am 08.08.2011, 2 Seiten

- FAPRI (2009): FAPRI 2009: U.S. and world agricultural outlook. Iowa: Food and Agricultural Policy Research Institute, abrufbar unter [http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2009/text/Outlook\\_2009.pdf](http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2009/text/Outlook_2009.pdf), zitiert am 20.12.2011, 411 Seiten
- FAPRI (2010): FAPRI 2010: U.S. and world agricultural outlook. Iowa: Food and Agricultural Policy Research Institute, abrufbar unter [http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2010/text/Outlook\\_2010.pdf](http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2010/text/Outlook_2010.pdf), zitiert am 20.12.2011, 418 Seiten
- FAPRI (2011): FAPRI-ISU 2011 World Agricultural Outlook, Commodity Outlook, Food grain. Iowa: Food and Agricultural Policy Research Institute, abrufbar unter <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/>, zitiert am 20.01.2012
- FDZ (2003): Erhebungsvordruck Agrarstrukturhebung 2003. Bonn: Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Forschungsdatenzentren, abrufbar unter [http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411210/erheb/200300/Fragebogen\\_ASE2003\\_S.pdf](http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411210/erheb/200300/Fragebogen_ASE2003_S.pdf), zitiert am 27.10.2011, 17 Seiten
- FDZ (2007): Erhebungsvordruck Agrarstrukturhebung 2007. Bonn: Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Forschungsdatenzentren, abrufbar unter [http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411210/erheb/200700/Fragebogen\\_ASE2007\\_S.pdf](http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411210/erheb/200700/Fragebogen_ASE2007_S.pdf), zitiert am 27.10.2011, 37 Seiten
- FDZ (2009): Grundlegende Metadaten zu den Erhebungen aus dem Agrarbereich und weiterführende Erläuterungen zu den einzelnen Merkmalen. Bonn: Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Forschungsdatenzentren, abrufbar unter [http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411410/stat/Grundlegende\\_Metadaten\\_zu\\_den\\_Agrarerhebungen1.pdf](http://dok.fdz-metadaten.de/4/41/411/411410/stat/Grundlegende_Metadaten_zu_den_Agrarerhebungen1.pdf), zitiert am 27.10.2011, 28 Seiten
- FDZ (2010): Erhebungsvordruck Agrarstrukturhebung 2010. Bonn: Statistische Ämter des Bundes und der Länder. Forschungsdatenzentren, abrufbar unter [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/Fragebogen\\_LZ2010\\_S.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/Fragebogen_LZ2010_S.pdf?__blob=publicationFile), zitiert am 27.10.2011, 36 Seiten
- FLICK U (1995): Qualitative Forschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. 4. Auflage. Hamburg: Rowohlt Verlag, 317 Seiten
- FLICK U (2000): Qualitative Forschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. 5. Auflage. Hamburg: Rowohlt Verlag, 319 Seiten
- FLYVBJERG B (2006): Five misunderstandings about case-study research. Qualitative Inquiry 12(2), S. 219-245
- FNR (2006): Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 235 Seiten
- FNR (2009): Biogasmessprogramm II: 61 Biogasanlagen im Vergleich. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 168 Seiten

- FNR (2011): Energie für Deutschland - Infobrief Juni 2011. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, abrufbar unter [http://www.nachwachsenderohstoffe.de/fileadmin/Infobrief/pdf/Infobrief\\_Juni\\_2011.pdf](http://www.nachwachsenderohstoffe.de/fileadmin/Infobrief/pdf/Infobrief_Juni_2011.pdf), zitiert am 23.08.2011, 34 Seiten
- FNR (2011a): Maisanbau in Deutschland - Anbaujahr 2011. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, abrufbar unter [http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2011/may/article/maisbau-in-deutschland-1/?tx\\_ttnews\[day\]=26&cHash=c7900f3c29aa0c80bacddcd1159c19c9](http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/grafiken/medien-details/archive/2011/may/article/maisbau-in-deutschland-1/?tx_ttnews[day]=26&cHash=c7900f3c29aa0c80bacddcd1159c19c9), zitiert am 23.08.2011
- FNR (2011b): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, abrufbar unter <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau/>, zitiert am 23.08.2011
- FREYTAG A (2009): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Andreas Freytag, Leiter Bezirksstelle Braunschweig, Landwirtschaftskammer Niedersachsen/Bezirksstelle Braunschweig, am 10.05.2009
- GENESIS (2007): Gemeinsames Neues Statistisches Informations-System (GENESIS), Regionaldatenbank Deutschland. Wiesbaden: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, abrufbar unter <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online;jsessionid=4B7446FEE3E9696C6C71473BF8E302F4?Menu=Willkommen>, zitiert am 24.10.2011
- GERS-GRAPPERHAUS C (2010) Biogas: Wo entstehen die Kosten? Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe 10, S. 18
- GILLEN JP (2010): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Jan Phillip Gillen, Landkreis Cuxhaven, Landberatung Ringstedt e. V., am 07.10.2010
- GÖMANN H (2011): unveröffentlichte Arbeit zu Daten der Bundesnetzagentur, Braunschweig, unveröffentlichtes Dokument
- GÖMANN H, KREINS P, BREUER T (2007): Deutschland - Energie-Corn-Belt Europas? Agrarwirtschaft 56 (5/6), S. 263-271
- GÖMANN H, KREINS P, MÜNCH J, DELZEIT R (2010): Auswirkungen der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetz auf die Landwirtschaft in Deutschland. Tagungsbeitrag auf der 50. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. vom 29. September bis 1. Oktober 2010 am vTI in Braunschweig, abrufbar unter [http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/LR/lr\\_de/lr\\_de\\_gewis ola2010/lr\\_de\\_beitraege/A2\\_2.pdf](http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/LR/lr_de/lr_de_gewis ola2010/lr_de_beitraege/A2_2.pdf), zitiert am 13.09.2011, 14 Seiten
- GÖMANN H, KREINS P (2011): Historische Entwicklung und Auswirkung der Biogaserzeugung in Deutschland. In: Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG. Leipzig: DBFZ, abrufbar unter <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22003410.pdf>, zitiert am 05.05.2012, S. 15-49

- GOTTWALD T, GIORGIS T (2010): Recht flüchtige Zukunft. Erneuerbare Energien (7), S. 66-70
- HÄFNER M (2010): Biogasanlagen selbst bauen. top agrar (10), S. 88-92
- HANS F-W (2011): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Friedrich-Wilhelm Hans, Landwirtschaftlicher Beratungsring Hildesheim e.V., am 29.09.2011
- HARMS K-G (2011): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Karl-Gerd Harms, Berater Silo- und Körnermais, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, am 16.11.2011
- HAUK M (2010): Biogasanlagen zur Gaseinspeisung: Konzepte und deren Bewertung. Münster: Vortrag agri capital, abrufbar unter [http://www.ibc-leipzig.de/typo3/fileadmin/templates/downloads/Hauck\\_IBC\\_Leipzig.pdf](http://www.ibc-leipzig.de/typo3/fileadmin/templates/downloads/Hauck_IBC_Leipzig.pdf), zitiert am 07.05.2012, 18 Seiten
- HEIBENHUBER A, DEMMELER M, RAUH S (2008): Auswirkungen der Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion auf Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. In: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (Hrsg.) Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 2, 17. Jahrgang, S. 23-31
- HENRICHSMEYER W, CYPRIS C, LÖHE W, MEUDT M, SANDER R, V SOTHEN F, ISERMAYER F, SCHEFSKI A, SCHLEEF KH, NEANDER E, FASTERDING F, HELMKE B, NEUMANN M, NIEBERG H, MANEGOLD D, MEIER T (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BML. Bonn: Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn, 358 Seiten
- HOLZNER J (2004): Eine Analyse der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Milcherzeugung an ausgewählten Standorten in Ostdeutschland, der Tschechischen Republik und Estland. Braunschweig: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 264, abrufbar unter <http://d-nb.info/996788379/34>, zitiert am 31.10.2011, 370 Seiten
- KEPPER G (1994): Qualitative Marktforschung. Methoden, Einsatzmöglichkeiten und Beurteilungskriterien. Köln: Deutscher Universitätsverlag
- KEYMER U (2009): Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen unter neuen Rahmenbedingungen. In: KTBL (Hrsg.) Die Landwirtschaft als Energieerzeuger, KTBL-Tagung vom 4. bis 5. März 2009, Darmstadt: KTBL, S. 268-279
- KREINS P, GÖMANN H (2008): Modellgestützte Abschätzung der regionalen landwirtschaftlichen Landnutzung und Produktion in Deutschland vor dem Hintergrund der "Gesundheitsüberprüfung" der GAP. Agrarwirtschaft 57 (3/4), S. 195-206
- KRUSCHWITZ L (2009): Investitionsrechnung. 12. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag
- KTBL (2008): Betriebsplanung Landwirtschaft. 21. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

- KTBL (2009): Faustzahlen Biogas. 2. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.
- KTBL (2010): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. 2. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Heft 88, 36 Seiten
- KTBL (2011): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Stefan Hartmann, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, am 22.02.2011
- KTBL (2011a): Investitionsbedarf und Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, abrufbar unter <http://www.ktbl.de/index.php?id=805>, zitiert am 22.09.2011
- KTBL (2011b): Feldarbeitsrechner. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, abrufbar unter <http://daten.ktbl.de/feldarbeit/entry.html;jsessionid=68583CAFC74893DCC3EBF3AF4BE559A9>, zitiert am 10.02.2011
- KUES R (2009): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Rainer Kues, Berater Unternehmensberatung, Nährstoffmanagement und Biogasanlagen, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Oldenburg-Süd, am 20.05.2009
- KUES R (2011): Betriebszweigabrechnung Mastschweine in den Kreisen Cloppenburg, Oldenburg und Vechta. Schriftliche Mitteilung von Rainer Kues, Berater Unternehmensberatung, Nährstoffmanagement und Biogasanlagen, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Oldenburg-Süd, am 21.12.2011
- KUHLMANN F (2003): Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft. 2. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlags-GmbH
- KÜHN T, KOSCHEL K-V (2011): Gruppendiskussionen: Ein Praxis-Handbuch. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- LAMNEK S (2010): Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch. 5. Auflage. Weinheim: Beltz Verlag
- LASSEN B, WILLE S, ISERMEYER F, LUTTER M (2009): Es hapert an der Fläche. In: DLG Mitteilungen (8), S. 82-83
- LAURENZ L (2010): Wertigkeit von Gülle. Münster: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/leherschau/pdf/2009/2009-02-05-guelle-01.pdf>, zitiert am 05.08.2010, 28 Seiten
- LAUSEN P (2007): Biogassubstratreste Zusammensetzung, Nährstoffvergleich, Düngung. In: Landpost, 17. März 2007, S. 32-36
- LEIBER F (1984): Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre: Lehrbuch für Unterricht, Studium und Praxis, für Beratung und Verwaltung. Hamburg Berlin: Paul Parey Verlag, 389 Seiten



- LFL BAYERN (2006): Materialsammlung Futterwirtschaft: Daten, Fakten und Berechnungsgrundlagen zu den Kosten der Grundfuttererzeugung und der Futterwirtschaft. Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, abrufbar unter [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_22478.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_22478.pdf), zitiert am 14.11.2011, 143 Seiten
- LFL BAYERN (2011): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe Ziegen. 34. Auflage. Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, abrufbar unter [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_36967.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_36967.pdf), zitiert am 14.11.2011
- LOHSE D, ZIMMERMANN F (2003): Erreichbarkeitsanalyse des Untersuchungsraumes. Teilstudie. Dresden: Technische Universität Dresden, Fak. Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, abrufbar unter <http://www.ioer.de/johanngeorgenstadt/PDF/Teilstudie%20Erreichbarkeit.pdf>, zitiert am 10.02.2011, 37 Seiten
- LSKN (2007): Daten der Agrarstrukturerhebung 2007. Hannover: Landesamt für Statistik und Kommunikationstechnologie, abrufbar unter <http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>, zitiert am 31.10.2011
- LSKN (2010): Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Hannover: Landesamt für Statistik und Kommunikationstechnologie, abrufbar unter [http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/landwirtschaftszaehlung\\_2010.pdf](http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/landwirtschaftszaehlung_2010.pdf), zitiert am 10.01.2012
- LÜHRMANN B (2009): Färsen aufziehen: Selbst oder spezialisiert und zu welchem Preis? Vortrag im Rahmen des Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminars - 4. November 2009. Osnabrück: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter [http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA\\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Kaelber-\\_und\\_Jungrinderaufzucht/09Kaelber\\_Jungrinderseminar/Luehrmann.pdf](http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Kaelber-_und_Jungrinderaufzucht/09Kaelber_Jungrinderseminar/Luehrmann.pdf), zitiert am 28.04.2010, 12 Seiten
- LWK NDS (2008): Richtwert Deckungsbeiträge 2008. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 98 Seiten
- LWK NDS (2009a): Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere Juli 2009 je Stallplatz und Jahr. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/340/article/8505.html> (*Webseite nicht mehr abrufbar*), zitiert am 24.02.2010
- LWK NDS (2009b): Nährstoffgehalte im Erntegut. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter [http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/340,naehrstoffgehalte\\_im\\_erntegut~pdf.html](http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/340,naehrstoffgehalte_im_erntegut~pdf.html), zitiert am 25.04.2010

- LWK NDS (2011a): Mindestwerte für die Wirkung des Stickstoffs in organischen Nährstoffträgern. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/15868.html>, zitiert am 31.10.2011
- LWK NDS (2011b): Betriebszweigauswertung Milchvieh 2009/2010. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/tier/nav/226/article/18670.html> (*Webseite nicht mehr abrufbar*), zitiert am 16.11.2011
- LWK NDS (2011c): Ergebnisse der Landessortenversuche für Silomais (mittelfrühe Sorten) aus den Jahren 2009, 2010, 2011. Persönliche Mitteilung der Landwirtschaftskammer Oldenburg am 16.11.2011
- LWK NDS (2011d): Richtwerte für die Berechnung des Nährstoffvergleichs (DüV) Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/340/article/8505.html>, zitiert am 28.11.2011
- LWK NDS (2011e): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Rainer Kues, Berater Unternehmensberatung, Nährstoffmanagement und Biogasanlagen, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Oldenburg-Süd, am 26.05.2011
- LWK NDS (2011f): Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/IFB/duengeempfehlungmikronaehrstoffe.pdf>, zitiert am 24.04.2012, 2 Seiten
- LWK NDS (2011g): Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter [http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/IFB/Nmin\\_\\_Empfehlungen\\_zur\\_N-Duengung.pdf](http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/IFB/Nmin__Empfehlungen_zur_N-Duengung.pdf), zitiert am 24.04.2012, 2 Seiten
- LWK NRW (2011): Erfahrungssätze für überbetriebliche Maschinenarbeiten. Münster: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/beratung/pdf/erfahrungsaetze-rh.pdf>, zitiert am 21.10.2011, 16 Seiten
- LWK SH (2009): Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig-Holstein Auswertungsjahr 2008/2009. Rendsburg: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, abrufbar unter [http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport\\_2011.pdf](http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport_2011.pdf), zitiert am 10.02.2011, 15 Seiten
- MASTERRIND (2011): schriftliche Mitteilung von Frau Doris Heimsoth, Masterrind GmbH Verden, zu Auktionserlösen für Rinder 2005 bis 2011
- MÖLLGAARD H (2010): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Helma Möllgaard, Beraterin Rinderspezialberatung, Verein für Rinderspezialberatung Nordfriesland e.V., Landwirtschaftliche Unternehmensberatung, am 29.11.2010

- o.V. (2010): So kommt jeder auf seine Kosten. In: Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe (13), S. 24-26
- o.V. (2010a): Mit Warmwasser heizen. In: LAND&Forst (12), S. 50
- OECD FAO (2009): OECD-FAO Agricultural Outlook 2009. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations: OECD Publishing, 276 Seiten
- OECD FAO (2010): OECD-FAO Agricultural Outlook 2010. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations: OECD Publishing, 248 Seiten
- OECD FAO (2011): OECD-FAO Agricultural Outlook 2011. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations: OECD Publishing, 196 Seiten
- OFFERMANN F, GÖMANN H, KLEINHANß W, KREINS P, LEDEBUHR OV, OSTERBURG B, PELIKAN J, SALAMON P, SANDERS, J (2010): vTI-Baseline 2009-2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Landbauforschung, Sonderheft 355, abrufbar unter [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/dk043068.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dk043068.pdf), zitiert am 31.10.2011
- OSTERBURG B (2008): Bestandsaufnahme der N-Bilanzüberschüsse - Status quo, Entwicklungen und 'hot spots'. Agrarspectrum 41, S. 61-73
- OSTERBURG B (2010): Wirkungen von Biogasanlagen auf die Flächennutzung in Niedersachsen – eine Analyse von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS), unveröffentlichter Arbeitsbericht aus der vTI-Agrarökonomie
- OSTERBURG B, NITSCH H, LAGGNER B, ROGGENDORF W (2009): Auswertung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems zur Abschätzung von Wirkungen der EU-Agrarreform auf Umwelt und Landschaft. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, abrufbar unter [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/bitv/dk043146.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dk043146.pdf), zitiert am 27.10.2011
- PELIKAN J, ISERMAYER F, OFFERMANN F, SANDERS J, ZIMMER Y (2010): Auswirkungen einer Handelsliberalisierung auf die deutsche und europäische Landwirtschaft. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Landbauforschung, Sonderheft 338, abrufbar unter [http://literatur.vti.bund.de/digbib\\_extern/dn046365.pdf](http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn046365.pdf), zitiert am 05.05.2012
- RAUH SM (2009): Auswirkungen der Novellierung des EEG auf die Wettbewerbskraft der Biogasproduktion. Kiel: Universität Kiel, abrufbar unter <http://www.uni-kiel.de/gewisola2009/beitrage/v22.pdf>, zitiert am 25.10.2011, 12 Seiten
- RAUH SM (2010): Entwicklung eines Landnutzungsmodells zur Ableitung möglicher zukünftiger Entwicklungen in der Landwirtschaft hinsichtlich der Bereitstellung von Nahrungsmitteln und Energiebiomasse. Weihenstephan: Technische Universität München Dissertation, abrufbar unter [http://www.wzw.tum.de/wdl/forschung/dissertationen/Rauh\\_Stefan.pdf](http://www.wzw.tum.de/wdl/forschung/dissertationen/Rauh_Stefan.pdf), zitiert am 30.11.2011, 227 Seiten

- REINHOLD G (2005): Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Biogas bei Einsatz von Ko-Substraten. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, abrufbar unter <http://www.tll.de/ainfo/pdf/biog0605.pdf>, zitiert am 31.10.2011, 18 Seiten
- REINHOLD G, ZORN W (2008): Eigenschaften und Humuswirkungen von Biogasgülle. Jena: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, abrufbar unter [http://www.tll.de/ainfo/pdf/vdlufa/vl08\\_94f.pdf](http://www.tll.de/ainfo/pdf/vdlufa/vl08_94f.pdf), zitiert am 24.02.2010, 10 Seiten
- RENSBERG N (2011): Historische Entwicklung und Auswirkung der Biogaserzeugung in Deutschland. In: Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG. Leipzig: DBFZ, abrufbar unter <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22003410.pdf>, zitiert am 05.05.2012, S. 15-49
- RÖDER N, OSTERBURG B (2011): Beobachtete Effekte aus der Agrarstrukturerhebung. In: Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG. Leipzig: DBFZ, abrufbar unter <http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/berichte/22003410.pdf>, zitiert am 05.05.2012, S. 86-105
- ROTHE A, OSTERBURG B, DE WITTE T, ZIMMER Y (2010): Endbericht: Modellgestützte Folgenabschätzung für den Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 242 Seiten
- RUMP B (2009): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Dr. Bernhard Rump, Leiter Fachgruppe Ländliche Entwicklung, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Oldenburg-Süd, am 05.06.2009
- RUMP B (2010): Stellungnahme im Rahmen eines Expertengesprächs mit Dr. Bernhard Rump, Leiter Fachgruppe Ländliche Entwicklung, Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Oldenburg-Süd, am 20.05.2010
- SCHIERHOLD S (2010): Hähnchenmast: Wirtschaften im Centbereich. Oldenburg: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, abrufbar unter <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/229/article/13959.html>, zitiert am 07.05.2012
- SCHIERHOLD S (2012): BZA-Hähnchenmast, schriftliche Mitteilung von Silke Schierhold, Beraterin Geflügel Landwirtschaftskammer Niedersachsen, am 23.01.2012
- SCHMIDT CH (2006): Finanzierung von Biogasanlagen. Nürnberg: UmweltBank AG, abrufbar unter <http://www.biogas-infoboard.de/pdf/finanzio.pdf>, zitiert am 01.03.2012, 7 Seiten
- SCHULZE-STEINMANN M (2011): Als Ackerbauer Hähnchen mästen? top agrar (5): 28-32
- SCHÜTT H (2009): Wirtschaftlichkeit einer Strohheizung für landwirtschaftliche Betriebe, Braunschweig: unveröffentlichte Bachelorarbeit am Institut für Betriebswirtschaft, Johann Heinrich von Thünen-Institut, 43 Seiten

- SPANDAU P (2008): Betriebsplanung unter Vollkosten. Münster: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, abrufbar unter [http://www.gruenes-zentrum-lingen.de/download.php?file=pdf\\_files/unternehmen/spandau\\_vollkosten\\_150108\\_lwp.pdf](http://www.gruenes-zentrum-lingen.de/download.php?file=pdf_files/unternehmen/spandau_vollkosten_150108_lwp.pdf), zitiert am 28.06.2009, 28 Seiten
- THEUVSEN L, PLUMEYER C-H, EMMANN CH (2011): Einfluss der Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen: Endbericht für das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung. Göttingen: Georg-August-Universität Göttingen, abrufbar unter [http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?article\\_id=59604&navigation\\_id=1372&psmand=7](http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?article_id=59604&navigation_id=1372&psmand=7), zitiert am 01.11.2011, 179 Seiten
- THIERING J (2009): Eine Beurteilung des Wirtschaftsdüngereinsatzes für die Energieerzeugung im Kontext des EEG. Göttingen: Doktorandenseminar. Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung. Universität Göttingen
- THIERING J (2011): Förderung der Biogasproduktion in Deutschland: Rahmenbedingungen, Folgen und alternative Gestaltungsmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftsdüngernutzung. Dissertation, Göttingen: Cuvillier Verlag, 174 Seiten
- THOBE P (2008): Kombination von FADN- und IFCN-Datensätzen in der Politikfolgenanalyse – untersucht am Beispiel der EU-Milchmarktpolitik. Dissertation, Göttingen: Fakultät für Agrarwissenschaften
- THOMSEN J (2010): Jungviehaufzucht bleibt teuer. In: Landpost 4, S. 53-54, abrufbar unter [http://lwksh.de/cms/fileadmin/user\\_upload/Presse/Archiv\\_2010/PDF\\_1410\\_10.04.2010/53-54\\_Thomsen.pdf](http://lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Presse/Archiv_2010/PDF_1410_10.04.2010/53-54_Thomsen.pdf) (*Webseite nicht mehr verfügbar*), zitiert am 10.04.2010
- THOMSEN J (2011): Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatungsringe in Schleswig-Holstein, Auswertungsjahr 2009/2010. Rendsburg: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, abrufbar unter [http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport\\_2010.pdf](http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Rinderreports/Rinderreport_2010.pdf), zitiert am 31.10.2011, 15 Seiten
- THRÄN D, EDEL M, SEIDENBERGER T, GESEMANN S, RHODE M (2009): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung. Leipzig: DBFZ, abrufbar unter [http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user\\_upload/DBFZ\\_Zwischenbericht\\_Biomassekonkurrenzen.pdf](http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/DBFZ_Zwischenbericht_Biomassekonkurrenzen.pdf), zitiert am 15.05.2010, 267 Seiten
- TOEWS T (2009): Ökonomie. In: VETTER A, HEIERMANN M, TOEWS T (Hrsg.) Anbausysteme für Energiepflanzen. Frankfurt: DLG, S. 227-286
- URBAN W, GIROD K, LOHMANN H, DACHS G, ZACH C (2009): Technologien und Kosten der Biogasaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz: Ergebnisse der Markterhebung 2007-2008. Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, abrufbar unter [http://www.biogaseinspeisung.de/download/2008\\_UMSICHT\\_Technologien\\_und\\_Kosten\\_der\\_Biogasaufbereitung\\_und\\_Einspeisung\\_in\\_das\\_Erdgasnetz.pdf](http://www.biogaseinspeisung.de/download/2008_UMSICHT_Technologien_und_Kosten_der_Biogasaufbereitung_und_Einspeisung_in_das_Erdgasnetz.pdf), zitiert am 31.10.2011, 123 Seiten

- VETTER A, REINHOLD G (2009): Gärrestanfall und Verwertung. In: VETTER A, HEIERMANN M, TOEWS T (Hrsg.) Anbausysteme für Energiepflanzen. Frankfurt: DLG, S. 193-226
- VOGT R (2008): Basisdaten zu THG-Bilanzen für Biogas-Prozessketten und Erstellung neuer THG-Bilanzen. Heidelberg: ifeu, abrufbar unter [http://www.ifeu.de/oekobilanzen/pdf/THG\\_Bilanzen\\_Bio\\_Erdgas.pdf](http://www.ifeu.de/oekobilanzen/pdf/THG_Bilanzen_Bio_Erdgas.pdf), zitiert am 31.10.2011, 61 Seiten
- WBA (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung: Empfehlungen an die Politik. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, abrufbar unter [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?__blob=publicationFile), zitiert am 16.08.2011, 255 Seiten
- WBA (2010): EU-Agrarpolitik nach 2013: Plädoyer für eine neue Politik für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Räume. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, abrufbar unter [http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenGAP.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenGAP.pdf?__blob=publicationFile), zitiert am 05.05.2012, 38 Seiten
- WINDHORST HW, GRABKOWSKY B (2008): Die Bedeutung der Ernährungswirtschaft in Niedersachsen. Vechta: Universität Vechta, abrufbar unter <http://edok.ahb.niedersachsen.de/07/556818105.pdf>, zitiert am 27.11.2011, 9 Seiten
- WINTER S (2000): Quantitative vs. Qualitative Methoden. Mannheim: Universität Mannheim, abrufbar unter [http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/nquantitative\\_vs\\_qualitative\\_methoden\\_b.html](http://imihome.imi.uni-karlsruhe.de/nquantitative_vs_qualitative_methoden_b.html), zitiert am 25.10.2011

# Anhang

<b>Anhang 1</b>	<b>Tabellen und Abbildungen</b>
<b>Anhang 2</b>	<b>Diskussionsleitfaden Milchvieh</b>
<b>Anhang 3</b>	<b>Diskussionsleitfaden Veredlung</b>
<b>Anhang 4</b>	<b>Diskussionsleitfaden Ackerbau</b>
<b>Anhang 5</b>	<b>Thesenpapier</b>
<b>Anhang 6</b>	<b>Protokoll Workshop</b>





# **Anhang 1**

## **Tabellen und Abbildungen**



**Tabelle A1:** Investment Bauteile Biogasanlagen

	Größe m³	Investment €	spez. Investment €/m³	AfA	Reparatur/ Wartung	Quelle
Fermenter	590	70.025	119	11,0%	1,5%	KTBL 2009, KTBL 2011, Thiering 2010
	620	72.111	116			
	1.200	108.185	90			
	1.430	126.378	88			
	3.400	272.000	80			
Gärrestlager	1.100	88.000	80	9,0%	1,3%	KTBL 2009, KTBL 2011, Thiering 2010
	1.880	111.392	59			
	4.926	270.930	55			
	6.010	329.265	55			
	7.033	380.835	54			
	11.400	555.528	49			
Flüssig- annahme	100	24.700	247	9,0%	1,5%	KTBL 2008
	150	31.562	210			
	200	38.422	192			
Feststoff- eintrag	5	25.700	5.140	11,0%	2,0%	KTBL 2008
	15	35.200	2.347			
	25	44.700	1.788			
	35	54.000	1.543			
Substrat- lager Silage	1.080	62.962	58	5,0%	1,5%	KTBL 2011a
	1.400	76.643	55			
	1.540	75.150	49			
	1.800	80.740	45			
	2.600	103.808	40			
	2.880	110.202	38			
	3.080	112.929	37			
	4.520	125.885	28			
	5.040	145.206	29			
	5.910	173.316	29			
	7.200	187.899	26			
	8.400	199.135	24			
	11.810	259.174	22			
	14.400	309.186	21			
	26.250	440.036	17			
BHKW	50	170.816	3.416	11,0%	1,5 ct/KWh	KTBL 2009, KTBL 2011
	75	192.031	2.560			
	150	244.196	1.628			
	350	503.466	1.438			
	500	601.649	1.203			
	1.000	858.900	859			

**Tabelle A2:** Annahmen zu den Wirkungsgraden von Biogasanlagen

Elektrische Leistung kW	Elektrischer Wirkungsgrad $\eta_{el}$	Thermischer Wirkungsgrad $\eta_{th}$	Motorart	Quelle
50	33%	52%	Zündöl	Keymer 2009
75	34%	44%	Zündöl	KTBL 2009
100	35%	43%	Zündöl	Keymer 2009
150	36%	42%	Zündöl	KTBL 2009
350	37%	44%	Gas-Otto	KTBL 2009
500	38%	43%	Gas-Otto	KTBL 2009
1.000	40%	42%	Gas-Otto	KTBL 2009

**Tabelle A3:** Annahmen für das Investitionsvolumen Stallgebäude

Investitionen	Einheit	Langfristig	Mittelfristig	Kurzfristig	Gesamt
Nutzungsdauer	Jahre	15	10	5	
Milchviehstall (100 Kühe)	€/Tierplatz	2.000	700	900	3.600
Schweinemaststall (1.600 Plätze)	€/Tierplatz	207	104	47	358

Quelle: KTBL (2008).

**Tabelle A4:** Annahmen für die Berechnung der Logistikkosten

<b>Annahmen zur Transportgeschwindigkeit</b>					
Entfernung	Schlepper leer	Schlepper beladen	LKW leer	LKW beladen	
1 km	10	8	15	10	km/h
5 km	15	10	20	18	km/h
10 km	25	20	30	25	km/h
20 km	30	25	45	43	km/h
30 km	30	25	48	45	km/h
50 km	30	25	50	48	km/h
100 km	30	25	55	50	km/h
200 km	30	25	60	55	km/h
<b>Annahmen Leistung Siloernte</b>					
Leistung Feldhäcksler bei Silomais			100 t/h		
Leistung Feldhäcksler bei Grassilage			4 ha/h		
Entladezeit			3 Min		
Ladekapazität Transportgespann			14 t		
Kosten Feldhäcksler Silomais			172 €/ha		
Kosten Feldhäcksler Grassilage			163 €/ha		
Kosten Transportgespann			57 €/h		
Kosten Radlader			38 €/h		
<b>Annahmen Gärrestausbringung</b>					
Leistung Güllepumpe			180 m³/h		
Volumen Güllefass			21 m³		
Leerfahrtzeit Feld			2 Min		
Kosten Güllefass			84 €/h		
<b>Annahmen Gülletransport Schlepper</b>					
Befüll-/Entladedauer			20 Min		
Volumen Transportfass			21 m³		
Kosten Transportfass			55 €/h		
<b>Annahmen Gülletransport LKW</b>					
Befüll-/Entladedauer			30 Min		
Volumen Transportfass			27 m³		
Kosten Transportfass			70 €/h		

**Tabelle A5:** Wirtschaftlichkeit einer 70 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	70	70	70	70
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	569	598	651	709
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	545	865	1.469	2.123
Silolager	m <sup>3</sup>	2.340	2.157	1.810	1.435
Investitionsvolumen	€/kW	7.600	7.800	8.200	8.500
Verkaufte Strommenge	MWh/a	554	554	554	554
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	1.638	1.510	1.267	1.004
Flächenbedarf	ha	36	34	28	22
Transportentfernung Silomais	km	1,6	1,5	1,4	1,3
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	739	2.139	3.652
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	25	72	123
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-	-	652
Transportentfernung Gülle	km	-	-	-	0,46
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	65.000	64.000	67.000	69.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	12.000	12.000	13.000	13.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	15.000	16.000	16.000	16.000
Kosten Silomais	€/a	40.000	37.000	31.000	25.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	10.000	9.000	8.000	6.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	-	2.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	3.000	2.000	2.000	2.000
Sonstige Direktkosten	€/a	2.000	1.000	1.000	1.000
Lohnkosten	€/a	15.000	14.000	14.000	13.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	21.000	21.000	21.000	21.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>183.000</b>	<b>176.000</b>	<b>173.000</b>	<b>168.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,20	0,24	0,24	0,24
Stromerlös	€/a	114.000	136.000	136.000	136.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	12.000	11.000	10.000	8.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>137.000</b>	<b>158.000</b>	<b>157.000</b>	<b>155.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>-46.000</b>	<b>-18.000</b>	<b>-16.000</b>	<b>-13.000</b>
Kapitalrentabilität	%	-13	-3	-1	0
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	-3	12	12	11
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	-32	-5	-2	-1

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A6:** Wirtschaftlichkeit einer 100 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	100	100	100	100
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	792	832	907	987
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	759	1.204	2.046	2.956
Silolager	m <sup>3</sup>	3.259	3.003	2.520	1.998
Investitionsvolumen	€/kW	6.300	6.500	6.700	7.200
Verkaufte Strommenge	MWh/a	792	792	792	792
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	2.281	2.102	1.764	1.398
Flächenbedarf	ha	51	47	39	31
Transportentfernung Silomais	km	1,9	1,8	1,7	1,5
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	1.029	2.978	5.085
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	35	100	171
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-	-	2.085
Transportentfernung Gülle	km	-	-	-	0,82
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	76.000	74.000	77.000	82.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	14.000	14.000	15.000	16.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	20.000	21.000	21.000	22.000
Kosten Silomais	€/a	56.000	52.000	43.000	34.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	14.000	13.000	11.000	8.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	-	7.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	4.000	4.000	3.000	2.000
Sonstige Direktkosten	€/a	2.000	2.000	2.000	1.000
Lohnkosten	€/a	16.000	16.000	15.000	14.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	26.000	26.000	26.000	26.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>228.000</b>	<b>222.000</b>	<b>213.000</b>	<b>212.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,20	0,24	0,24	0,24
Stromerlös	€/a	159.000	191.000	191.000	191.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	17.000	16.000	13.000	11.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>187.000</b>	<b>218.000</b>	<b>215.000</b>	<b>213.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>-41.000</b>	<b>-4.000</b>	<b>2.000</b>	<b>1.000</b>
Kapitalrentabilität	%	-8	3	5	4
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	7	23	26	24
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	-23	12	18	14

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A7:** Wirtschaftlichkeit einer 150 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	150	150	150	150
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	1.164	1.223	1.332	1.450
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	1.116	1.769	3.007	4.344
Silolager	m <sup>3</sup>	4.788	4.413	3.703	2.936
Investitionsvolumen	€/kW	5.100	5.100	5.600	6.200
Verkaufte Strommenge	MWh/a	1.188	1.188	1.188	1.188
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	3.352	3.089	2.592	2.055
Flächenbedarf	ha	74	69	58	46
Transportentfernung Silomais	km	2,3	2,2	2,0	1,8
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	1.512	4.376	7.472
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	51	147	251
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-	1.376	4.472
Transportentfernung Gülle	km	-	-	0,67	1,21
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	91.000	87.000	95.000	103.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	17.000	17.000	18.000	20.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	28.000	28.000	30.000	31.000
Kosten Silomais	€/a	82.000	76.000	64.000	51.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	21.000	19.000	16.000	13.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	5.000	16.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	6.000	6.000	5.000	4.000
Sonstige Direktkosten	€/a	3.000	3.000	2.000	2.000
Lohnkosten	€/a	18.000	18.000	17.000	15.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	34.000	34.000	34.000	34.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>300.000</b>	<b>288.000</b>	<b>286.000</b>	<b>289.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,20	0,24	0,24	0,24
Stromerlös	€/a	233.000	281.000	281.000	281.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	25.000	23.000	20.000	16.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>269.000</b>	<b>315.000</b>	<b>312.000</b>	<b>308.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>-31.000</b>	<b>27.000</b>	<b>26.000</b>	<b>19.000</b>
Kapitalrentabilität	%	-4	12	11	8
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	15	34	35	34
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	-11	39	39	34

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).



**Tabelle A8:** Wirtschaftlichkeit einer 200 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	200	200	200	200
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	1.620	1.702	1.854	2.018
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	1.553	2.462	4.184	6.046
Silolager	m <sup>3</sup>	6.664	6.142	5.154	4.085
Investitionsvolumen	€/kW	4.900	4.900	5.400	5.900
Verkaufte Strommenge	MWh/a	1.584	1.584	1.584	1.584
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	4.665	4.299	3.608	2.860
Flächenbedarf	ha	104	96	80	64
Transportentfernung Silomais	km	2,7	2,6	2,4	2,1
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	2.105	6.091	10.399
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	71	204	349
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-	3.091	7.399
Transportentfernung Gülle	km	-	-	1,00	1,55
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	87.000	88.000	97.000	108.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	15.000	16.000	18.000	20.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	37.000	37.000	39.000	41.000
Kosten Silomais	€/a	115.000	106.000	89.000	70.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	30.000	28.000	23.000	18.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-	11.000	28.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	9.000	8.000	7.000	5.000
Sonstige Direktkosten	€/a	4.000	4.000	3.000	3.000
Lohnkosten	€/a	21.000	20.000	19.000	17.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	25.000	25.000	25.000	25.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>343.000</b>	<b>332.000</b>	<b>331.000</b>	<b>335.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,19	0,22	0,22	0,22
Stromerlös	€/a	301.000	356.000	356.000	356.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	35.000	33.000	27.000	22.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>347.000</b>	<b>400.000</b>	<b>394.000</b>	<b>389.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>4.000</b>	<b>68.000</b>	<b>63.000</b>	<b>54.000</b>
Kapitalrentabilität	%	4	17	15	13
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	25	40	42	44
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	18	65	66	62

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A9:** Wirtschaftlichkeit einer 350 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	350	350	350	350
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	2.778	2.919	3.179	3.460
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	2.663	4.222	7.174	10.365
Silolager	m <sup>3</sup>	11.425	10.531	8.836	7.004
Investitionsvolumen	€/kW	4.300	4.300	4.900	5.300
Verkaufte Strommenge	MWh/a	2.772	2.772	2.772	2.772
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	7.998	7.371	6.185	4.903
Flächenbedarf	ha	178	164	137	109
Transportentfernung Silomais	km	3,6	3,4	3,1	2,8
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	3.608	10.443	17.829
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	121	350	598
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	608	7.443	14.829
Transportentfernung Gülle	km	-	-	1,56	2,20
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	135.000	137.000	154.000	170.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	22.000	24.000	28.000	32.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	61.000	62.000	65.000	68.000
Kosten Silomais	€/a	197.000	181.000	152.000	121.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	54.000	50.000	41.000	32.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	2.000	28.000	60.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	17.000	15.000	12.000	9.000
Sonstige Direktkosten	€/a	8.000	7.000	6.000	5.000
Lohnkosten	€/a	28.000	27.000	24.000	22.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	40.000	40.000	40.000	40.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>562.000</b>	<b>545.000</b>	<b>550.000</b>	<b>559.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,18	0,20	0,20	0,20
Stromerlös	€/a	493.000	560.000	560.000	560.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	60.000	56.000	47.000	37.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>564.000</b>	<b>627.000</b>	<b>618.000</b>	<b>608.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>2.000</b>	<b>82.000</b>	<b>68.000</b>	<b>49.000</b>
Kapitalrentabilität	%	3	14	11	9
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	25	36	35	35
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	16	60	56	50

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A10:** Wirtschaftlichkeit einer 500 kW-Biogasanlage bei unterschiedlichen Gülleanteilen

Leistung	kW	500	500	500	500
Gülleanteil	%	0	35	65	80
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	3.864	4.060	4.422	4.813
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	3.704	5.872	9.979	14.418
Silolager	m <sup>3</sup>	15.892	14.648	12.291	9.743
Investitionsvolumen	€/kW	3.800	3.900	4.300	4.800
Verkaufte Strommenge	MWh/a	3.960	3.960	3.960	3.960
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	450	450	450	450
Silomaisbedarf	t FM/a	11.125	10.253	8.603	6.820
Flächenbedarf	ha	247	228	191	152
Transportentfernung Silomais	km	4,2	4,0	3,7	3,3
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	0	5.019	14.525	24.800
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	0	168	487	832
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	2.019	11.525	21.800
Transportentfernung Gülle	km	-	0,81	1,94	2,66
<b>Kosten</b>					
Abschreibungen	€/a	172.000	176.000	197.000	221.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	29.000	32.000	36.000	41.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	84.000	86.000	90.000	94.000
Kosten Silomais	€/a	274.000	252.000	212.000	168.000
Ernte- u. Transportkosten Silomais	€/a	78.000	71.000	59.000	46.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	7.000	45.000	91.000
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	25.000	22.000	18.000	14.000
Sonstige Direktkosten	€/a	11.000	10.000	8.000	6.000
Lohnkosten	€/a	35.000	33.000	30.000	26.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	55.000	55.000	55.000	55.000
<b>Summe Kosten</b>	<b>€/a</b>	<b>763.000</b>	<b>744.000</b>	<b>750.000</b>	<b>762.000</b>
<b>Erlöse</b>					
Strompreis	€/kWh	0,17	0,19	0,19	0,19
Stromerlös	€/a	685.000	764.000	764.000	764.000
Wärmeerlös	€/a	11.000	11.000	11.000	11.000
Gärresterlös	€/a	84.000	78.000	65.000	52.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>780.000</b>	<b>853.000</b>	<b>840.000</b>	<b>827.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>17.000</b>	<b>109.000</b>	<b>90.000</b>	<b>65.000</b>
Kapitalrentabilität	%	5	14	12	9
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	26	35	35	34
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	23	64	61	53

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A11:** Wirtschaftlichkeit einer 1.400 Nm<sup>3</sup>-Einspeiseanlage

			Methanvermarktung
Leistung	Nm <sup>3</sup>	1.400	1.400
Gülleanteil	%	0	0
Fermentervolumen (brutto)	m <sup>3</sup>	21.506	21.506
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	20.615	20.615
Silolager	m <sup>3</sup>	88.458	88.458
Investitionsvolumen	€/Nm <sup>3</sup>	10.000	6.000
Verkaufte Strommenge	MWh/a	22.042	58.590.101
Verkaufte Wärmemenge	MWh/a	22.674	-
Silomaisbedarf	t FM/a	61.920	61.920
Flächenbedarf	ha	1.376	1.376
Transportentfernung Silomais	km	9,9	9,9
Güllebedarf	m <sup>3</sup> /a	-	-
Erforderlicher Kuhbestand mit Nachzucht	Tiere	-	-
Zu transportierende Güllemenge	m <sup>3</sup> /a	-	-
Transportentfernung Gülle	km	-	-
<b>Kosten BGA und BHKW<sup>1)</sup></b>			
Abschreibungen	€/a	965.000	479.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	223.000	78.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	441.000	110.000
Kosten Silomais	€/a	1.523.000	1.523.000
Ernte- und Transportkosten Silomais	€/a	562.000	562.000
Transportkosten Gülle	€/a	-	-
Ausbringungskosten Gärrest	€/a	213.000	213.000
Sonstige Direktkosten	€/a	63.000	63.000
Lohnkosten	€/a	146.000	146.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	471.000	471.000
<b>Summe Kosten BGA und BHKW</b>	<b>€/a</b>	<b>4.607.000</b>	<b>3.645.000</b>
<b>Kosten Aufbereitung und Einspeisung<sup>2)</sup></b>			
Abschreibung	€/a	240.000	240.000
Zinskosten Anlagevermögen	€/a	72.000	72.000
Sonstige Anlagenkosten	€/a	40.000	40.000
Netznutzungsentgelte	€/a	-105.000	-105.000
Sonstige Betriebskosten	€/a	458.000	458.000
<b>Summe Kosten Aufbereitung/Einspeisung</b>	<b>€/a</b>	<b>705.000</b>	<b>705.000</b>
<b>Erlöse</b>			
Strompreis	€/kWh	0,21	0,07
Stromerlös	€/a	4.665.000	4.218.000
Wärmeerlös	€/a	1.134.000	-
Gärresterlös	€/a	468.000	468.000
<b>Summe Erlöse</b>	<b>€/a</b>	<b>6.267.000</b>	<b>4.686.000</b>
<b>Unternehmergewinn</b>	<b>€/a</b>	<b>955.000</b>	<b>336.000</b>
Kapitalrentabilität	%	18	11
Max. ZB Maissilage (frei Halm)	€/t	40	30
Entlohnung der eingesetzten Arbeit	€/h	113	50

1) Bei Methanvermarktung ist kein BHKW berücksichtigt.

2) Interpoliert nach Urban et al. (2009).

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Tabelle A12:** Nährstoffbilanz des typischen Milchviehbetriebes

<b>N-Zufuhr aus Wirtschaftsdüngern</b>			
Milchvieh (8.000 kg, Ackerfutterbau)	kg/a	10.030	
Jungvieh (0-27 Monate, Grünland)	kg/a	4.845	
Summe N-Zufuhr	kg/ha	173	
Max. N-Zufuhr	kg/ha	170	
Erforderliche Fläche für 230 kg Obergrenze	ha	4	
<hr/>			
<b>Bilanz Zufuhr-/Abfuhr</b>		<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
Zufuhr			
Milchviehgülle	kg/a	6.952	3.990
Jungviehgülle	kg/a	3.192	1.758
Pflanzenbau	kg/a	6.560	2.050
Summe Zufuhr	kg/a	16.705	7.798
<hr/>			
Abfuhr			
Roggen	kg/a	820	412
Silomais	kg/a	5.019	2.097
Grünland	kg/a	9.576	9.576
Summe Abfuhr	kg/a	15.415	12.086
<hr/>			
<b>Saldo</b>	<b>kg/a</b>	<b>1.290</b>	<b>-4.288</b>
	<b>kg/ha</b>	<b>15</b>	<b>-50</b>
<hr/>			
Zulässiger Überschuss	kg/ha	60	20
Notwendiger Export	kg/a	-	-
Notwendiger Gülleexport	m <sup>3</sup> /a	-	-

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V. (2010); LWK NDS (2009); LWK NDS (2009b).

**Tabelle A13:** Bereitstellungskosten Grundfutter des typischen Milchviehbetriebes frei Platte (brutto)

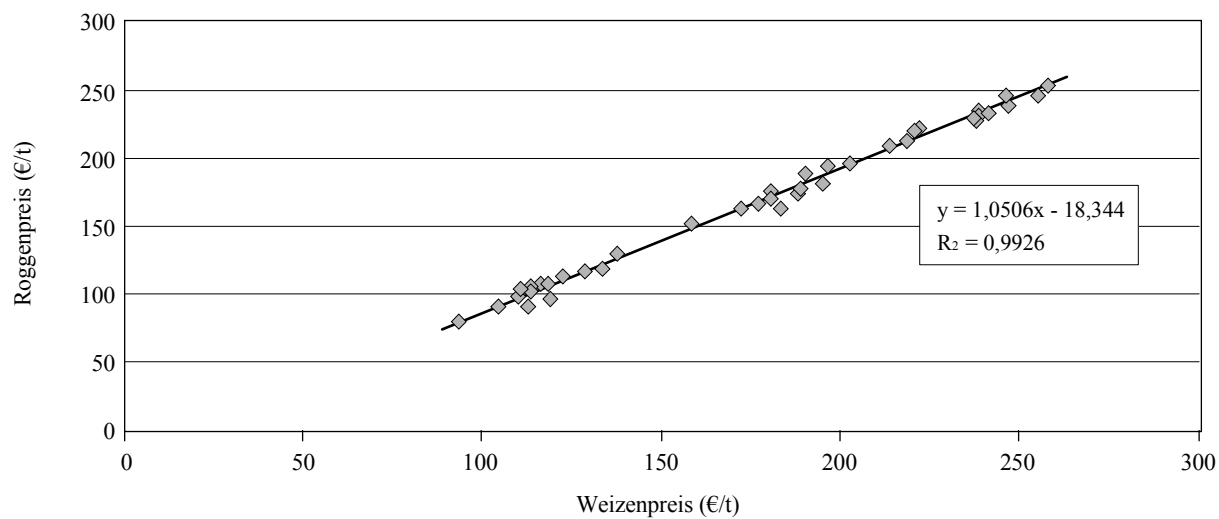
		Roggen	Mais	Grassilage	Weide
Ertrag	t FM/ha	6	45	36	50
Preis	€/t	153,87	33,04	40,30	13,87
Strohertrag	t/ha	3,5	↑	↑	↑
Strohpreis	€/t	77,49	↑	↑	↑
Leistung	€/ha	1.194	1.487	1.451	694
Saatgut	€/ha	87	175	32	5
Pflanzenschutz	€/ha	169	61	12	12
Organische Düngung	m³/ha	18 m³ RG	35 m³ RG	36 m³ RG	25 m³ RG
N	kg/ha	62	120	124	86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	34	67	68	48
K <sub>2</sub> O	kg/ha	133	259	266	185
Nährstoffwert	€/ha	210	409	420	292
Ausbringungskosten	€/ha	-56	-108	-111	-77
<b>Kosten organische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>155</b>	<b>301</b>	<b>309</b>	<b>215</b>
Mineralische Düngung					
N	kg/ha	70	80	140	50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	20	20	45	20
K <sub>2</sub> O	kg/ha	-	-	80	-
Nährstoffwert	€/ha	109	120	289	87
Ausbringungskosten	€/ha	7	7	7	4
<b>Kosten mineralische Düngung</b>	<b>€/ha</b>	<b>117</b>	<b>128</b>	<b>296</b>	<b>90</b>
Ernte und Transport	€/ha	174	350	295	-
Sonst. Arbeiterledigungskosten	€/ha	338	317	356	221
<b>Summe Direkt- und Arbeiterledigungskosten</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.038</b>	<b>1.331</b>	<b>1.301</b>	<b>544</b>
Nutzungskosten der Fläche	€/ha	156	156	150	150

Quelle: Eigene Berechnungen nach KTBL (2011b); o. V. (2010); Beratungsgemeinschaft Wesermünde (2010).

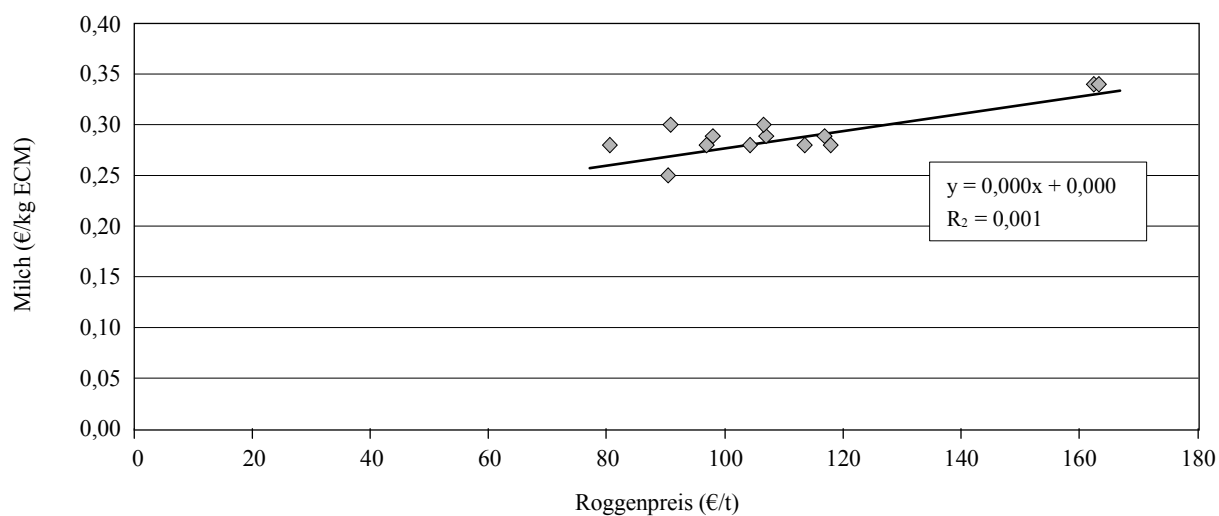
**Tabelle A14:** Vollkosten des typischen Milchviehbetriebes (brutto)

Leistungen		
Milchverkauf	ct/kg ECM	30,0
Innerbetrieblicher Milchverkauf	ct/kg ECM	0,1
Tiervverkauf, Tierversetzung	ct/kg ECM	2,5
Bestandsveränderungen	ct/kg ECM	0,0
Organ. Dünger (Güllewert)	ct/kg ECM	3,3
<b>Summe Leistungen</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>35,9</b>
Direktkosten		
Besamung, Sperma	ct/kg ECM	0,6
Tierarzt, Medikamente	ct/kg ECM	1,4
(Ab)wasser, Heizung, Energie	ct/kg ECM	0,5
Milchkontrolle, Spezialberat., Tiervers.	ct/kg ECM	0,8
Kraftfutter, MAT, Futtermilch	ct/kg ECM	5,9
Mineralfutter	ct/kg ECM	0,3
Grundfutter (Zukauf, eigen)	ct/kg ECM	10,1
Sonstiges	ct/kg ECM	0,4
Zinsansatz Viehkapital	ct/kg ECM	1,0
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>21,1</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>14,8</b>
Arbeitserledigungskosten		
Personalaufwand (fremd), Berufsgenossenschaft	ct/kg ECM	0,5
Lohnansatz	ct/kg ECM	4,6
Maschinenunterhaltung/Versicherung	ct/kg ECM	0,8
Treib- und Schmierstoffe	ct/kg ECM	0,7
Abschreibung Maschinen	ct/kg ECM	1,2
Strom (Technik)	ct/kg ECM	0,7
Zinsansatz Maschinenkapital	ct/kg ECM	0,5
<b>Summe Arbeitserledigungskosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>8,9</b>
Gebäudekosten		
Unterhaltung	ct/kg ECM	0,5
Abschreibung	ct/kg ECM	2,6
Miete	ct/kg ECM	0,0
Versicherung	ct/kg ECM	0,3
Zinsansatz Gebäudekapital	ct/kg ECM	1,4
<b>Summe Gebäudekosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>4,7</b>
<b>Sonstige Kosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>0,3</b>
<b>Summe Kosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>35,0</b>
<b>Saldo Leistungen und Kosten</b>	<b>ct/kg ECM</b>	<b>0,9</b>

Quelle: Eigene Berechnungen nach Beratungsgemeinschaft Wesermünde e.V., KTBL (2008); LWK NDS (2008).

**Abbildung A1:** Preisrelation Weizen zu Roggen (1971 bis 2009)

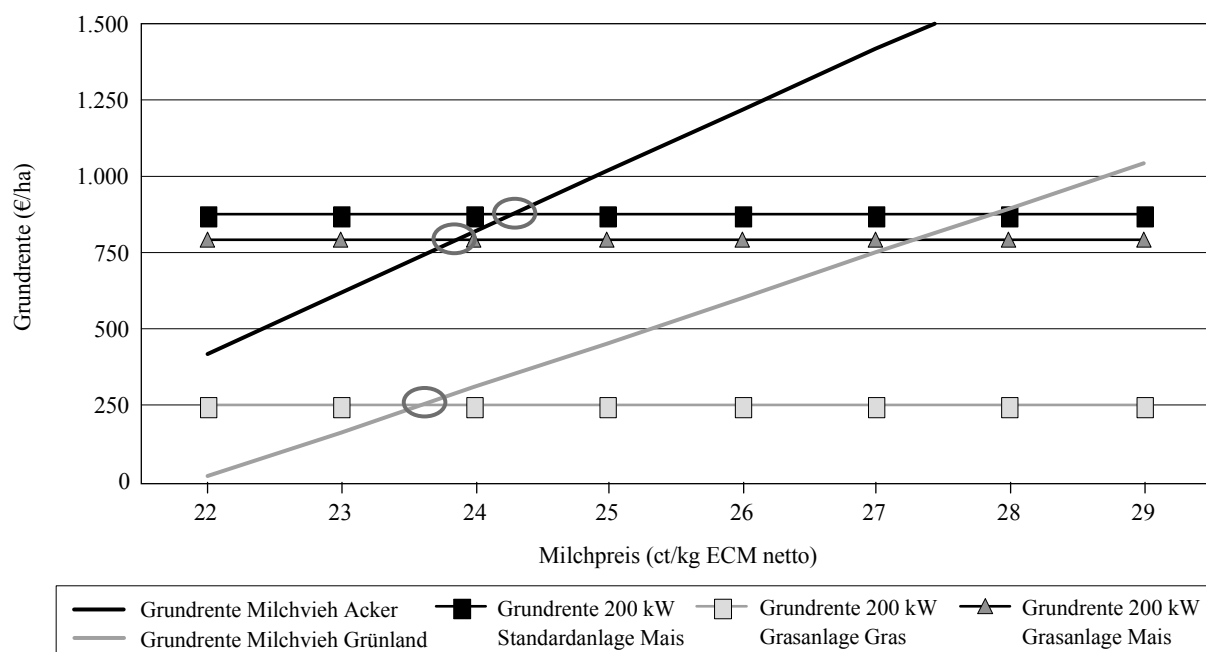
Quelle: Eigene Berechnung nach Statistisches Bundesamt.

**Abbildung A2:** Historischer Preiszusammenhang zwischen Roggen und Milch

Quelle: Eigene Berechnung nach BMELV (versch. Jg.).

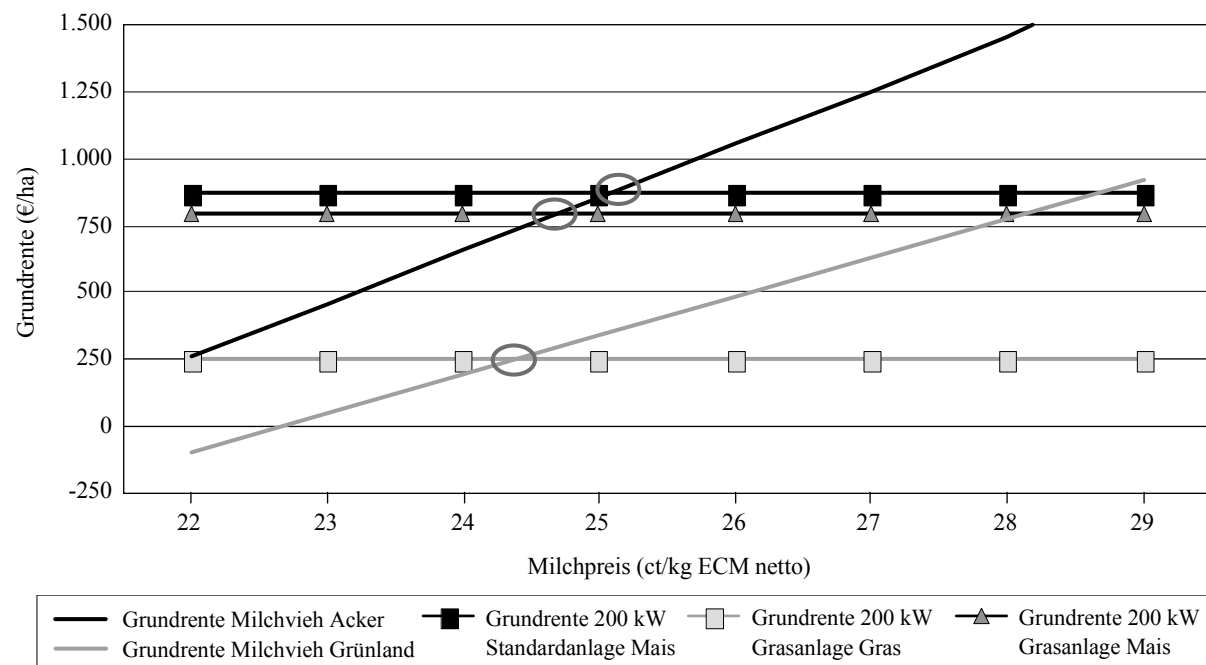


**Abbildung A3:** Gleichgewichtspreis Biogas vs. Milchvieh ohne Berücksichtigung von Kapitalkosten für Gebäude



Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011); Beratungsgemeinschaft Wesermünde 2010.

**Abbildung A4:** Gleichgewichtspreis Biogas vs. Milchvieh (>300 Kühe)



Quelle: Eigene Berechnungen nach Ellsiepen (2010); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011); Beratungsgemeinschaft Wesermünde 2010; EDV (2008).

**Tabelle A15:** Technische und ökonomische Parameter der Gärresttrocknung

Investition Trockner	120.000 €
Investition Gebäude	50.000 €
Nutzungsdauer Trockner	7 Jahre
Nutzungsdauer Gebäude	20 Jahre
Verdampfungsleistung	1,2 kWh/kg Wasser
Stromverbrauch	30.000 kWh/a
Wartungskosten	3 % vom Investment
Schwefelsäureverbrauch	8 kg/t Gärrest
Preis Schwefelsäure	300 €/t
NH <sub>4</sub> -Verlust	80 %
Arbeitszeitbedarf	100 h/a
Erlös getrockneter Gärrest	30 €/t

Quelle: Eveslage (2009).

**Tabelle A16:** Steuerlicher Pauschalierungsvorteil in der Schweinemast

		Netto	Brutto	Differenz
<b>Schlachterlöse</b>	<b>€/MP</b>	<b>386</b>	<b>427</b>	<b>41</b>
Ferkelzukauf	€/MP	133	143	
Mastfutter	€/MP	118	126	
Tierarzt, Medikamente	€/MP	4	5	
Sonstiges	€/MP	6	8	
<b>Summe Direktkosten</b>	<b>€/MP</b>	<b>262</b>	<b>281</b>	<b>20</b>
Gülleentsorgung	€/MP	3	4	1
Gebäudekosten	€/MP	48	57	9
<b>Gewinnbeitrag</b>	<b>€/MP</b>	<b>73</b>	<b>85</b>	<b>12</b>

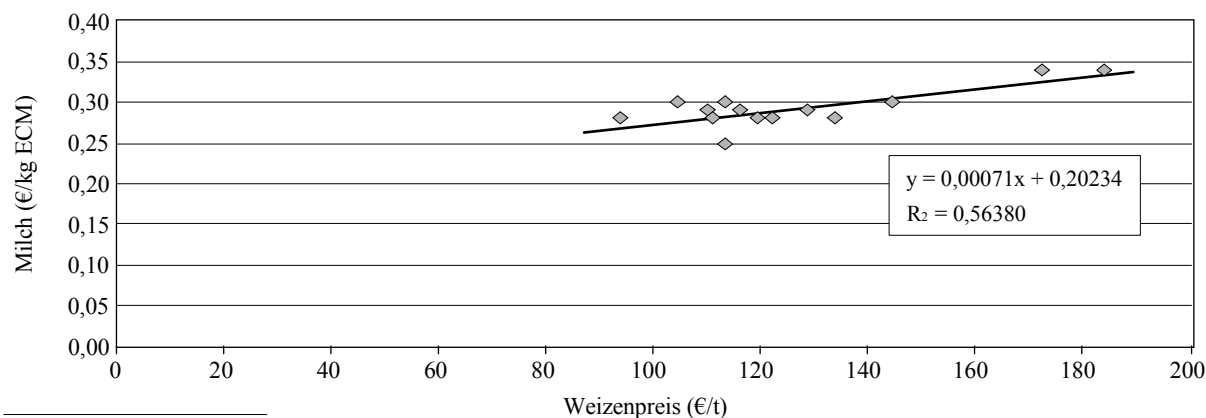
Quelle: Eigene Berechnung nach Kues (2011).

**Tabelle A17:** Kennzahlen zur Wirtschaftsdüngerbeschaffung in der Ackerbauregion

		Ohne Gülle	Nutzung regionales Gülle- aufkommen	Import von		Kombination mit	
				Schweine- gülle	Hähnchenmist und Schweinegülle	Schweine- mast	Hähnchen- mast
		200 kW_ o_WD	200 kW_ WD_Reg.	200 kW_ SG_Imp.	200 kW_ HM_SG_Imp.	200 kW_ SG_Komb.	200 kW_ HM_Komb.
<b>Anteil</b>							
Wirtschaftsdünger	%	0	35	35	35	36	35
Hähnchenmist	%	0	0	0	20	0	19
<b>Benötigte Menge</b>							
Silomais	t FM/a	4.793	4.516	4.516	3.614	4.503	3.634
Schweinegülle	m³/a	-	2.150	2.150	740	2.250	800
Hähnchenmist	t FM/a	-	-	-	985	-	960
<b>Importkosten</b>							
Schweinegülle	€/m³	-	9,2	22,1	22,1	-	22,1
Hähnchenmist	€/t	-	-	-	53,0	-	-
<b>Gärrest aus</b>							
Silomais	m³/a	3.107	2.927	2.927	2.343	2.919	2.355
Schweinegülle	m³/a	-	2.067	2.067	711	2.163	769
Hähnchenmist	m³/a	-	-	-	985	-	730
<b>Ausbringung Gärrest</b>							
aus Schweinegülle	€/m³	-	9,2	2,8	2,7	-	3,3
aus Hähnchenmist	€/m³	-	2,8	2,8	2,7	-	-
<b>Nährstoffwert</b>							
Schweinegülle <sup>1)</sup>	€/m³	-	-	10,7	10,7	-	10,7
Hähnchenmist <sup>1)</sup>	€/t	-	-	-	51,6	-	-

1) Nach Lager- und Ausbringungsverlusten.

Quelle: Eigene Berechnung nach Laurenz (2009); KTBL (2008); KTBL (2009); KTBL (2011); KTBL (2011a); Thiering (2011).

**Abbildung A5:** Preiszusammenhang Weizen und Milch (1995 bis 2010)

Quelle: Eigene Berechnung nach BMELV (versch. Jg.).

**Tabelle A18:** Konzeption des Interviewleitfadens

Schlussfolgerung	Benötigte Informationen		Diskussionsleitfaden
Tierbestand reduzieren oder Flächen zupachten oder Substrate zukaufen, um Anlage zu versorgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuhbestand vor und nach Investition in BGA</li> <li>- Bewirtschaftete Fläche vor und nach BG-Investition</li> <li>- Herkunft der Substrate</li> </ul>		<b>Diskussionsleitfaden</b> 1. Allgemeine Daten zum Betrieb 2. Informationen zur Biogasanlage 3. Entwicklung seit Biogasinvestition 4. Alternative Entwicklungspfade 5. Substratversorgung 6. Flächennutzung
Großteil der Zukaufsubstrate von vorherigen Getreideflächen wg. geringer Nutzungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herkunft der Substrate</li> <li>- Vorherige Nutzung der Anbauflächen</li> </ul>		
Wenig Gras, möglichst viel Mais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substratzusammensetzung der Anlage</li> <li>- Anpassung der Anlage an hohe Grasanteile</li> </ul>		
Grünlandumbruch, Intensivierung Grünland	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächennutzung vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Vorherige Flächennutzung Zukaufsubstrate</li> <li>- Düngungsniveau vor und nach BG-Investition</li> </ul>	→	
Reduzierung Maisanteil in der Fütterung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fütterung vor Investition in BG</li> <li>- Fütterung nach Investition in BGA</li> </ul>		
Verlagerung Investitionen von Milchvieh nach Biogas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung des Betriebes vor BG-Investition</li> <li>- Entwicklung des Betriebes seit BG-Investition</li> <li>- Alternative Investitionsabsichten des Betriebes</li> </ul>		
Verdrängung Milchvieh aufs Grünland	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fütterung vor und nach BG-Investition</li> <li>- Flächennutzung und -verwertung vor und nach BG-Investition</li> </ul>		
Steigende Pachten aufgrund höherer Grundrente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenausdehnung seit Biogasinvestition</li> <li>- Gezahlte Pachtpreise</li> </ul>		
Wachstum in BG trotz Nährstoffüberschüsse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffbilanz vor und nach Biogasanlage</li> <li>- Erweiterungen der Biogasanlage</li> </ul>		
Steigender Maisanteil aufgrund Biogasinvestition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächennutzung vor und nach Biogasanlage</li> </ul>		
Eher Maiszukauf als Flächenzupacht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substratversorgung der Anlage</li> <li>- Herkunft der Zukaufsubstrate</li> </ul>		
Investition in BG, um am Flächenmarkt wettbewerbsfähig zu sein und in der Tierhaltung wachsen zu können	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wachstum Tierhaltung vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Motive für Biogasinvestition</li> </ul>		
Pachtpreistreibender Effekt der Biogaserzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenumfang vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Gezahlte Pachtpreise</li> <li>- Motive für Flächenzupacht</li> </ul>	→	
Synergien zwischen Hähnchenmast und Biogas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wachstum in der Tierhaltung seit BG-Investition</li> <li>- Substratversorgung der Anlage</li> <li>- Motive für Biogasinvestition</li> </ul>		
Trocknung nur interessant, wenn kein Wärmekonzept	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmekonzepte</li> <li>- Motive für und wider Trocknung</li> </ul>		
Vermehrt gewerbliche Schweinemast, da steigende Pachtpreise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motive für Biogasinvestition</li> <li>- Nicht zu klären</li> </ul>		
Energiemais auf vorherigen Weizenflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächennutzung vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Substratversorgung der Anlage</li> </ul>		
Substrate von eigenen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substratversorgung der Anlage</li> <li>- Anteil Zukaufsubstrate</li> </ul>		
Import von Gülle oder Kombination mit Tierhaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tierhaltung vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Geplante Investitionen in Tierhaltung</li> <li>- Substratversorgung der Anlage</li> </ul>	→	
Substitution von Mineraldünger durch organische Dünger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Düngung vor und nach Biogasinvestition</li> </ul>		
Weniger Pachtpreissteigerung, da Substrate von eigenen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächennutzung vor und nach Biogasinvestition</li> <li>- Gezahlte Pachten</li> </ul>		
Höhere Rentabilität in Milchvieh- und Veredelungsregion, aber langfristig umgekehrt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Getätigte und geplante Erweiterungsschritte Biogas</li> <li>- Aus einzelbetrieblicher Sicht nicht nachzuweisen</li> </ul>	→	

# **Anhang 2**

## **Diskussionsleitfaden Milchvieh**



1. Bitte füllen Sie die folgende Tabelle aus.

Name/Region	
Alter des Betriebsleiters	
Anzahl Kühe bei Betriebsübernahme	
Anzahl Kühe heute	
Milchleistung (kg FECM)	
Gewinn pro Kuh (€/Kuh)	
Weitere Betriebszweige	
Ausbildung des Betriebsleiters	
Hofnachfolge geregelt?	

- Anzahl Jungvieh/Bullen
- Laufställe vorhanden?
- Wäre Hofnachfolge auch ohne Bau der Biogasanlage sicher?

2. Bitte beschreiben Sie die Dimensionierung der Biogasanlage bei der Erstinvestition.

Jahr der Erstinvestition	Jahr	
Elektrische Leistung	kW	
El. Wirkungsgrad	%	
Th. Wirkungsgrad	%	
Volllaststunden	h/a	
Eigenstrombedarf	%	
Fermentervolumen	m <sup>3</sup>	
Volumen Gärrestlager	m <sup>3</sup>	

- Motive für Investition in die Biogasanlage?
- Warum wurde diese Größe gewählt? Stufen Fermenter? Raumbelastung?
- Werden Gärrestlager (Art, Größe und Nachrüstung) aus Tierhaltung mitgenutzt?
- Wie sind die Gärrestlager abgedeckt? Warum sind sie ggf. nicht abgedeckt?
- Ist die Anlage technisch für die Vergärung hoher Grasanteile angepasst? Wenn ja, wie?

**3. Welche weiteren Investitionsschritte in Biogas hat es nach der Erstinvestition gegeben bzw. sind geplant?**

Art der Investition	Jahr	Investitions- volumen (€)

**4. Wie hat sich der Kuhbestand seit der Investition in Biogas verändert? (+10 Kühe, -10 Kühe)**

---

**5. Welche anderen Betriebszweige (z. B. Färsenaufzucht, Bullenmast, etc.) wurden im Hinblick auf die Biogasinvestition aufgegeben oder ausgelagert?**

---

**6. Wie hat sich der Anteil der Maissilage im Grundfutter aufgrund des Substratbedarfs der Biogasanlage in der Milchvieh- und Jungviehration verändert?**

	Vor Investment Biogas	Nach Investment Biogas
Maisanteil im Grundfutter bei Milchvieh (in %)		
Maisanteil im Grundfutter bei Jungvieh (in %)		

– Gibt es sonstige Anpassungen der Fütterung im Hinblick auf die Biogasanlage (z.B. Aufgabe der Weidehaltung?)

**7. Welche Investitionen (außer Biogas) sind langfristig für den Betrieb geplant? Bitte tragen Sie die geplanten Investitionen in die Tabelle ein.**

Art der Investition	Jahr	Investitions- volumen (€)

– Warum sind keine weiteren Investitionen geplant?



8. Welche mittel- und langfristigen Entwicklungsperspektiven sehen sie langfristig für den vorhandenen Betriebszweig „Milch“?

- 
- Ausstieg nach Abnutzung Ställe, Ruhestand der Eltern?

9. Welche alternative Investition wäre anstatt der Biogasanlage getätigt worden?

- 
- 
- 
- Wie stark wäre der Betrieb ohne Biogas in anderen Bereichen gewachsen?
  - Warum keine alternative Investitionen?

10. Wie viel kWh überschüssige Wärme fallen in der Biogasanlage an? Wie wird die überschüssige Wärme genutzt? Bitte tragen Sie alle Wärmeabnehmer nach dem aufgeführten Beispiel in die Tabelle ein.

Gesamter Wärmeüberschuss \_\_\_\_\_ kWh

Art der Wärmenutzung	Genutzte Wärmemenge (kWh)	Angesetzter Wärmeerlös (ct/kWh)
<i>Beheizen des eigenen Wohnhauses</i>	<i>15.000</i>	<i>2</i>

- Was wird getrocknet?
- Was würde in gleichem Umfang auch mit fossiler Wärme gemacht werden?
- Was dient lediglich zur Optimierung des KWK-Bonus?
- Welche weiteren Wärmekonzepte mit welchem Wärmeabsatz sind geplant?
- Hürden bei der Realisierung weiterer Wärmekonzepte?

**11.** Wie war die Substratzusammensetzung der Biogasanlage im letzten Jahr? Bitte füllen Sie die Tabelle aus.

	<b>Gesamteinsatz (t/a)</b>	<b>Selbst an- gebaut (t/a)</b>	<b>Zugekauft (t/a)</b>	<b>Zukaufspreis (€/t FM)</b>
Maissilage				
Grassilage 1. und 2. Schnitt				
Grassilage 3. und 4. Schnitt				
...				
Rindergülle				
Schweinegülle				

- Zu welchen Konditionen werden die Substrate zugekauft?
- Anteil langfristige Lieferverträge, Spotmarkt?
- Wie sind die Preise definiert (mit/ohne MwSt., frei Platte, ohne Gärrestrücknahme)?
- Nach welcher Maßgabe werden die Substratpreise berechnet (Gleichgewichtspreis)?
- Transportentfernungen der Substrate Durchschnitt, maximale Entfernung)
- Wird der gesamte auf dem Betrieb anfallende Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage verwertet? Wenn nein, warum nicht?
- Gab es bereits Nährstoffüberschüsse vor der Biogasanlage? Wie ist es jetzt?

**12.** Sollte Sie Gülle/Mist von anderen Betrieben beziehen, füllen Sie bitte die folgende Tabelle aus.

<b>Art des Wirtschaftsdüngers</b>	<b>Menge</b>	<b>Transportentfer- nung (km)</b>	<b>Preis (€/m³)</b>

- Wie ist der Preis definiert (mit/ohne MwSt, frei BBGA)?
- Wie ist der Gülleimport organisiert und welche vertraglichen Regelungen bestehen?
- Wird Gülle hin- und Gärrest zurückgefahren?
- Wo wird Gärrest aus Gülle gelagert?
- Wer trägt die Transportkosten?
- Wer trägt Ausbringungskosten des Gärrestes?
- Warum wird keine Gülle von anderen Betrieben eingesetzt?

**13. Wie war die Flächennutzung des Betriebes vor der Investition in die Biogasanlage?  
Bewirtschaftete Fläche vor Investment Biogas**

	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 20m<sup>3</sup>/ha Milchviehgülle)</b>
Ackerfläche				
Silomais				
Weizen				
Gerste				
Triticale				
	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Schnitte / Gesamter- trag (t FM/ha)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 20m<sup>3</sup>/ha Milchviehgülle)</b>
Grünland				

- Gab es überschüssige Acker- und Grünlandflächen?
- Extensive Nutzung des Grünlandes? (Was ist mit 3./ 4. Schnitt?)
- Verwertung Erntegut?
- Ernteverfahren Grassilage?

**14. Wie ist die derzeitige Flächennutzung?**

**derzeitige Flächennutzung**

	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 20m<sup>3</sup>/ha Milchviehgülle)</b>
Ackerfläche				
Silomais				
Weizen				
Gerste				
Triticale				
...				
	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Schnitte / Gesamtertrag (t FM/ha)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 20m<sup>3</sup>/ha Milchviehgülle)</b>
Grünland				

- 
- Flächenzuwachs?
  - Gründe für den Flächenzuwachs (Sicherheitsanforderung Bank, Nährstoffdeponierung)?
  - Max. min. durchschnittlicher Pachtpreis für zugepachtete Flächen?
  - Wie ist der Pachtpreis definiert?
  - Regionales Pachtpreisniveau für Neupachten?
  - Von welchen Betriebstypen wurden Flächen gepachtet?
  - Was für Betriebe waren Mitbieter um Pachtflächen?
  - Höhere organische Düngung durch Gärrest?
  - Reduzierung der mineralischen Düngung?
  - Grünlandnutzung intensiviert?
  - Ernteverfahren Grassilage?
  - Verwertung Erntegut?
  - Wann wird Gärrest ausgebracht (Herbst oder Frühjahr)?
  - Ausbringtechnik bei Gärrestausbringung?

# **Anhang 3**

## **Diskussionsleitfaden Veredlung**



### 1. Bitte füllen Sie die folgende Tabelle aus.

Name / Region				
Alter des Betriebsleiters				
Produktionsrichtung Tierhaltung	Mast- schweine	<b>Zucht- sau</b>	Mast- hähnchen	
Anzahl Tierplätze bei Betriebsübernahme				
Anzahl Tierplätze derzeit				
Jahr der Betriebsübernahme				
Ausbildung des Betriebsleiters				
Hofnachfolge geregelt?				

- Wäre Hofnachfolge auch ohne Biogasanlage sicher?
- Art der Güllelagerung? Abdeckung?

### 2. Bitte beschreiben Sie die Dimensionierung der Biogasanlage bei der Erstinvestition.

Jahr der Erstinvestition	Jahr	
Elektrische Leistung	kW	
El. Wirkungsgrad	%	
Th. Wirkungsgrad	%	
Volllaststunden	h/a	
Eigenstrombedarf	%	
Fermentervolumen	m <sup>3</sup>	
Volumen Gärrestlager	m <sup>3</sup>	
Investitionsvolumen	€	

- Motive für die Investition in die Biogasanlage?
- Warum wurde diese Größe gewählt? Stufen Fermenter? Raumbelastung?
- Werden Gärrestlager (Art, Größe und Nachrüstung) aus Tierhaltung mitgenutzt?
- Abdeckung der Gärrestlager? Warum evtl. nicht abgedeckt?

**3. Welche weiteren Investitionsschritte in Biogas hat es nach der Erstinvestition gegeben bzw. welche sind geplant?**

<b>Art der Investition, Umfang (z.B. Erweiterung 250kW)</b>	<b>Jahr</b>	<b>Investitions- volumen (€)</b>

**4. Um wie viele Tierplätze wurde der Betrieb seit der Investition in Biogas erweitert oder verkleinert? (z. B.: +500 Schweinemastplätze, +20.000 Hähnchenmastplätze, -10 Milchkühe)**

---

**5. Welche anderen Betriebszweige wurden im Hinblick auf die Biogasinvestition aufgegeben oder ausgelagert?**

---

**6. Welche Investitionen (außer Biogas) sind langfristig für den Betrieb geplant? Bitte tragen Sie die geplanten Investitionen und deren Umfang in die Tabelle ein.**

<b>Art der Investition</b>	<b>Umfang (z.B. Stallplätze)</b>	<b>Jahr</b>	<b>Investitions- volumen (€)</b>

– Warum sind keine Investitionen geplant?

**7. Welche mittel- und langfristigen Entwicklungsoptionen sehen Sie für die vorhandenen Betriebszweige?**

---

– Ausstieg bei Abnutzung der Gebäude, Ruhestand der Eltern?

**8. Welche alternative Investition bzw. Betriebsentwicklung wäre anstatt der Biogasanlage getätigt worden (falls möglich mit Umfang, z. B. Investition in 1.000 Schweinemastplätze)?**

---



---

– Wie stark wäre der Betrieb ohne Biogas in anderen Bereichen gewachsen?

– Warum keine alternativen Investitionen?



**9.** Wie viel kWh überschüssige Wärme fallen in der Biogasanlage an? Wie wird die überschüssige Wärme genutzt? Bitte tragen Sie alle Wärmeabnehmer nach dem aufgeführten Beispiel in die Tabelle ein.

Gesamter Wärmeüberschuss: \_\_\_\_\_ kWh

Art der Wärmenutzung	Genutzte Wärmemenge (kWh)	Angesetzter Wärmeerlös (ct/kWh)
<i>Beheizen des eigenen Wohnhauses</i>	<i>15.000</i>	<i>2</i>

- Was wird getrocknet?
- Was würde in gleichem Umfang auch mit fossiler Wärme gemacht werden?
- Was dient lediglich zur Optimierung des KWK-Bonus?
- Welche weiteren Wärmekonzepte mit welchem Wärmeabsatz sind geplant?
- Hürden bei der Realisierung weiterer Wärmekonzepte?

**10.** Wie hoch war der Wirtschaftsdüngeranfall des Betriebes vor der Investition in die Biogasanlage, wo wurden die Wirtschaftsdünger ausgebracht?

Art des Wirtschaftsdüngers	Anfall (m <sup>3</sup> oder t/a)	Ausbringung auf		
		Eigene Flächen	Flächen benachbarter Landwirte	Gülleborse
<i>Mastschweinegülle</i>	<i>2.500 m<sup>3</sup></i>	<i>50 %</i>	<i>20 %</i>	<i>30 %</i>

- Organisation bei Ausbringung auf Flächen benachbarter Betrieb?
- Wer trug Ausbringungskosten? Weitere Zahlungen?
- Welche WD wurden überregional entsorgt? Separierung?
- Erlöse und Kosten bei überregionalem Transport?

**10.** Wie hoch ist der Wirtschaftsdünger- und Gärrestanfall des Betriebes seit der Investition in die Biogasanlage, wo werden der Gärrest und nicht in der Biogasanlage eingesetzte Wirtschaftsdünger ausgebracht?

Art des Wirtschaftsdüngers	Anfall (m <sup>3</sup> oder t/a)	Ausbringung auf		
		Eigene Flächen	Flächen benachbarter Landwirte	Güllebörse
Mastschweinegülle	2.500 m <sup>3</sup>	50 %	20 %	30 %
Gärrest				

- Organisation bei Ausbringung auf Flächen benachbarter Betrieb?
- Wer trägt Ausbringungskosten? Weitere Zahlungen?
- Welche WD werden überregional entsorgt? Separierung?
- Erlöse und Kosten bei überregionalem Transport?
- Warum wird nicht der gesamte Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage genutzt?

**13.** Wie war die Substratzusammensetzung der Biogasanlage im letzten Jahr? Bitte füllen Sie die Tabelle aus.

	Gesamteinsatz (t/a)	Selbst an-gebaut (t/a)	Zugekauft (t/a)	Zukaufspreis (€/t FM)
Maissilage				
Grünroggen				
Grassilage 3. und 4. Schnitt				
Rindergülle				
Sauengülle				
Mastschweinegülle				
Hähnchenmist				

- Zu welchen Konditionen werden die Substrate zugekauft?
- Werden die Substrate von Betrieben zugekauft, die vorher die Tierhaltung aufgegeben oder verringert haben? In welchem Umfang wurde diese verringert?
- Anteil langfristige Lieferverträge, freier Markt?
- Wie sind die Preise definiert (mit/ohne MwSt., frei Platte, ohne Gärrestrücknahme)?
- Wie wird Preis ermittelt? (Preisgleitklauseln, Gleichgewichtspreis Weizen)?
- Transportentfernungen der Substrate Durchschnitt, maximale Transportentfernung)

**Gülle:**

- Wie ist der Gülleimport organisiert und welche vertraglichen Regelungen bestehen?
- Wird Gülle hin und Gärrest zurückgefahren?
- Wer trägt die Transportkosten?
- Wer trägt Ausbringungskosten des Gärrestes?
- Warum wird keine Gülle von anderen Betrieben eingesetzt?

**14. Wie war die Flächennutzung des Betriebes vor der Investition in die Biogasanlage?**

Bewirtschaftete Fläche vor Investment Biogas

	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Strohab- fuhr (ja/nein)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 30 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle)</b>
Ackerfläche					
Silomais					
Weizen					
Gerste					
Triticale					
	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Schnitte (Anzahl)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 30 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle)</b>
Grünland					

- Gab es Nährstoffüberschüsse durch organische Düngung?
- Konnten alle organischen Nährstoffe untergebracht werden?
- Wie sind die Nährstoffgehalte der einzelnen Wirtschaftsdünger?

**15. Wie viel % der jeweiligen selbst angebauten Kulturen wurden verkauft (z. B. Weizen 100%, Gerste 20%)?**

---

## 16. Wie ist die derzeitige Flächennutzung?

### Derzeitige Flächennutzung

	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Strohab- fuhr (ja/nein)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 30 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle)</b>
Ackerfläche					
Silomais					
Weizen					
Gerste					
Triticale					
	<b>Fläche (ha)</b>	<b>Ertrag (t FM/ha)</b>	<b>Schnitte (Anzahl)</b>	<b>Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)</b>	<b>Organische Düngung (z.B. 30 m<sup>3</sup>/ha Schweinegülle)</b>
Grünland					

## 17. Wie viel % der jeweiligen selbst angebauten Kulturen werden verkauft (z.B. Weizen 100%, Gerste 20%)?

- 
- Gab es Flächenzuwachs?
  - Gründe für den Flächenzuwachs (Sicherheitsanforderung Bank, Nährstoffdeponierung)?
  - Max./ min./ durchschnittlicher Pachtpreis für zugepachtete Flächen?
  - Wie ist der Pachtpreis definiert (mit/ohne Prämienrecht)?
  - Regionales Pachtpreisniveau für Neupachten Acker- und Grünland?
  - Von welchen Betriebstypen wurden Flächen zugepachtet (z. B. Betrieb, der Schweinemast aufgegeben hat)?
  - Was für Betriebe waren Mitbieter um Pachtflächen (Biogasanlage, Schweinemäster, Milchviehhalter)?
  - Höhere organische Düngung durch Gärrest als vorher?
  - Reduzierung der mineralischen Düngung?
  - Wann wird Gärrest ausgebracht (Herbst oder Frühjahr)?
  - Mit welcher Technik wird Gärrest ausgebracht?

# **Anhang 4**

## **Diskussionsleitfaden Ackerbauregion**



### 1. Bitte füllen Sie die folgende Tabelle aus.

Name / Region	
Alter des Betriebsleiters	
Jahr der Betriebsübernahme	
Bewirtschaftete Fläche heute	
weitere Betriebszweige	
Ausbildung des Betriebsleiters	
Hofnachfolge geregelt?	

- Wäre Hofnachfolge auch ohne Biogasanlage sicher?
- Falls Tiere → Art der Güllelagerung?

### 2. Bitte beschreiben Sie die Dimensionierung der Biogasanlage bei der Erstinvestition.

Jahr der Erstinvestition	Jahr	
Elektrische Leistung	kW	
El. Wirkungsgrad	%	
Th. Wirkungsgrad	%	
Volllaststunden	h/a	
Fermentervolumen	m <sup>3</sup>	
Volumen Gärrestlager	m <sup>3</sup>	

- Motive für Investition in die Biogasanlage?
- Warum wurde diese Größe gewählt? Stufen Fermenter? Raumbelastung?
- Wie viele Betriebe sind an der Biogasanlage beteiligt? Wie viel Fläche bewirtschaften diese Betriebe jeweils?
- Werden Gärrestlager aus Tierhaltung mitgenutzt?
- Wie sind Gärrestlager abgedeckt? Warum ggf. nicht abgedeckt?

### 3. Welche weiteren Investitionsschritte in Biogas hat es nach der Erstinvestition gegeben bzw. sind geplant?

Art der Investition	Jahr	Investitions- volumen (€)

4. Welche anderen Betriebszweige wurden im Hinblick auf die Biogasinvestition aufgegeben oder ausgelagert?

---

5. Welche Investitionen (außer Biogas) wurden seit der Investition in Biogas durchgeführt bzw. sind langfristig geplant? Bitte tragen Sie die Investitionen in die Tabelle ein.

Art der Investition	Jahr	Investitionsvolumen (€)

– Warum keine Investitionen?

6. Welche alternative Investition wäre anstatt der Biogasanlage getätigt worden?

---



---



---

– Warum keine alternativen Investitionen?

7. Wie viel kWh überschüssige Wärme fallen in der Biogasanlage an? Wie wird die überschüssige Wärme genutzt? Bitte tragen Sie alle Wärmeabnehmer nach dem aufgeführten Beispiel in die Tabelle ein.

Wärmeüberschuss \_\_\_\_\_ kWh

Art der Wärmenutzung	Genutzte Wärmemenge (kWh)	Angesetzter Wärmeerlös (ct/kWh)
<i>Beheizen des eigenen Wohnhauses</i>	<i>15.000</i>	<i>2</i>

- Was wird getrocknet?
- Was würde in gleichem Umfang auch mit fossiler Wärme gemacht werden?
- Was dient lediglich zur Optimierung des KWK-Bonus?
- Welche weiteren Wärmekonzepte mit welchem Wärmeabsatz sind geplant (Wärmemenge, Investment)?
- Hürden bei der Realisierung weiterer Wärmekonzepte?



- 8. Welche Strategien verfolgen Sie, um den Güllebonus zu realisieren?

---



---

- Ist Hähnchenmistimport eine Option?
- Kooperation mit anderen Betrieben?
- Investition in Schweine- oder Hähnchenmast?
- Abgepresste Gülle?

9. Bitte füllen Sie die folgende Tabelle zum Einsatz von Wirtschaftsdünger in der Anlage aus.

Art des Wirtschaftsdüngers	Menge	Transportentfernung (km)	Preis (€/m³)

- Woher stammt die Gülle?
- Wie ist der Preis definiert (mit/ohne MwSt., frei Anlage)?
- Wie ist der Gülleimport organisiert und welche vertraglichen Regelungen bestehen?
- Wird Gülle hin- und Gärrest zurückgefahren?
- Wer übernimmt Transportkosten?
- Wo wird Gärrest aus Gülle gelagert?
- Wer übernimmt ggf. Ausbringung?

10. Wie war die Flächennutzung des Betriebes vor der Investition in die Biogasanlage?

Bewirtschaftete Fläche vor Investment Biogas

	Fläche (ha)	Ertrag (t FM/ha)	Mineralische Düngung (z.B. 100 kg/ha DAP)	Organische Düngung (z.B. 30 m³/ha Schweinegülle)
Ackerfläche				
Zuckerrüben				
Weizen				
Gerste				
Raps				
...				

## 11. Wie ist die derzeitige Flächennutzung?

### Derzeitige Flächennutzung

	<b>Fläche</b> (ha)	<b>Ertrag</b> (t FM/ha)	<b>Mineralische Düngung</b> (z.B. 100 kg/ha DAP)	<b>Organische Düngung</b> (z.B. 20m <sup>3</sup> /ha Milchviehgülle)
Ackerfläche				
Silomais				
Zuckerrüben				
Grünroggen				
Weizen				
...				

- Flächenzuwachs im Hinblick auf die Biogasanlage
- Gründe für den Flächenzuwachs (Sicherheitsanforderungen Banken, Risiko Agrarpreise)?
- Max. min und durchschnittlicher Pachtpreis für die zugepachteten Flächen?
- Wie ist der Pachtpreis definiert?
- Wie hoch ist Zahlungsanspruch?
- Regionales Pachtpreisniveau für Neupachten?
- Von welchen Betriebstypen wurden die Flächen zugepachtet?
- Welche Betriebe waren Mitbieter um die Pachtflächen?
- Reduzierung der mineralischen Düngung?
- Wann wird Gärrest ausgebracht (Herbst/Frühjahr)?
- Wie wird Gärrest ausgebracht (Technik)?

**12.** Wie ist die Substratzusammensetzung der Biogasanlage? Bitte füllen Sie die Tabelle aus.

	<b>Gesamteinsatz (t/a)</b>	<b>Selbst an- gebaut (t/a)</b>	<b>Zugekauft (t/a)</b>	<b>Zukaufspreis (€/t FM)</b>
Maissilage				
Grünroggen				
Zuckerrüben				
...				
Rindergülle				
Schweinegülle				
Hähnchenmist				

- Anteil langfristige Lieferverträge, Spotmarkt?
- Wie sind die Preise definiert (mit/ohne MwSt, frei Platte, mit Gärrestrückführung)?
- Wie wird Preis bestimmt (Preisgleitklauseln, Weizenpreis)?
- Transportentfernungen der Substrate Durchschnitt, maximale Transportentfernung?
- **Gülle:**
  - Wie ist Gülleimport organisiert, welche vertraglichen Regelungen bestehen?
  - Wie wird Preis bestimmt (Nährstoffwert)?
  - Transportentfernungen für Gülle?
  - Wird Gärrest hin- und Gülle zurück gefahren?
  - Wer trägt Ausbringungskosten für den Gärrest?



# **Anhang 5**

## **Thesenpapier**



# **Die Biogasförderung in Deutschland - Evaluierung agrarstruktureller Auswirkungen**

## **Überregionaler Berater-Workshop**

Thomas de Witte, vTI Braunschweig

### **I. Hintergrund**

Derzeit werden in Deutschland auf 8 % der Ackerfläche Substrate für die Biogaserzeugung angebaut. Regional schwanken die Energiemaisanteile an der Ackerfläche sehr stark. In Niedersachsen reichen sie von 4 % (Region Hannover) bis hin zu 20 % (Soltau-Fallingb., Celle, Cloppenburg). Daher stellt sich die Frage, wie a) diese Entwicklungsunterschiede zu erklären sind und b) die Biogasförderung die klassische landwirtschaftliche Produktion beeinflusst. Bisher gibt es in der Agrarforschung keine klaren Antworten auf diese Fragen. Daher wurde ein praxisnaher Ansatz zur Beantwortung der Fragestellungen entwickelt und erprobt. Für den Ansatz wird davon ausgegangen, dass sich die Biogasproduktion aufgrund von Standortbedingungen regional sehr unterschiedlich entwickelt hat.

### **II. Der Forschungsansatz**

Der entwickelte Ansatz besteht aus drei Elementen:

#### **Element (1) Kalkulation typischer Biogasanlagen**

Um die regionale Entwicklungsunterschiede nachzuvollziehen, wurden typische Betriebe für eine Milchvieh-, Veredelungs- und Ackerbauregion erhoben. Anschließend wurde analysiert, wie sich eine Biogasanlage auf diesen Betrieben integrieren lässt.

##### ***Wesentliche Befunde:***

- Die Fläche typischer Tierhaltungsbetriebe reicht nicht aus, um die Anlagen mit Substraten zu versorgen.
- Anlagen in Veredelungs- und Milchviehregionen sind im Vergleich zu Anlagen in Ackerbauregionen deutlich rentabler.
- Es besteht eine starke Wettbewerbsfähigkeit (Grundrente) gegenüber klassischen Produktionsverfahren.

##### ***Kritische Aspekte des Ansatzes:***

- Nur rechnerisch ermittelte Wirkungen werden erfasst.
- Teilweise ergibt sich eine erhebliche Sensitivität der Resultate bei Variation bestimmter Annahmen (Transportkosten für Gülle in der Ackerbauregion, Wärmenutzung, Annahmen Nutzungskosten Fläche Milchviehregion, kombinierte Investition Ackerbauregion).

## Element (2) Fallstudien

Es wurden Fallstudien über real existierenden Biogasanlagen erhoben, um Entwicklungsmuster und indirekte Strukturwirkungen (Rohstoffherkünfte, alternative betriebliche Entwicklungen) in den typischen Regionen zu erfassen.

### *Wesentliche Befunde:*

- Betriebe, die einmal in Biogas investiert haben, tätigen relativ schnell weitere umfangreiche Erweiterungsschritte.
- In der Milchviehregion ist das Wachstum in der Tierhaltung nach der Biogasinvestition deutlich gesunken. In der Veredelungsregion hingegen ist es gestiegen. Milchviehbetriebe wären deutlich stärker in der Tierhaltung gewachsen, wenn sie nicht in die Biogaserzeugung investiert hätten.
- In Milchvieh- und Veredelungsregionen steigt die Flächennachfrage durch Biogasanlagenbetreiber sehr stark an.
- In der Ackerbauregion gibt es kaum Auswirkungen, da die Anlagen in Kooperation betrieben werden und die Substrate auf den eigenen Flächen angebaut werden.

### *Kritische Aspekte des Ansatzes:*

- Die Fallstudien sind lediglich Einzelbeispiele und nicht repräsentativ.
- Der Interviewleitfaden enthält auch hypothetische Fragen. Offen ist, wie sicher die Aussagen sind.

## Element (3) Beraterworkshop

In dem Workshop sollen die kritischen Aspekte der vorherigen Resultate überprüft werden. Ferner soll diskutiert werden, inwieweit die Befunde hinsichtlich der Strukturwirkung auch unter den Bedingungen des EEG 2012 Gültigkeit behalten werden. Folgende Fragen sollen mit den Beratern diskutiert werden:

- Sind die getroffenen wesentlichen Annahmen (Substratkosten, Entsorgungskosten Gülle, Hähnchenmist, kein deutlicher Anstieg der Entsorgungskosten zu erwarten) für die Berechnungen realistisch?
- Reflektieren die unterstellten Strategien der Biogasanlagen-Betreiber alle wesentlichen Entscheidungsparameter der Unternehmer oder sind weitere – ggf. auch nicht-monetäre – wesentliche Aspekte zu berücksichtigen (gesellschaftliche Akzeptanz, persönliche Präferenzen der Betriebsleiter)?
- Was spricht dafür und dagegen, dass die Ergebnisse aus den Fallstudien für die betrachtete Region verallgemeinerbar sind?
- Was spricht dafür und dagegen, dass die Ergebnisse aus den Fallstudien auf ähnlich strukturierte Regionen übertragbar sind?
- Was spricht für und gegen die Schlussfolgerungen hinsichtlich der Strukturwirkungen zwischen den Regionen (Gülletransport, Verlagerung der Tierhaltung)? Welche Faktoren sind zusätzlich zu berücksichtigen?



### **III. Wesentliche Ergebnisse zur Strukturwirkungen der Biogasförderung**

Im Folgenden werden die wesentlichen Schlussfolgerungen der bisherigen Analysen skizziert. Sie sollen als Grundlage für die Diskussion im Expertenworkshop dienen. Die Analysen aus denen die nachfolgenden Schlussfolgerungen gezogen wurden, werden im Workshop präsentiert.

#### **Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen mit unterschiedlichen Gülleanteilen**

- (1) Unter den Bedingungen des EEG 2009 sind vor allem 200 kW-Anlagen mit 35 % Wirtschaftsdünger sehr rentabel.
- (2) Einspeiseanlagen sind unter den Voraussetzungen des EEG 2009 sehr wirtschaftlich, wenn das Biomethan in wärmegeführten BHKWs verstromt wird. Allerdings ist ein enormer Management- und überörtlicher Koordinationsaufwand (Schaffung von dezentralen KWK-Anlagen) mit derartigen Anlagen verbunden. Daher wurden sie bisher kaum von Landwirten realisiert. Aus Sicht von Energieversorgungsunternehmen war es bisher lukrativer, KWK-Anlagen mit Erdgas zu betreiben.
- (3) Hohe Gülleanteile sind aufgrund der zur erwartenden Transportkosten sowie der Kosten für zusätzlich zu errichtende Gärrestlager nicht zu erwarten.

#### **Biogasproduktion in Milchviehregionen**

- (1) Da Milchviehbetriebe etwa 75 % ihrer Biogassubstrate zukaufen, entsteht ein erheblicher Druck auf dem Flächenmarkt. Die Flächenkonkurrenz mit wachstumswilligen Milchviehbetrieben führt zu steigenden Pachtpreisen.
- (2) Die Biogaserzeugung ist in der Milchviehregion sehr wirtschaftlich, da die Substrate auf vorherigen Getreideflächen angebaut werden. In der Folge kam es zu sehr hohen Wachstumsraten für die Biogaserzeugung in der Region. Verknappen sich jedoch die überschüssigen Getreideflächen, müssen die Biogasanlagenbetreiber aktive Milchviehhalter verdrängen. Aufgrund dann steigender Nutzungskosten der Fläche sinkt die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung erheblich, so dass sich das Wachstum voraussichtlich verringern wird.
- (3) Unter den Bedingungen des EEG 2009 war bei Milchpreisen unter 28 ct/kg langfristig mit einer vermehrten Einstellung der Milchproduktion und/oder tendenziell mit einer Verringerung der Milchproduktion zu rechnen. In Regionen mit Flächen, die (noch) nicht für die Produktion von Futter für Rindvieh bzw. Rohstoffen für Biogasanlagen benötigt werden, geschah dies freiwillig. Nämlich dann, wenn landwirtschaftliche Unternehmerfamilien vor der Entscheidung standen, in Biogas oder Milchvieh zu investieren und sich für die wirtschaftlichere Option „Biogas“ entschieden haben. Dieser Befund hat sich in den Fallstudien bestätigt, da die Landwirte viel stärker in der Milchviehhaltung gewachsen wären, wenn sie keine Biogasanlage gebaut hätten. In Regionen, in denen (Acker-) Flächen bereits knapp sind bzw. werden, wird die Milchviehhaltung bei Milchpreisen unter 28 ct/kg ECM jedoch

auch gegen den Willen der Milchproduzenten verdrängt, indem Betreiber von Biogasanlagen die erforderlichen Flächen pachten. Unter den Bedingungen des EEG 2012 bleibt dieser Befund grundsätzlich bestehen. Durch die Kleinanlagenförderung wird der Flächendruck etwas verringert, da größere Milchviehbetriebe eher Gülleanlagen bauen werden.

- (4) Aufgrund der steigenden Flächennachfrage wird die Bewirtschaftung intensiviert. Hierfür wird ackerfähiges Grünland soweit wie möglich umgebrochen. Die Weidewirtschaft wird verringert und die Stickstoffdüngung auf Grünlandflächen erhöht.

### **Biogasproduktion in Veredelungsregionen**

- (1) Aufgrund von Synergieeffekten zu der Hähnchenmast ist die Biogaserzeugung trotz Nährstoffüberschüssen in Veredelungsregionen sehr wirtschaftlich. Daher veredeln Hähnchenmäster ihren Mist, anstatt ihn, wie bisher, in Ackerbauregionen zu exportieren.
- (2) Obwohl Biogaserzeuger nicht mit Veredelungsbetrieben um Futterflächen konkurrieren, führt die Biogasförderung zu steigenden Pachtpreisen. Ursache ist, dass a) Biogasanlagenbetreiber versuchen einen Teil der Substratversorgung über Pachtverträge zu sichern und b) Veredelungsbetriebe Biogasanlagen bauen, um langfristig am Pachtmarkt wettbewerbsfähig zu sein und in der Tierhaltung wachsen zu können.
- (3) Schweinemäster, die nicht in die Biogaserzeugung investieren, werden aufgrund steigender Pachtpreise vermehrt zur gewerblichen Tierhaltung übergehen.

### **Biogasproduktion in Ackerbauregionen**

- (1) Zwar erwirtschaften Anlagenbetreiber in Ackerbauregionen ebenfalls hohe Grundrenten (700 €/ha). Da die Substrate in der Regel jedoch von den Flächen der Anlagenbetreiber bereitgestellt werden können, wirkt die Biogasförderung weniger stark auf die regionalen Pachtpreise.
- (2) Ohne Güllebonus können unter dem EEG 2009 nur mit hoher Wärmenutzung Renditen über 10 % erwirtschaftet werden. Daher wurden in der Region weniger Anlagen gebaut. Die Möglichkeit, Gülle zu importieren oder Biogasanlagen mit Mastställen zu kombinieren, haben die landwirtschaftlichen Unternehmer scheinbar nicht erkannt. Hierdurch können sie jedoch Renditen im Bereich von 20 % erwirtschaften.

### **Interregionale Veränderungen aufgrund der Biogasförderung**

- (1) Unter den Bedingungen des EEG 2009 ist die Biogaserzeugung aufgrund der Gülleverfügbarkeit und geringen Nutzungskosten für Ackerflächen in Milchvieh- und Veredelungsregionen rentabler als in Ackerbauregionen. Wenn Ackerbauern jedoch Biogasanlagen mit der Tierhaltung kombinieren würden, könnten sie deutlich höhere Renditen erwirtschaften. Bisher hatten Ackerbauern, die in die Schweinemast investiert haben, einen Standortvorteil gegenüber ihren Berufskollegen in Veredelungsregionen von 12 €/MP. Durch die Möglichkeit, Biogasanlagen mit Schweinemaststäl-

len zu kombinieren, stieg der Anreiz Schweinemastställe in Ackerbauregionen zu errichten, um 26 €/Mastplatz. Gleichzeitig verringert sich aufgrund der Biogasförderung die Wettbewerbsfähigkeit der Schweinemast in Veredelungsregionen. Somit könnte die Biogasförderung langfristig eine Verlagerung der Veredelung in die Ackerbauregionen begünstigen.

- (2) Durch die Synergieeffekte zwischen der Biogaserzeugung und der Hähnchenmast steigt die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Hähnchenmast deutlich. Dies verdeutlicht folgende Überschlagsrechnung: Während zwischen dem oberen und unteren Viertel der Hähnchenmäster die Direktkosten lediglich um 3 ct/kg LM variieren, können durch die Kombination von Biogasanlagen mit Hähnchenmastställen zusätzlich 2 bis 4 ct/kg LM Unternehmensgewinn erwirtschaftet werden.



# **Anhang 6**

## **Protokoll Workshop**



## **Protokoll zum Workshop Die Biogasförderung in Deutschland - Evaluierung agrarstruktureller Auswirkungen**

### **Veranstaltungsort**

Landwirtschaftskammer Niedersachsen – Bezirksstelle Oldenburg-Süd

### **Teilnehmer**

Dr. Bernhard Rump, LWK-Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg

Rainer Kues, LWK-Niedersachsen, Bezirksstelle Oldenburg-Süd

Karsten Lacü, LWK Niedersachsen, Bezirksstelle Braunschweig

Helma Möllgaard, Verein Rindespezialberatung Nordfriesland

Bernard Rüländer, Beratungsring Drangstedt e.V.

Thomas de Witte, vTI Braunschweig

Dr. Yelto Zimmer, vTI Braunschweig

### **Inhaltsverzeichnis**

1. Allgemeine Rahmenbedingungen und zentrale Annahmen
2. Wirtschaftlichkeit von Anlagentypen
3. Strukturwirkungen in Milchviehregion
4. Strukturwirkungen in Veredelungsregion
5. Strukturwirkungen in Ackerbauregionen

### **Vorbemerkungen**

Alle allgemein zustimmenden Äußerungen zu der vorgestellten Präsentation wurden nicht gesondert erfasst. Daher können alle Aussagen – soweit keine einschränkenden oder relativierenden Bemerkungen zu verzeichnen sind – als unterstützt gelten.

## 1. Allgemeine Rahmenbedingungen und zentrale Annahmen

- Zwischenzeitlich werden in Cloppenburg für HTK vereinzelt werden Erlöse von 1 bis 2 €/t erzielt. Die Höhe der Erlöse hängt dabei von der Jahreszeit ab (lediglich zum Frühjahr sind Erlöse zu generieren).
- Aus der Region BS/H/HI werden Fälle berichtet, in denen zum Frühjahr Preise von 15 €/t gezahlt werden, davon gehen ca. 9 bis 11 € an den Makler/Transporteur und 4 bis 6 € an den Hähnchenmäster.
- Insbesondere beim Import von niederländischem HTK ergeben sich zunehmend Probleme durch Auflagen von lokalen Veterinären. Vielfach wird eine Hygienisierung des HTK verlangt. Der Import von dt. Ware ist unter Auflagen (gleichbleibende Lieferanten, Lagerung) in der Regel unproblematisch.
- Aufgrund der Ammoniakbelastung wird als physiologische Obergrenze ein Anteil von etwa 20 % Hähnchenmist in BGA bestätigt. Allerdings ist eine Ergänzung mit Putenmist bis zu einem Gesamtanteil von über 30 % problemlos möglich.
- Es wird angeregt, den Begriff „Entsorgungskosten“ für die Kosten der Verbringung von überschüssigen Nährstoffen zu vermeiden, weil er ausschließlich negative Assoziationen hervorruft. Die Kosten können im Jahresverlauf deutlich über den hier unterstellten 6 €/m<sup>3</sup> liegen, als durchschnittlicher Wert ist dies aber eine realistische Größenordnung.
- Angesichts der inzwischen entstandenen Nährstoff-Überschüsse in der Region Nienburg und Diepholz wird es zunehmend erforderlich, Nährstoffe aus der Region Vechta/Cloppenburg noch weiter in Richtung Hildesheim oder auch Sachsen-Anhalt zu transportieren; mittelfristig ist deswegen mit leicht steigenden Kosten der Nährstoff-Exporte zu rechnen.
- Im Hinblick auf den relevanten Rohstoffmix wird auf die zunehmende Attraktivität von ZR hingewiesen. Dabei wird jedoch nicht die absolute wirtschaftliche Dominanz von Silomais in Frage gestellt. Gründe für den zunehmenden Zuckerrübeneinsatz sind: (a) bessere gesellschaftliche Akzeptanz und (b) perspektivisch Probleme mit den Greening-Auflagen (Rotation) in den Veredelungs- und Milchviehregionen.



## 2. Wirtschaftlichkeit von Anlagentypen

- Die vorgelegten Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind plausibel, wenn die Bedingungen des Jahres 2009 herangezogen werden; bei früher errichteten Anlagen sind die Gewinne wegen der geringeren Investitionsvolumina noch deutlich höher.
- Die durch zusätzliche Auflagen und Anlagenoptimierung verursachten Kostensteigerungen sind nach Einschätzung der Teilnehmer in keiner Weise für die Preissteigerungen für die Anlagen verantwortlich zu machen. Für eine 500 kW-Anlage sind die Investitionen im Vergleich zum Zeitraum vor dem EEG 2009 von 1,7 Mio. € auf etwa 2,3 Mio. € angestiegen. Maximal 150 Tsd. € sind nach Aussage der Berater auf kostengetriebene Preissteigerungen zurückzuführen.
- Mit Blick auf die Nutzung vorhandener Güllelager für Lagerung von Gärresten aus Gülle ist die Annahme zutreffend, dass in der Regel neue Lagerräume gebaut werden müssen. Damit wird auch die fehlende Wirtschaftlichkeit von Kleinanlagen bestätigt, sofern diese nicht im Kontext mit einem kompletten Neubau von Stallanlagen einhergehen.
- Aktuell gibt es ein erhebliches Interesse an Kleinanlagen; eine entsprechende Investitionstätigkeit ist allerdings nicht zu beobachten. Wenn überhaupt, dann spielen derartige Anlagen im Kontext mit großen Neuinvestitionen eine Rolle.

## 3. Strukturwirkungen in Milchviehregionen

- In der Region Cuxhaven ist – anders als in den Fallstudien dargestellt – vereinzelt sogar die komplette Aufgabe der Milchproduktion von erfolgreichen Betrieben zu beobachten gewesen. Neben niedrigen Milchpreisen waren dabei auch die erzielbaren hohen Quotenerlöse wesentliche Treiber.
- Neben der rechnerischen Wettbewerbsfähigkeit von Milchviehbetrieben auf dem Flächenmarkt ist auch die „Trägheit“ des Systems „Milchproduktion“ zu berücksichtigen: Wachstum vollzieht sich nur im Kontext von Erweiterungsinvestitionen. Hierfür müssen zunächst Flächen gepachtet werden. Anschließend müssen die Bestände aufgebaut und ggf. Arbeitskräfte eingestellt werden. Ein Rückfluss für die zu leistenden Pachtzahlungen erfolgt somit erst zu einem späteren Zeitpunkt. Demgegenüber können BGA-Betreiber unmittelbar die Rohstoffe von den Flächen veredeln und entsprechende Pachtangebote unterbreiten. Hinzu kommt, dass selbst bei hohen Milchpreisen (und damit hoher Wettbewerbsfähigkeit der Milch) das Risiko besteht, dass die Preise wieder sinken.
- In der Region Cuxhaven spielt die kombinierte Investition in BGA und Hähnchenmast eine wichtige Rolle, während dies in der Region Nordfriesland nicht zu beobachten ist.

Hier ist die Aufgabe der Milchproduktion nur bei Betrieben zu beobachten, die ohnehin keinen Hofnachfolger hatten.

- Die hohe Attraktivität von BGA-Investitionen im Vergleich zu einem Wachstum in der Milch hängt auch mit dem Problem „Arbeitskräfte zu rekrutieren, zusammen. Ein mit BGA-Investitionen vergleichbares Investitionsvolumen in Milch führt zu einem sehr starken Anstieg des AK-Bedarfs. Dieser kann gerade im Milchsektor ohnehin nur unter erheblichen Problemen gedeckt werden.
- Die Experten gehen davon aus, dass die in den Fallstudien erkennbaren Tendenzen sowohl in den gesamten Regionen als auch in vergleichbaren Regionen Norddeutschlands zu beobachten sein dürften. Voraussetzung: Knappheit von Ackerland. Für Süddeutschland – so die Vermutung – dürften andere Entwicklungen maßgeblich sein.

#### **4. Strukturwirkungen in Veredelungsregionen**

- Die Kombination von BGA mit der Nutzung von Wärme ist in der Veredelung der Treiber für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen.
- Die stark steigende Flächennachfrage durch BGA-Betreiber ist tatsächlich zu beobachten, weil die Betriebe traditionell flächenarm sind (20 ha Eigentum sind vielfach eine realistische Größenordnung) und weil die Banken beim Bau von BGA i. d. R. die Sicherung eines Anteils von 50 % der benötigten Rohstoffe durch 10 jährige (Pacht-) Verträge verlangen.
- Hinzu kommt, dass die Veredlungsbetriebe BGA nutzen, um mit Blick auf ihre Veredelungsproduktion ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Flächenmarkt zu stärken.
- Der Übergang in die Gewerblichkeit ist ein komplexes Phänomen: Zum einen ist die Gewerblichkeit kurz- bis mittelfristig netto mit keinen erheblichen Kostensteigerungen verbunden, weil kostspielige Flächenpachten aufgegeben und ggf. sogar Eigentumsflächen verpachtet werden, so dass zusätzliche Erlöse generiert werden.
- Strategisch ist der Übergang allerdings in der Regel insoweit problematisch, als dass die zusätzliche Steuerbelastung das weitere betriebliche Wachstum stark verteuert, so dass die Gewerblichkeit v. a. für auslaufende Betriebe eine attraktive Option darstellt.
- Bei dem Vergleich der Wachstumsraten vor und nach BGA-Investitionen ist zu berücksichtigen, dass es auch bei denjenigen, die nicht in BGA investiert haben, zu einer rasanten Ausweitung der Produktion gekommen ist. Treiber sind hier die hohen Fixkosten von Erweiterungen, die dazu führen, dass Wachstumsschritte größer ausfallen als früher. Hinzu kommen verschärfte Auflagen, die Landwirte dazu veranlassen, so stark wie irgend möglich zu wachsen, wenn Erweiterungen stattfinden.

- Die vorgestellten Befunde bzgl. der Strukturwirkungen der Biogasförderung in Veredelungsregionen sind nach Auffassung der Berater aller Wahrscheinlichkeit auch auf die gesamte Region sowie auf vergleichbar strukturierte Regionen übertragbar.

## 5. Strukturwirkungen in Ackerbauregionen

- Aussagen zur nicht vorhandenen Wirkung auf dem Flächenmarkt werden nachdrücklich unterstützt; im Umfeld BS/UE/Hi'heim/GÖ sind ca. 80 % der Anlagen Gemeinschaftsanlagen. Deren Rohstoffbedarf wird nahezu ausschließlich durch die Mitglieder der Kooperationen gedeckt. Diese Gesellschaften bestehen vielfach aus 3 bis max. 15 Gesellschaftern.
- Die überragende Wirtschaftlichkeit bei der Kombination von BGA mit Hähnchen- oder Schweinemastställen sind bereits sehr vereinzelt entsprechende Investitionen zu beobachten. Allerdings gibt es eine Reihe von Faktoren, die eine dynamische Entwicklung in diese Richtung unwahrscheinlich machen:
  - erhebliche gesellschaftliche Akzeptanzprobleme für die Veredelung („jeder Bauantrag für einen Maststall zieht drei Bürgerinitiativen nach sich“)
  - die aktuell hohen Rohstoffpreise machen den Ackerbau sehr attraktiv, ohne dass dafür zusätzlicher Arbeitsinput und zusätzliche Investitionen erforderlich sind.
  - Die mit BGA verbundenen Belastungen (Arbeit, Schmutz etc.) sind nicht gut mit dem herkömmlichen Selbstbild von Ackerbauern in den traditionellen Ackerbauregionen vereinbar.
  - Arbeitskräfte sind auf größeren Ackerbaubetrieben ohnehin knapp; diese Knappheit verschärft sich noch, wenn eine BGA gebaut wird.
- Vor diesem Hintergrund ist bis auf Weiteres nur mit einer sehr verhaltenen Entwicklung der Investitionen in BGA zu rechnen.
- Auch der überregionale Import von org. Düngern ist vereinzelt zu beobachten. Wie oben skizziert finden insbesondere Importe von Putenmist statt. Allerdings liegen die Preise noch weit unter denen, die sich langfristig als Gleichgewichtspreise einstellen müssten, wenn Geflügelmiste, wie zuvor analysiert, in Veredelungsregionen veredelt werden.
- Die aus den Berechnungen und Fallstudien abgeleiteten Trends sind nach Einschätzung der Berater mit großer Wahrscheinlichkeit auf vergleichbar strukturierte Ackerbauregionen im Westen Deutschlands übertragbar.



**Lieferbare Sonderhefte / Special issues available**

- |     |  |         |
|-----|--|---------|
| 337 | Ulrich Dämmgen, Lotti Thöni, Ralf Lump, Kerstin Gilke, Eva Seidler und Marion Bullinger (2010)<br><b>Feldexperiment zum Methodenvergleich von Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft, 2005 bis 2008 in Braunschweig</b>   | 8,00 €  |
| 338 | Janine Pelikan, Folkhard Isermeyer, Frank Offermann, Jörn Sanders und Yelto Zimmer (2010)<br><b>Auswirkungen einer Handelsliberalisierung auf die deutsche und europäische Landwirtschaft</b>  | 10,00 € |
| 339 | Gerald Schwarz, Hiltrud Nieberg und Jörn Sanders (2010)<br><b>Organic Farming Support Payments in the EU</b>   | 14,00 € |
| 340 | Shrini K. Upadhyaya, D. K. Giles, Silvia Haneklaus, and Ewald Schnug (Editors) (2010)<br><b>Advanced Engineering Systems for Specialty Crops: A Review of Precision Agriculture for Water, Chemical, and Nutrient - Application, and Yield Monitoring</b>  | 8,00 €  |
| 341 | Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2010)<br><b>Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2010</b>  | 8,00 €  |
| 342 | Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Eike Poddey, Ulrich Dämmgen, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Petra Laubach, Maria Dieterle, Bernhard Osterburg (2011)<br><b>Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2009<br/>Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2009</b> | 12,00 € |
| 343 | Katja Oehmichen, Burkhard Demant, Karsten Dunger, Erik Grüneberg, Petra Hennig, Franz Krohner, Mirko Neubauer, Heino Polley, Thomas Riedel, Joachim Rock, Frank Schwitzgebel, Wolfgang Stümer, Nicole Wellbrock, Daniel Ziche, Andreas Bolte (2011)<br><b>Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald</b>  | 16,00 € |
| 344 | Dierk Kownatzki, Wolf-Ulrich Kriebitzsch, Andreas Bolte, Heike Liesebach, Uwe Schmitt, Peter Elsasser (2011)<br><b>Zum Douglasienanbau in Deutschland – Ökologische, waldbauliche, genetische und holzbiologische Gesichtspunkte des Douglasienanbaus in Deutschland und den angrenzenden Staaten aus naturwissenschaftlicher und gesellschaftspolitischer Sicht</b> | 10,00 € |
| 345 | Daniel Heinrich Brüggemann (2011)<br><b>Anpassungsmöglichkeiten der deutschen Rindermast an die Liberalisierung der Agrarmärkte</b>  | 14,00 € |
| 346 | Gerold Rahmann (Hrsg.) (2011)<br><b>Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2010</b>   | 8,00 €  |
| 347 | Hiltrud Nieberg, Heike Kuhnert und Jörn Sanders (2011)<br><b>Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive – 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage</b>  | 12,00 € |
| 348 | Herwart Böhm (Hrsg.) (2011)<br><b>Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion</b>   | 12,00 € |
| 349 | Klaus Nehring (2011)<br><b>Farm level implications of high commodity prices – An assessment of adaptation strategies and potentials in selected regions in Australia and Germany –</b>   | 18,00 € |
| 350 | Josef Frýdl, Petr Novotný, John Fennessy and Georg von Wühlisch (eds.) (2011)<br><b>COST Action E 52 Genetic resources of beech in Europe – current state</b>  | 18,00 € |
| 351 | Stefan Neumeier, Kim Pollermann, Ruth Jäger (2011)<br><b>Überprüfung der Nachhaltigkeit des Modellprojektes Einkommenssicherung durch Dorftourismus</b>  | 12,00 € |
| 352 | Bernhard Forstner, Andreas Tietz, Klaus Klare, Werner Kleinhanss, Peter Weingarten (2011)<br><b>Aktivitäten von nichtlandwirtschaftlichen und überregional ausgerichteten Investoren auf dem landwirtschaftlichen Bodenmarkt in Deutschland – Endbericht, 2., aktualisierte Fassung</b>  | 8,00 €  |
| 353 | Wilfried Brade, Ottmar Distl, Harald Sieme und Annette Zeyner (Hrsg.) (2011)<br><b>Pferdezucht, -haltung und -fütterung – Empfehlungen für die Praxis</b>  | 10,00 € |

354	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2011) <b>Praxis trifft Forschung — Neues aus dem Ökologischen Landbau und der Ökologischen Tierhaltung 2011</b>	8,00 €
355	Frank Offermann, Martin Banse, Markus Ehrmann, Alexander Gocht, Horst Gömann, Hans-Dieter Haenel, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Claus Rösemann, Petra Salamon, Jörn Sanders (2012) <b>vTI-Baseline 2011 – 2021: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland</b>	10,00 €
356	Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Ulrich Dämmgen, Eike Poddey, Annette Freibauer, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Sebastian Wulf, Maria Dieterle, Bernhard Osterburg (2012) <b>Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2010</b> <b>Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2010</b>	14,00 €
357	Stefan Schrader and Rüdiger M. Schmelz (Eds.) (2012) <b>Newsletter on Enchytraeidae No. 12</b> <b>Proceedings of the 9th International Symposium on Enchytraeidae, 14-16 July 2010, Braunschweig, Germany</b>	8,00 €
358	Frank Offermann, Martin Banse, Markus Ehrmann, Alexander Gocht, Horst Gömann, Hans-Dieter Haenel, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Claus Rösemann, Petra Salamon, Jörn Sanders (2012) <b>vTI-Baseline 2011 – 2021: Agri-economic projections for Germany</b>	10,00 €
359	Jürgen Gauer und Franz Kroiher (Hrsg.) (2012) <b>Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke – Digitale Topographische Grundlagen – Neubearbeitung Stand 2011</b>	8,00 €
360	Alexander Gocht, Raphael Albrecht, Horst Gömann, Ernst-Oliver von Ledebur, Werner Kleinhanß, Frank Offermann, Bernhard Osterburg, Andrea Rothe, Heinz Wendt, Rainer Klepper, Markus Ehrmann und Lilli Aline Schroeder (2012) <b>Analyse des Vorschlags zur Reform der Zuckermarktordnung</b>	10,00 €
361	Heinz Flessa, Daniela Müller, Katharina Plassmann, Bernhard Osterburg, Anja-Kristina Tehen, Heike Nitsch, Hiltrud Nieberg, Jörn Sanders, Olaf Meyer zu Hartlage, Elisabeth Beckmann, Victor Anspach (2012) <b>Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor</b>	18,00 €
362	Gerold Rahmann and Denise Godinho (Eds.) (2012) <b>Tackling the Future Challenges of Organic Animal Husbandry – 2<sup>nd</sup> Organic Animal Husbandry Conference Hamburg, Trenthorst, 12-14 September, 2012</b>	18,00 €
363	Raul Köhler und Britta Eggers (2012) <b>Waldfragmentierung und Artenschutz – Analyse der Auswirkungen der Fragmentierung von Wald-ökosystemen auf Indikatorarten unter Berücksichtigung von Landschaftsstrukturindizes</b>	10,00 €
364	Jörn Sanders, Frank Offermann und Hiltrud Nieberg (2012) <b>Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus in Deutschland unter veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen</b>	10,00 €
365	Jens Dauber, Sebastian Klimek, Thomas Schmidt, Barbara Urban, Dierk Kownatzki, Walter Seidling (Hrsg.) (2012) <b>Wege zu einem ziel- und bedarfsorientierten Monitoring der Biologischen Vielfalt im Agrar- und Forstbereich - Workshopbericht -</b>	12,00 €
366	Thomas de Witte (2012) <b>Entwicklung eines betriebswirtschaftlichen Ansatzes zur Ex-ante-Analyse von Agrarstrukturwirkungen der Biogasförderung – angewendet am Beispiel des EEG 2009 in Niedersachsen</b>	16,00 €





**Landbauforschung**  
*vTI Agriculture and  
Forestry Research*

**Sonderheft 366**  
*Special Issue*

**Preis / Price 16 €**

ISBN 978-3-86576-098-2

