

Biogaserzeugung in Regionen mit niedrigem Tierbesatz

Abschlussbericht

Projekt-Nr.: 96.08

Langtitel: Verfahrenstechnische, ökonomische und umweltseitige Einordnung und Wirkungen der Biogaserzeugung für Thüringen

Kurztitel: Biogas

Projekt: Biogas

Projektleiter: Dr. Gerd Reinhold

Abteilung: Agrarökonomie und Agrarmarkt

Abteilungsleiter: Dr. Jürgen Strümpfel

Laufzeit: 01.01.2010 bis 31.12.2012

Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz

Bearbeiter: Dr. Gerd Reinhold

April, 2013

Dr. Armin Vetter
(Stellv. Präsident)

Dr. Gerd Reinhold
(Projektleiter)

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis:

ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN	7
1 PROBLEMSTELLUNG	9
2 GRUNDLAGEN DER BIOGASERZEUGUNG	11
3 BIOGASANLAGENBESTAND UND SUBSTRATEINSATZ IN THÜRINGEN IM VERGLEICH ZU DEUTSCHLAND	13
3.1 Entwicklung des Anlagenbaus und der Anlagengrößen	13
3.2 Regionale Unterschiede im Substrateinsatz und deren Ursachen	16
4 WIRTSCHAFTLICHKEITSAKTOREN	20
4.1 Kosten und Leistungen	20
4.2 Modellkalkulation zur Abschätzung der Wirkung von Faktoren	24
5 Restgaspotential	30
5.1 Problemstellung	30
5.2 Material und Methoden	31
5.3 Ergebnisse	31
5.4 Zusammenfassung	38
6 Gärrestverwertung	39
6.1 Anfall	39
6.2 Rechtliche Einordnung von Gärresten	39
6.3 Eigenschaften von Gärresten	41
6.4 Einsatz von Gärresten	46
7 THESEN ZUR BIOGASTECHNOLOGIE	48
7.1 Biogasstrom führt nicht zum Anstieg der Strompreise	48
7.2 Biogasanlagen führen nicht zu Maiswüsten und verursachen keinen Preisanstieg bei Lebensmitteln	48
7.3 Biogas birgt kein hygienische Risiken und führt nicht zur Vermehrung von Krankheitskeimen	53
7.4 Biogas steht nicht in direkter Konkurrenz zur Tierhaltung und führt zur keiner Verdrängung der Tierproduktion	54

7.5	Biogas führt nicht zu Raubbau am Boden	56
7.6	Biogas führt nicht zur Intensivierung der Flächennutzung oder Vernichtung von Nährstoffen	57
7.7	Biogasanlagen lassen sich nicht unabhängig von der Landwirtschaft errichten	61
8	ZUSAMMENFASSUNG	64

ANHANG:

VERZEICHNIS DER LEISTUNGEN

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Stoffkreislauf	11
Abbildung 2:	Biogasanlagen in Thüringen (Stand 01.01.2012)	14
Abbildung 3:	Biogasanlagenbau in Deutschland (Quelle: Fachverband Biogas, 2012)	15
Abbildung 4:	Anzahl Biogasanlagen und installierte Leistung in den Bundesländern (Quelle: Fachverband Biogas 2012)	16
Abbildung 5:	Biogasflächeninanspruchnahme in den Regionen Thüringens (Stand 01.01.2012)	17
Abbildung 6:	Entwicklung der Fruchtfolge in Thüringen von 1991 bis 2011	18
Abbildung 7:	Maisanbau und GV- Besatz in den Bundesländern 2010	19
Abbildung 8:	Vergütung landwirtschaftlicher Biogasanlagen (in ct/kWh) in Abhängigkeit von der installierten Leistung in Thüringen in 2011	20
Abbildung 9:	Personalaufwand in den BGA Thüringens	21
Abbildung 10:	Höhe des Prozessstrombedarfs in den BGA Thüringens	22
Abbildung 11:	Wartungskosten in den BGA Thüringens	23
Abbildung 12:	Auslastung in den BGA Thüringens 2011	24
Abbildung 13:	Wirtschaftlichkeitsfaktoren Auslastung und Gülle	25
Abbildung 14:	Wirtschaftlichkeitsfaktor Wirkungsgrad	26
Abbildung 15:	Wirtschaftlichkeitsfaktor Substratpreis	27
Abbildung 16:	Wärmenutzung in Thüringer BGA im Jahre 2009 (35 von 158 BGA)	28
Abbildung 17:	Nutzung der Abwärme in 57 von 226 BGA Thüringens in 2011	29
Abbildung 18:	Wirtschaftlichkeitsfaktor Wärmenutzung (EEG 2009, 200 kW BGA, 35 €/t Mais, 50 kW Wärmenutzung zu 4 ct/kWh)	29
Abbildung 19:	Verhältnis zwischen TS-Gehalt der Substratmischung und der gewählten Verweilzeit in den BGA	32
Abbildung 20:	Beziehung zwischen Gülle-Anteil und Verweilzeit in den ausgewählten Praxisanlagen	33
Abbildung 21:	Zusammensetzung der Fütterung der BGA und Unterschiede im TS- und Corg-Gehalt der Substratmischung (RG - Rindergülle, SG - Schweinegülle, HTK – Geflügelkot, StM – Stallmist, AWS – Anwelksilage, G - Getreidekorn, GPS – Ganzpflanzensilage, K - Kartoffeln, ZR-S – Zuckerrübenschnitzel)	34
Abbildung 22:	Restgaspotential und Substratanteil an der Methanbildung (Gasausbeute entsprechend KTBL-Richtwerten), absteigend sortiert nach Methanbildungsanteilen aus Wirtschaftsdünger (RG - Rindergülle, SG - Schweinegülle, HTK – Geflügelkot,	

	StM – Stallmist, AWS – Anwelksilage, G - Getreidekorn, GPS – Ganzpflanzensilage, K - Kartoffeln, ZR-S – Zuckerrübenschnitzel).....	34
Abbildung 23:	Einfluss der Verweilzeit (d) auf das Restgaspotential in l _N /kg oTS Beginn	36
Abbildung 24:	Einfluss der Belastung auf das Restgaspotential (in l _N /kg oTS Beginn)	36
Abbildung 25:	Beziehung zwischen Restgaspotential (l _N /kg FM bei 37 °C) und Restgasmenge bei Sommerlagerung (25 °C) und Winterlagerung (10 °C).....	37
Abbildung 26:	Abhängigkeit des Restgaspotentials (in l _N /kg FM) vom Gehalt an Flüchtigen Fettsäuren (in g/l)	38
Abbildung 28:	C : N Verhältnis in Abhängigkeit vom Wirtschaftsdüngeranteil.....	42
Abbildung 29:	Kohlenstoffbilanzierung mit und ohne Biogaserzeugung.....	45
Abbildung 30:	Ausbringungskalender für Biogasgülle und Gärreste unter Berücksichtigung der Düngeverordnung 2007.....	46
Abbildung 31:	Strompreise in Deutschland im Vergleich	48
Abbildung 32:	Entwicklung des Maisanbaus in Deutschland	49
Abbildung 33:	Vergleich Anteil Maisanbau an der LF (in %) und BGA Besatz je ha LF (2011)	50
Abbildung 34:	BGA-Besatz in den Bundesländern	51
Abbildung 35:	Entwicklung des Maisanbaus in Thüringen	52
Abbildung 36:	Agrarstrukturbedingter Substrateinsatz.....	53
Abbildung 37:	Wirkung der Biogaserzeugung auf den hygienischen Status der Gärreste.....	54
Abbildung 38:	Tierbesatz, Maisanbau und BGA-Besatz in den Landkreisen Deutschlands (2010)	56
Abbildung 39:	Vergleich der Humus-C-Anteile von Wirtschaftsdünger und Gärrest nach VDLUFA Standpunkt	57
Abbildung 40:	Anbauunterschiede in ausgewählten Regionen.....	58
Abbildung 41:	Stoffströme in einem 250 ha Betrieb mit 1 GV/ha und einer 125 kW Biogasanlage.....	59
Abbildung 42:	Stoffströme in einem 250 ha Betrieb mit 1 GV/ha und einer 500 kW Biogasanlage.....	59
Abbildung 43:	Vergleich der N-Bilanz von WW-Anbau für den Markt und Silomaisproduktion für die BGA.....	60
Abbildung 44:	Vergleich der P-Bilanz von WW-Anbau für den Markt und Silomaisproduktion für die BGA.....	61
Abbildung 45:	Unterschiede im Veredlungsbesatz in Deutschland	62
Abbildung 46:	Veredlungsbesatz in Niedersachsen	63
Abbildung 47:	Veredlungsbesatz in Thüringen.....	63

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Entwicklung des Biogasanlagenbaus in Thüringen.....	13
Tabelle 2:	Kostengliederung landwirtschaftlicher Biogasanlagen	21
Tabelle 3:	Wirkungsgrade zur Erreichung gleicher Substratkosten von Zündstrahl-motoren (ZüSt) und Gas-Otto-Motoren (GOM), (Unterstellungen: 180 kW installierte Leistung, Maissilagepreis 35 €/t FM, Zündölpreis 1,06 €/l)	26
Tabelle 4:	Verweilzeit und Belastung in Abhängigkeit vom Gülleanteil im Substratmix	35
Tabelle 5:	Rechtliche Rahmenbedingungen (Quelle: Merkblatt Rechtsgrundlagen für den Einsatz von Biogasgülle...; 2010 ergänzt).....	40
Tabelle 6:	Nährstoffgehalte von Mischsubstrat und Gärrest (Quelle: Monitoring Thüringer BGA 2004 – 2008, n = 125)	41
Tabelle 7:	Ergebnisse zum hygienischen Status von Wirtschaftsdünger und Gärrest	43
Tabelle 8:	Rechenbeispiel zur Ermittlung des Masseabbaus	44
Tabelle 9:	Rechenbeispiel zur Ermittlung der Nährstoffgehalte	44
Tabelle 10:	Unterschiede zwischen Milchkuh und BGA bei der Verdauung	55
Tabelle 11:	Gemeinsamkeiten von Milchkuh und BGA	55
Tabelle 12:	Substrateinsatz, BGA-Anlagengröße und GV-Besatz in den Biogasregionen	56

ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Mit der aufgebauten Anlagestatistik und dem im AINFO verfügbaren Anlagendatenblättern wurde für Thüringen ein gutes Mittel geschaffen, die eingesetzten unterschiedlichen Verfahren und Anlagen zur Biogaserzeugung zu dokumentieren, die Leistungsentwicklung im Biogasbereich zu erfassen und den Flächenverbrauch für Substratproduktion sowie den Substrateinsatz aus Wirtschaftsdünger und Reststoffen abzubilden. Diese Arbeiten sollten als Mittel zur Information der Landwirte und auch für die Politikberatung weitergeführt werden.
2. Regionale Unterschiede in der Intensität der Errichtung von Biogasanlagen werden in Thüringen maßgeblich durch einzelne Großanlagen generiert. So ist in der Planungsregion Ost der Flächenbedarf mit absolut über 7 % der LF für Biogas deutlich höher als z. B. in der Region Nord (ca. 4 %). Die max. Maisseinsatzfläche (ca. 4 % der LF) befindet sich ebenfalls in der Planungsregion Ost. Bei einem mittleren Flächeneinsatz für die Biogaserzeugung von 5 % der LF sind bisher in Thüringen in keiner Region Grenzen aus landwirtschaftlicher Sicht für die Biogasproduktion erkennbar.
3. Mit der Orientierung der Errichtung der landwirtschaftlichen Biogasanlagen am Standort der Tierhaltung wurde ein zukunftsweisender Weg begangen. Die überdurchschnittliche Verwertung der Wirtschaftsdünger und die geringe Flächeninanspruchnahme helfen den Landwirten auch bei steigenden Agrarpreisen ein wirtschaftlich ausgeglichenes Ergebnis in der Biogasproduktion zu erreichen. Hierbei wirkt auch, dass der Großteil der eingesetzten Substrate im eigenen Betrieb produziert wird und somit Agrarpreissteigerungen nicht direkt wirken.
4. Die Aufstellung der Biogasanlagen in Thüringen in den Landwirtschaftsbetrieben führt auch dazu, dass keinerlei Wirkungen von der Biogasproduktion auf den Pachtpreismarkt festzustellen ist. Ein Substrathandel ist in Thüringen die Ausnahme. Ein Verdrängungswettbewerb zur Tierproduktion findet nicht statt. In Thüringen ist der Einfluss der Biogasproduktion auf dem Agrarmarkt gering.
5. Maisanbauflächen konzentrieren sich in Gebieten mit hohen Viehdichten. Wenn hier zusätzlich noch in Biogasanlagen investiert wird, so können Probleme in der Anbaukonzentration von Mais und in der Verwertung der Gärreste entstehen. In Thüringen wurde durch die Biogaserzeugung erreicht, dass der tierhaltungsbedingte Rückgang der Maisanbaufläche auf das Niveau von 1996 gehalten wurde. Mais stellt für Thüringen somit als sehr ertragreiche Fruchtart eine Bereicherung der Fruchtfolge dar und wirkt deutlich gegen die hohe Getreidekonzentration im Anbau.
6. Die ökonomische Situation in den landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist als gut einzuschätzen. Mittlere Vergütungsraten von 21,6 Cent/kWh bei einer deutlich erkennbaren Degression hin zu großen Anlagen bieten gute Voraussetzungen für ein wirtschaftlich positives Ergebnis. Im Bereich der Anlagengrößen bis 600 KW ist dennoch eine starke Differenzierung der Vergütung zwischen 18 und 26 Cent/KWh vorhanden.
7. Starke Differenzierungen in den Kosten zwischen den Anlagen sind im Personalaufwand, im Prozessstrombedarf und besonders in den Wartungskosten zu erkennen. Tendenziell ist perspektivisch mit deutlichen Kostensteigerungen zu rechnen. Besonders die Substratkosten werden zunehmend zum Wirtschaftlichkeitsfaktor auch wenn diese bei Eigensubstraterzeugung nur begrenzt direkt wirken.
8. Wirtschaftlichkeitsreserven bestehen für die Thüringer Biogasanlagen in der Steigerung der Auslastung. Im Mittel von 2011 erreichten Thüringer Biogasanlagen nur knapp 7 000 Volllaststunden.
9. Besonders in der Verbesserung der Wirkungsgrade der BHKW bestehen Reserven. Hierzu ist entsprechend dem Alters- und Verschleißzustand ein planmäßiger Austausch der zum Teil veralteten BHKW-Kapazitäten angeraten. Der Einsatz von Zündstrahl-BHKW bietet nur in wenigen Fällen eine echte Wirtschaftlichkeitsreserve, da bei derzeit vorherrschenden Zündölpreisen von über 1 € ein Wirkungsgradunterschied größer 4 % erreicht werden muss, um Vorteile gegenüber einem Gasmotor bei den Substratkosten zu erreichen. Besonders bei der mittleren Größe von 450 kW/Biogasanlage ist dies oft nicht gegeben.

10. Die Nutzung der anfallenden Anwärme der BHKW ist von 27 % (2009) auf im Mittel 44 % (2011) gestiegen. Ursache hierfür waren die Anreize durch das EEG 2009. Auch wenn die Anreize zur Wärmenutzung mit dem EEG 2012 deutlich geringer sind, ist die Steigerung der Wärmenutzung eine Methode um inflationsbedingte Mehraufwendungen durch Steigerung der Einnahmen ausgleichen zu können.
11. Biogasanlagen sichern einen internen Kreislauf der Pflanzennährstoffe. So werden z. B. durch Ablösung von 1 ha Getreideanbau durch 1 ha Silomais ca. 100 kg Mineralstickstoff durch die Gärrückführung im internen Kreislauf der Landwirtschaft belassen. Auch werden so 25 kg Phosphor nicht mit dem Produkt verkauft und verbleiben im internen landwirtschaftlichen Kreislauf des Landwirtes.
12. Biogasanlagen wirken durch die Änderung im Anbau und die Rückführung der Gärreste positiv auf die Reproduktion der organischen Substanz. Aus Sicht der Humusreproduktion sind Gärreste mit ca. 140 kg Humus-C /t TS wertvoller einzuschätzen als Wirtschaftsdünger (85 kg Humus-C /t TS)
13. Hygienische Risiken sind durch die Düngung mit Gärrest im Vergleich zur Gülle nicht zu erwarten, da eine Reduktion der Keimzahlen im Fermenter um ein bis zwei Zehner Potenzen stattfindet.
14. Bei der Einordnung der Biogasanlagen ist die regional vorhandene Tierproduktion zu beachten. Überschläglich verbraucht eine Großvieheinheit eine ähnliche Futterfläche wie ein kW installierte Biogasleistung. Hinsichtlich der zu entsorgenden Reststoffe Gülle und Gärreste werden je GV bzw. je kW installierte Leistung ca. 80 kg Stickstoff und 30 kg Phosphor düngewirksam. Für agrarstrukturelle Planung ist somit die Addition der installierten kW und der aufgestellten GVE in einer Region maßgeblich.
15. Perspektivisch ist es für Thüringen wichtig:
 - a. in der Biogastechnologie eine verstärkte Nutzung von Reststoffen und Wirtschaftsdüngern weiter zu entwickeln.
 - b. Stroh wie auch Quoten-Zuckerrüben als interessante Substrate einzuführen
 - c. die Auslastung zu steigern und die BHKW mit hohen Wirkungsgraden (z.B. durch Abgasnachverstromung) einzuführen
 - d. die bedarfsgerechte Stromproduktion ist für die Biogastechnologie weiter zu entwickeln und entsprechend der zz. diskutierten Regelungen des EEG´s zu gestalten
 - e. das alle politischen Versuche mit dem EEG die Verwertung der Gülle zu behindern, die Landwirtschaft zum Substratlieferanten zu degradieren und die Vergütung für die Biogasanlagen zu kürzen abgewehrt werden.

1 Problemstellung

Die Entwicklung und Einführung der Technologie zur Gewinnung von Biogas in landwirtschaftlichen Anlagen wurde maßgeblich durch die Rahmenbedingungen bestimmt. So führte die Energieknappheit nach dem 2. Weltkrieg zu einer Entwicklung der Biogastechnologie in Deutschland, die aber relativ schnell mit der Bereitstellung von kostengünstigeren Erdölprodukten wieder in Vergessenheit geriet.

Mit der Ölkrise der 80-iger Jahre wurden auf dem Gebiet der Bundesrepublik zwei- bis dreihundert kleine landwirtschaftliche Biogasanlagen im Rahmen der zweiten Biogaswelle errichtet. Auf dem Gebiet der ehemaligen DDR wurde in 8 Pilotanlagen versucht, diese Entwicklung voranzutreiben, um Kosten und devisenintensive Erdölimporte abzulösen. Eine Typenanlage für große Tierproduktionsanlagen ist entstanden.

Mit dem gestiegenen Umweltbewusstsein in den 90-iger Jahren und der sich abzeichnenden Verteuerung und Verknappung fossiler Energieträger erfolgte eine Rückbesinnung auf die erneuerbare Energieerzeugung. Das Stromeinspeisegesetz und das EEG 2000 waren die ersten Meilensteine für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung und damit begann die „dritte Biogas-Welle“, die bis heute anhält.

Während bis 2004 vorrangig wenige Anlagen, die Wirtschaftsdünger in Verbindung mit Bioabfällen vergoren haben, den Markt bestimmten, begann mit dem EEG 2004 der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen. In den Zeiten der Flächenstilllegung stand Fläche scheinbar ausreichend zur Verfügung und somit fand eine Umorientierung von der Reststoffnutzung auf den Anbau von Biomasse für die Biogaserzeugung statt. Durch den neu geschaffenen NAWARO-Bonus von 6 ct/kWh wurden hierfür die ökonomischen Grundlagen gelegt.

Mit den einzelnen Novellen des EEG wurde die landwirtschaftliche Biogaserzeugung unter wechselnden Vorzeichen und Schwerpunkten entwickelt, so dass wir zurzeit auf einen wichtigen Betriebszweig der Landwirtschaft schauen. Über 7 500 landwirtschaftliche Anlagen in 2012 mit einer installierten Leistung von 3 180 MW liefern mit Grundlaststrom einen wesentlichen Beitrag für die Energiewende. Biogasanlagen sind, im Gegensatz zu den fluktuierenden Quellen Wind und Photovoltaik, potentiell auch geeignet Regenergie zum Ausgleich des Unterschiedes zwischen Stromverbrauch und Erzeugung zu liefern. Mit dem EEG 2012 wurde begonnen, hierfür die rechtlichen und begrenzt auch die ökonomischen Grundlagen zu schaffen. Allerdings ist festzustellen, dass mit dem EEG 2012 der Zubau von BGA deutlich auf 20 bis 30 % des Niveaus vor 2012 eingebrochen ist. Auch besteht das EEG 2012 rechtlich parallel zum EEG 2009, so dass für die nächsten 20 Jahre beide EEG nebeneinander wirksam sind. Unklarheiten im Anlagenbegriff und undefinierte Rechtslagen bei Erweiterung bestehender Anlagen verkomplizieren die Situation deutlich. Investoren haben zurzeit keine Rechtssicherheit.

Die Entwicklung der Biogasanlagen wird in den einzelnen Regionen deutlich durch den vorhandenen Tierbesatz, die Größe der Tierproduktionsanlagen und den möglichen Anbau auf den landwirtschaftlichen Flächen bestimmt.

Mitteldeutschland ist durch einen niedrigen Tierbesatz von 0,4 bis 0,5 GV/ha in Verbindung mit großen landwirtschaftlichen Betrieben gekennzeichnet. Historisch verfügt diese Region über große Tierproduktionsanlagen und damit die Voraussetzung für den Einsatz von Wirtschaftsdüngern in den landwirtschaftlichen BGA. Im Gegensatz zur Dominanz der Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen in Regionen mit z. T. deutlich höherem Tierbesatz, etablierte sich in Mitteldeutschland die Vergärung von Wirtschaftsdüngern, die mit nachwachsenden Rohstoffen als Substrat ergänzt wurde.

Ziel dieser vorliegenden Analyse ist es, die Wirkung der rechtlichen, vergütungsseitigen und strukturellen Rahmenbedingungen auf die Entwicklung und Einführung der Biogastechnologie am Beispiel von Regionen mit niedrigem Tierbesatz zu analysieren und Ansätze für die Weiterentwicklung des EEG's zu liefern. Durch die Diskussion von Thesen, die negative Folgen der Biogastechnologie und deren gesamtgesellschaftliche Wirkung polemisieren, wird auf fachlicher Grundlage ein Beitrag zur Versachlichung der öffentlichen Diskussion geleistet.

Weiter werden die spezifischen Bedingungen der einzelnen Regionen Deutschlands, die zu einer sehr unterschiedlichen Entwicklung der Biogastechnologie geführt haben, diskutiert. Bisher wurde die Biogasentwicklung relativ unabhängig vom Tierbesatz betrachtet. Es erfolgte seit 2004 eine starke Orientierung auf die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Bei der Begrenztheit der Fläche für den Anbau nachwachsender Rohstoffe, in Verbindung mit der Tank-Teller-Diskussion, ist über die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdüngern und Reststoffen, nachzudenken.

Am Beispiel von Thüringen zeigt sich deutlich, dass die Bedingungen einer großräumig strukturierten Landwirtschaft mit großen Einheiten der Tierhaltung zu anderen Anpassungsreaktionen an die EEG-Novellen führen, als z.B. in Norddeutschland.

2 Grundlagen der Biogaserzeugung

Die Biogaserzeugung stellt eine fakultative Erweiterung des landwirtschaftlichen Stoffkreislaufes dar, indem leicht verfügbare Kohlenstoffanteile aus der landwirtschaftlichen Biomasse in Methan konvertiert werden. Hierzu wurden traditionell zuerst kostenfreie und kostengünstige Substrate wie Wirtschaftsdünger und landwirtschaftliche Reststoffe verwendet. Mit der zunehmenden Entwicklung der Energiepreise und der beginnenden Verknappung fossiler Energieträger erfolgte, ausgehend vom EEG 2004, der gezielte Einsatz landwirtschaftlicher Biomasse. Aufgrund der in diesen Zeitraum erfolgten Flächenstilllegung, war die in Anspruchnahme von Fläche zur Energieproduktion eine sinnvolle Maßnahme, die die landwirtschaftliche Produktvielfalt erweiterte. Prinzipiell eignet sich jegliche Biomasse - mit Ausnahme von stark ligninhaltigen Stoffen - zur Erzeugung von Biogas.

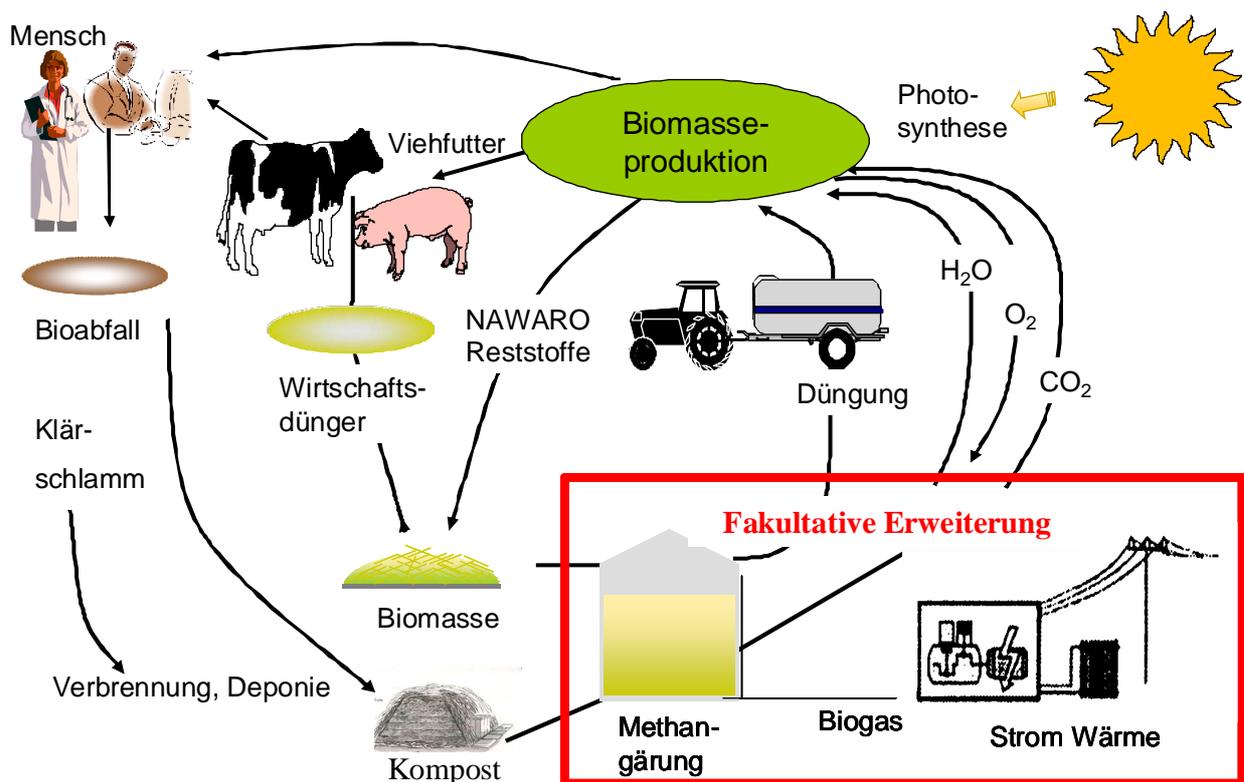


Abbildung 1: Stoffkreislauf

Bei der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung kristallisieren sich zurzeit zwei Hauptwege heraus:

1. Landwirtschaftliche Biogasanlagen in den Agrarbetrieben, die vorrangig anfallende Wirtschaftsdünger und landwirtschaftliche Reststoffe einsetzen und diese Substratpalette mit ackerständiger Biomasse ergänzen. Diese Anlagen verstromen das entstehende Biogas in der Regel vor Ort und betreiben Satelliten-BHKW entsprechend dem EEG 2009 zur Verbesserung der Wärmenutzung. Bei diesen Konzepten ist oftmals die Wärmeverwertung eingeschränkt, da im Ort der landwirtschaftlichen Primärproduktion selten entsprechender, ganzjähriger Wärmebedarf vorhanden ist. Allerdings bestehen durch die Integration der BGA in die Landwirtschaft gute Voraussetzungen für eine optimale Nutzung des Potentials der Wirtschaftsdünger und Reststoffe. Je nach Agrarstruktur befinden sich die Anlagen in einem Betrieb bzw. werden von mehreren Landwirten in Kooperation betrieben.
2. Erzeugung von Biogas in großen, industriellen Biogasanlagen und in Biomethaneinspeiseanlagen, oft ohne direkte Anbindung an die landwirtschaftlichen Flächen. Diese Biogaseinspeiseanlagen

(BGEA) setzen auf Grund ihrer Größe nur sehr begrenzt landwirtschaftliche Reststoffe und Wirtschaftsdünger ein. Vorrangig wird zugekaufte Biomasse vergoren. Die Substratlieferung erfolgt entweder über mehr oder weniger längerfristige Substratlieferverträge mit entsprechenden Preisgleitklauseln oder direkt in der Region in marktähnlichen Strukturen. Mit den BGEA wird Biomethan erzeugt, welches über das Erdgasnetz transportiert werden kann. Die Gasaufbereitung in den BGEA erfolgt mit unterschiedlichen Verfahren und die Anlagen sind in der Nähe aufnahmefähiger Erdgastrassen errichtet worden. Das Gas wird entweder in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen), die wärmegeführt und am Standort der Wärmesenke sind, oder in Form von Biomethan als nichtfossiler Kraftstoff an Erdgastankstellen verwendet. Zum Teil erfolgt die Vermarktung des Biomethans auch als Erdgas, zum Erdgaspreis. Die Wertschöpfung erfolgt dann über die getrennte Vermarktung der Biokraftstoffeigenschaft im Bereich der Mineralölwirtschaft.

Agrarstrukturelle Fragen spielen für die Entwicklung der Biogastechnologie auch eine große Rolle. So werden unter Bedingungen von Mitteldeutschland Biogasanlagen oft als Betriebszweig in den Agrarbetrieben betrieben und es werden nur geringe Flächenanteile des Betriebes für die Substratproduktion eingesetzt. Im Gegensatz dazu erfolgt, unter der Agrarstruktur in den südlichen und nördlichen Bundesländern Deutschlands, die Errichtung der Biogasanlage oftmals als Gemeinschaftsanlage mit Substratversorgung aus mehreren Betrieben bzw. dem Zukauf vom freien Markt. In der norddeutschen Biogasregion hat z. B. die Begrenzung des Wachstums im Veredlungsbereich dazu geführt, dass Betriebe ihre Wachstumsbestrebungen im Biogasbereich umsetzen. So entstand hier in Regionen mit hohem Tierbesatz und kleinen Agrarbetrieben eine hohe Biogasanlagendichte, die nur selten über eine eigene Substratversorgung verfügen. Die daraus entstandene Konkurrenz zwischen Tierhaltung und Energieerzeugung sowie der Kampf um die Fläche führte zu deutlichen Problemen, die mit dem EEG 2012 für die gesamte Branche z. B. über den so genannten „Maisdeckel“ thematisiert wurden.

Noch extremer stellt sich die Situation bei Großanlagen zur Biomethaneinspeisung dar. Diese kaufen oft die Substrate vollständig am Markt zu und initiieren aufgrund der Transportkosten oft eine deutliche Verlagerung der Fruchtfolge der umliegenden Betriebe in Richtung Maisanbau. Die erfolgt dann unabhängig vom vorhandenen Tierbesatz und dem bestehenden tierhaltungsbedingten Maisanteil an der Fruchtfolge.

3 Biogasanlagenbestand und Substrateinsatz in Thüringen im Vergleich zu Deutschland

3.1 Entwicklung des Anlagenbaus und der Anlagengrößen

Thüringen verfügt zum 01.01.2012 über 226 landwirtschaftliche Biogasanlagen an 201 Standorten. Mehr als 90 % dieser Anlagen sind direkt in die Landwirtschaftsbetriebe integriert, so dass kein Substrathandel stattfindet. Effekte der Substratproduktion auf die Höhe der Pachtzinszahlungen sind hier nicht festzustellen. Aufgrund der Struktur der Landwirtschaft erfolgte in Thüringen auch kaum die Errichtung von reinen NAWARO-Biogasanlagen ohne Wirtschaftsdünger- bzw. Reststoffeinsatz. Trockenvergärungsanlagen nach EEG 2004 wurden nur sehr vereinzelt errichtet. Allerdings sind auch keine reinen Gülleanlagen vorhanden, da die Betriebe anfallende Reststoffe, wie Silabraum und Restfutter effizient einsetzen. Die Entwicklung der Anlagenanzahl, wie auch deren Größe, wurde deutlich durch das EEG dominiert (Tab. 1).

Tabelle 1: Entwicklung des Biogasanlagenbaus in Thüringen

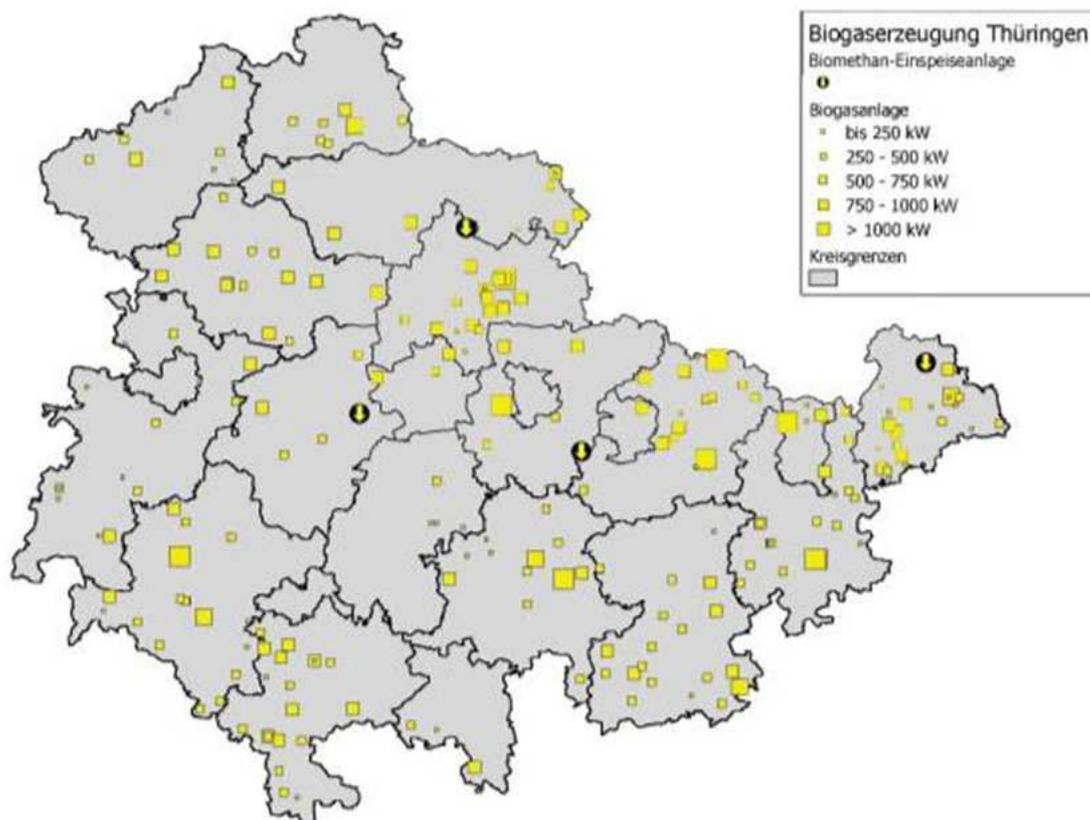
	Anzahl	Faulraum m ³	Installierte Leistung	
			kW	kW/Anlage
Altanlagen	3	16.530	1.364	455
2001 errichtet	8	45.000	2.970	371
2002 errichtet	12	44.849	4.891	408
2003 errichtet	8	23.276	2.307	288
2004 errichtet	9	39.713	3.106	345
2005 errichtet	13	43.330	6.876	529
2006 errichtet	32	133.939	22.699	709
2007 errichtet	30	150.756	15.770	526
2008 errichtet	19	84.820	8.856	466
2009 errichtet	24	107.165	8.922	372
2010 errichtet	28	135.109	11.108	397
2011 errichtet *	40	153.544	13.449	336
Summe	226	978.031	102.318	453
darunter				
Abfallanlagen	6		9.090	1.515
Stillgelegt	2	4.450		
Erweiterung EEG 2009 *	9	8.000	3.743	416
Satelliten EEG 2009 *	16	6.960	4.713	295

* vorläufige Werte

Bezogen auf die Frischmasse beträgt der Wirtschaftsdüngeranteil am Substratmix in Thüringen mehr als 75 %. Von der anfallenden Rindergülle werden in Thüringen bereits 65 %, von der Schweinegülle 38 % und vom Stallmist 16 % genutzt. Im Bereich des Hühnerkotes ist Thüringen Importland und nutzt ca. 160 % des „inländischen“ Anfalls als Substrat für die Biogaserzeugung.

Der Flächenverbrauch für die Biogasanlagen ist in Thüringen mit 40,5 Tsd. ha, d.h. ca. 5 % der LF vergleichsweise gering. Im Einzelnen werden ca. 20 Tsd. ha Mais, 6,6 Tsd. ha Anweilsilage, 12,8 Tsd. ha Getreidekorn und 1,9 Tsd. ha Ganzpflanzengetreide (GPG) eingesetzt. Die ermittelten Werte für den Einsatz von Getreide sind aufgrund des Erfassungszeitraums von 2008 bis 2011 noch relativ hoch, da die gestiegenen Agrarpreise z.T. hier noch nicht gewirkt haben und vorrangig Minderqualitäten und Feuchtgetreide zur Steuerung und Regelung der Gasproduktion zum Einsatz kommen. Bei den heutigen Agrarpreisen ist ein deutlicher Rückgang des Einsatzes festzustellen.

Abbildung 2: Biogasanlagen in Thüringen (Stand 01.01.2012)



Zurzeit sind in Thüringen vier Biogaseinspeiseanlagen am Netz (Abb. 2). Diese Technik hat in Thüringen restriktiv Einzug gehalten, da für die Landwirte die Gefahr besteht, zum reinen Substratlieferanten zurückgestuft zu werden.

Der von BGEA oft geforderte Verkauf von Mais frei Halm ist in Thüringen noch die Ausnahme, aber eine steigende Tendenz ist schon festzustellen. Durch Einsatz von zentralisierten Ernte- und Transportketten tritt der Landwirt auch diesen Teil der Wertschöpfung ab. Oft erfolgt bei solchen Projekten aufgrund der Transportentfernung auch keine Rückführung der Gärreste in die Substrat liefernden Betriebe.

Insgesamt werden in Deutschland zurzeit 7 521 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 3 185 MW betrieben (Stand 2012). Auch wenn der Anlagenbau einen stetigen Anstieg zeigt, so ist doch festzustellen, dass mit den einzelnen EEG Novellen und den dadurch initiierten Orientierungen hinsichtlich Anlagengröße, Substrateinsatz und Wärmenutzung, deutliche Brüche entstanden sind (Abb. 3).

Entwicklung der Anzahl Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung in Megawatt [MW] (Stand: 11/2012)

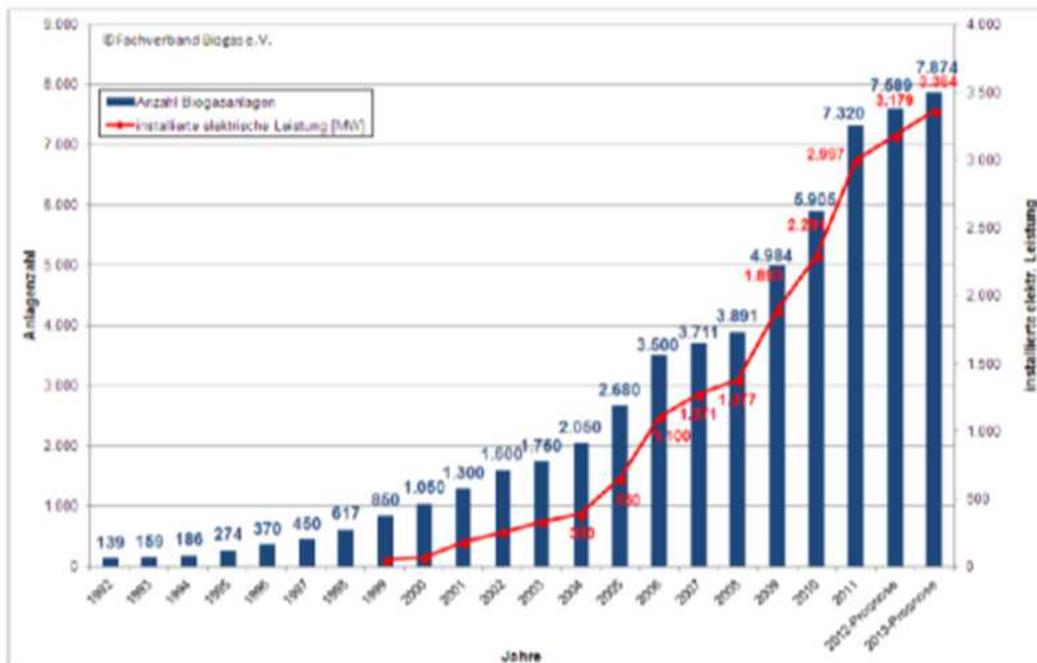


Abbildung 3: Biogasanlagenbau in Deutschland (Quelle: Fachverband Biogas, 2012)

Die Entwicklung der Biogasanlagen in den Bundesländern zeigt ein sehr differenziertes Bild. Während im süddeutschen und im norddeutschen Raum eine hohe Biogasanlagendichte zu finden ist, kann dagegen in Ländern wie Rheinland-Pfalz und Hessen nur eine geringe Biogasanlagendichte festgestellt werden (Abb. 4). Neben der Anlagenanzahl ist auch eine deutliche Differenzierung in der mittleren Anlagengröße, die sich nicht direkt aus der Betriebsgröße ableiten lässt, entstanden.

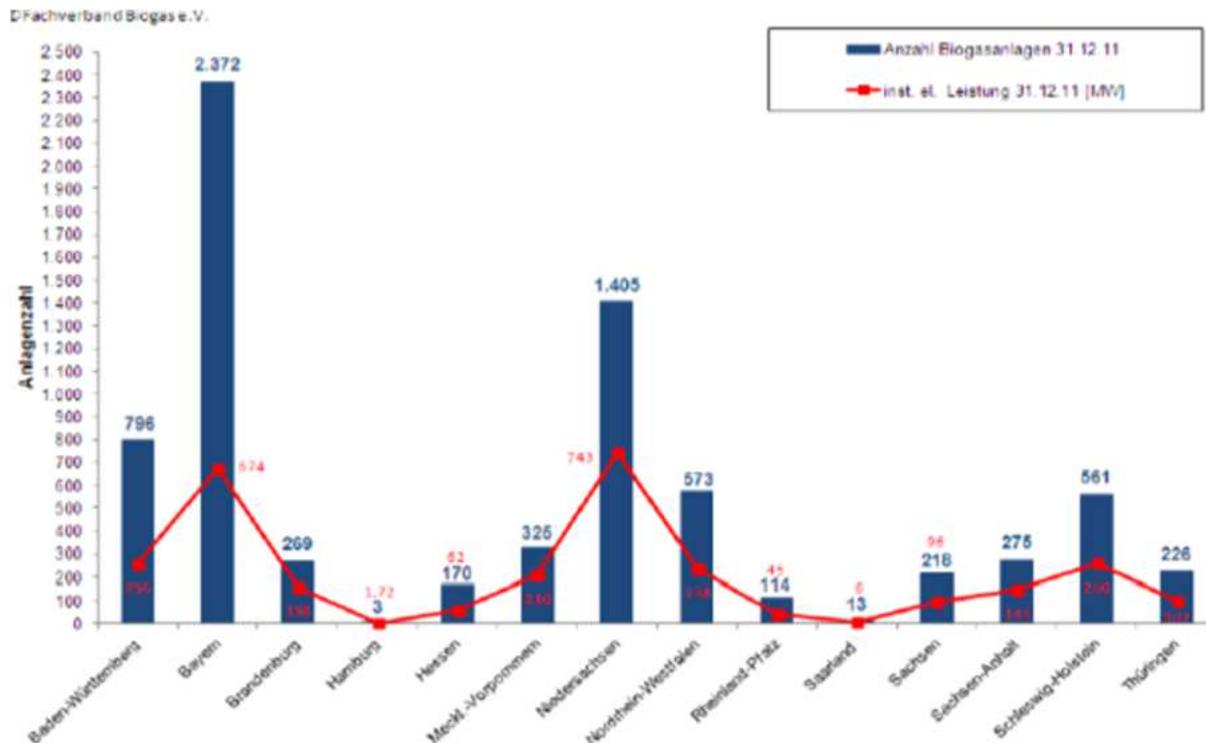


Abbildung 4: Anzahl Biogasanlagen und installierte Leistung in den Bundesländern (Quelle: Fachverband Biogas 2012)

3.2 Regionale Unterschiede im Substrateinsatz und deren Ursachen

Auch innerhalb Thüringens ist eine deutliche Differenzierung des Substrateinsatzes in den einzelnen Planungsregionen entstanden. Während in der Planungsregion Süd ein erhöhter Flächenbedarf für den Einsatz von Anweilsilagen zu erkennen ist, dominiert in den Regionen Mitte und Ost der Flächenbedarf für Silomais (Abb. 5). In der Region Nord wird deutlich mehr Fläche für den Silomais benötigt. Die Region Ost, die durch die Errichtung mehrerer Großanlagen charakterisiert ist, kennzeichnet ein Flächenverbrauch zur Substratbereitstellung, der fast doppelt so hoch wie in den anderen Regionen in Thüringen ist. Hier werden ca. 7,3 % der LF für Biogas eingesetzt, wogegen die Flächenanteile in den anderen Regionen zwischen 3 und 5 % liegen.

An Hand der aus der Fütterung der Biogasanlagen ermittelten mittleren benötigten Maisfläche ergibt sich, dass ca. ein Drittel der in Thüringen geernteten Silomaismenge in den landwirtschaftlichen Biogasanlagen zum Einsatz kommt. Der Anbauumfang des Silomaises hat 2012 gerade einmal den Anbauumfang von Mitte der 90-iger Jahre erreicht. Ursache hierfür ist die deutliche Reduktion der Rinderbestände, die zum geringeren Bedarf von Silomais in der Fütterung führte.

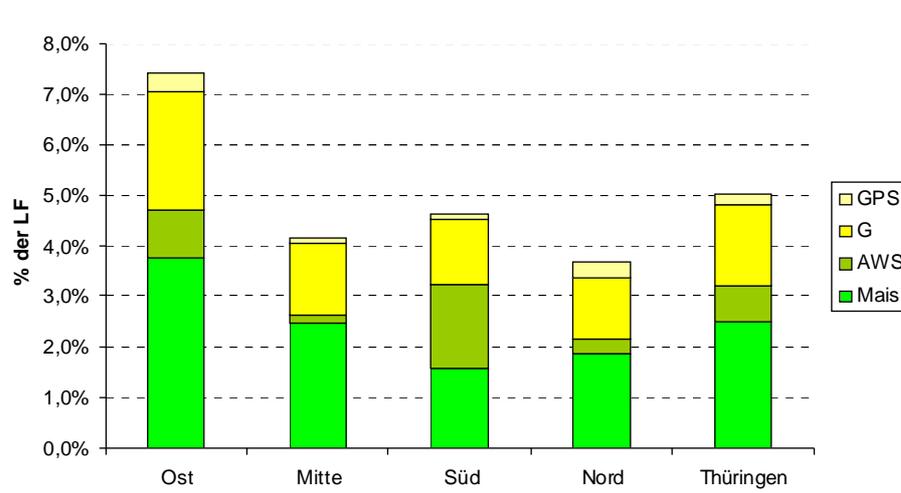


Abbildung 5: Biogasflächeninanspruchnahme in den Regionen Thüringens (Stand 01.01.2012)

Seit 1990 stieg in Thüringen die Dominanz des Getreideanbaus. Diese bedenkliche Entwicklung könnte durch einen verstärkten Maisanbau unterbrochen werden. Die Fruchtfolge würde durch die Sommerung Mais aufgelockert und ergäben sich positive fruchtfolgetechnische Effekte. Zusätzlich würde der „Stoppelweizenanbau“ verringert, was zu deutlichen Ertragseffekten führen würde (Abb. 6).

In 802 Betrieben (63 % der LF Thüringens, mittlerer Maisanteil 11,8 % der AF) wird Mais angebaut. In 88 % der maisanbauenden Betriebe (mit 429 000 ha LF) betrug der Maisanteil an der AF maximal 20 %. Daraus ergibt sich, dass auf 92 % des Ackerlandes kein oder nicht mehr als 20 % Mais angebaut werden. Über einen Maisanteil von 20 bis 50 % an der AF verfügen nur 190 Betriebe (46 000 ha AF; 64 000 ha LF). Somit haben nur 11 % der AF der maisanbauenden Betriebe bzw. 7,5 % der gesamten Ackerfläche Thüringens einen Anbauanteil von 20 bis 50 % Mais an der AF. Mehr als 50 % Mais an der AF ist in 63 Betrieben mit 4 387 ha AF zu finden. Das ist 1 % der AF der maisanbauenden Betriebe bzw. 0,7 % der gesamten AF Thüringens und somit von geringer Relevanz. Die 20 Betriebe mit 100 % Maisanteil an der AF sind größtenteils Nebenerwerbslandwirte in Grünlandgebieten (GL-Anteil 78 %) mit lediglich insgesamt 100 ha Ackerfläche. Hier ergänzt der Maisanbau die Heu- bzw. Silageproduktion vom Grünland.

Eine Ausweitung des Maisanbaus für energetische Zwecke geht mit einer Veränderung der bestehenden landwirtschaftlichen Fruchtfolgen einher. Reine Energiepflanzenfruchtfolgen sind in Thüringen eine Ausnahme. Vor allem auf den Löss-Standorten bietet sich durch die Ausweitung des Maisanbaus auch die Möglichkeit, enge Marktfruchtfolgen aufzulockern und Selbstfolgen von Winterweizen (Stoppelweizen) zu unterbrechen. Als vergleichsweise gute Vorfrucht für Winterweizen kann somit ein zusätzlich positiver Effekt erzielt und die etwa 10%-ige Ertragsminderung in einer Weizen-Selbstfolge gemindert werden.

Ferner ergeben sich insbesondere in Marktfruchtbetrieben durch eine Integration des Maisanbaus Möglichkeiten, Arbeitsspitzen zu verteilen. Betriebliche Fruchtfolgen, die sowohl Mais als auch Marktfrüchte enthalten, eröffnen Möglichkeiten zur Optimierung der Düngung mit den in den Gärresten enthaltenen Nährstoffen über eine möglichst gute Verwertung vor allem von Stickstoff in den unterschiedlichen Kulturarten.

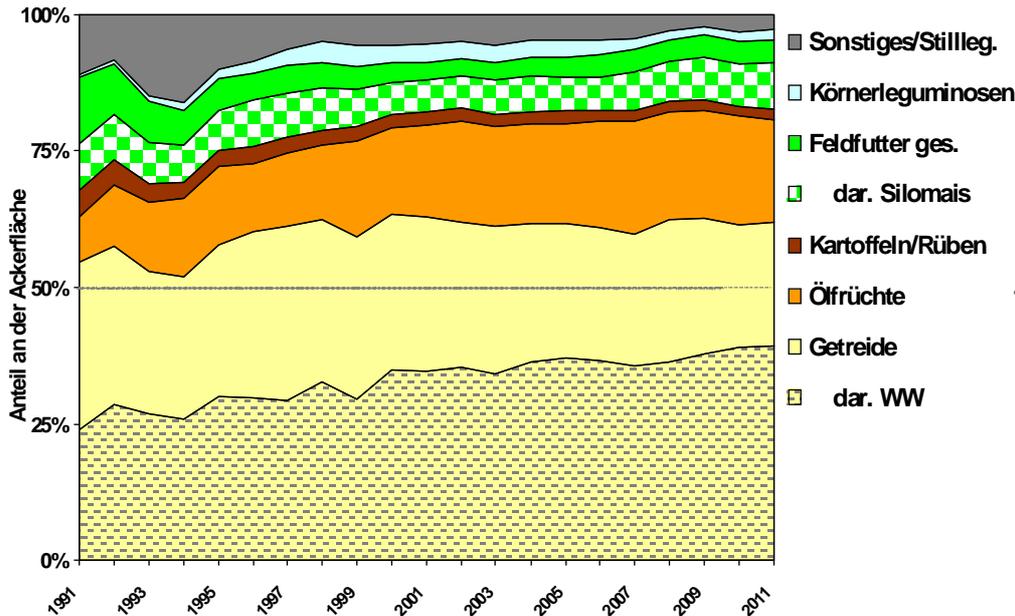


Abbildung 6: Entwicklung der Fruchtfolge in Thüringen von 1991 bis 2011

Mit einem gegenwärtigen Anbauumfang von unter 10 % an der Thüringer Ackerfläche stellt Mais eine Bereicherung der Fruchtfolge und keine „Problemkultur“ dar. Die Maiskonzentration liegt in allen Thüringer Landkreisen z.T. deutlich unter 20 %. Besonders in Thüringer Ackerbauregionen mit sehr geringem Tierbesatz trägt die Einführung von Biogasanlagen zu einer höheren Vielfalt der landwirtschaftlichen Produktion und Auflockerung der Fruchtfolgen bei. Die standortangepassten Biogasanlagen Thüringens bieten hinsichtlich Substratbereitstellung und Anlagengröße gute Voraussetzungen zur Integration der Biogastechnologie in die Landwirtschaft. Besonders durch die Kombination mit der Tierhaltung werden positive Effekte hinsichtlich der Verminderung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern sowie der Wertschöpfung im Landwirtschaftsbetrieb erzielt.

Bei einem aus acker- und pflanzenbaulicher Sicht vertretbaren Maisanteil an der Ackerfläche (< 20 % der AF) beträgt das energetische Potenzial des Maisanbaus für die Biogaserzeugung in Thüringen ca. 120 MW. Durch Nutzung weiterer NAWARO'S (GPS, AWS, ...) bzw. Wirtschaftsdünger und Reststoffe würde dies einen deutlichen Ausbau der Biogaserzeugung bedeuten.

In Gesamtdeutschland ist ein deutlicher Anstieg des Silomaisanbaus festzustellen, der sich mit den EEG-Novellen 2004 und 2009 begründen lässt. Besonders, da auch seit 1990 eine Verdoppelung des Körnermaisbaues erfolgte, steigt der Maisanbau insgesamt in Deutschland von 9 % der LF auf ca. 15 % der LF. Ungeachtet dessen ist eine starke Differenzierung zwischen den Bundesländern festzustellen. Silomais wird auch heute noch vorrangig in der Fütterung eingesetzt. Es zeigt sich eine direkte Abhängigkeit zwischen GV-Besatz und Maisanbaufläche (Abb. 7), wie sich aus der Analyse des Verhältnisses zwischen Tierbesatz und Maisanbauanteil in den Bundesländern gut erkennen lässt.

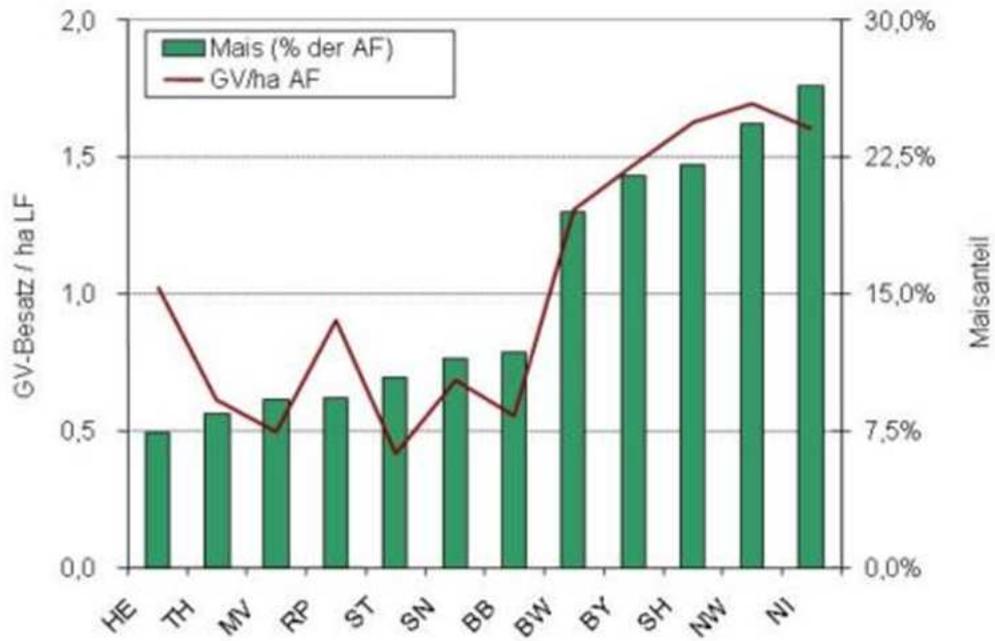


Abbildung 7: Maisanbau und GV- Besatz in den Bundesländern 2010

4 Wirtschaftlichkeitsfaktoren

4.1 Kosten und Leistungen

Mit dem EEG wurde ein Instrument geschaffen, welches entsprechend dem Inbetriebnahmejahr der Anlage, eine feste marktunabhängige Stromvergütung sichert. Diese für 20 Jahre konstante Vergütung beinhaltet keinen Inflationsausgleich. Dadurch ist nur durch stetige Steigerung der Effizienz bzw. des Wärmeverkaufs ein wirtschaftlich stabiles Ergebnis erzielbar.

An die landwirtschaftlichen Biogasanlagen Thüringens werden im Mittel 20 bis 25 Cent/kWh gezahlt (Abb. 8). Im Einzelnen ist die Vergütung neben der Anlagengröße von den in Anspruch genommenen Boni abhängig. Großanlagen und besonders Biogasanlagen die Abfälle einsetzen, haben ein entsprechend geringeres Vergütungsniveau.

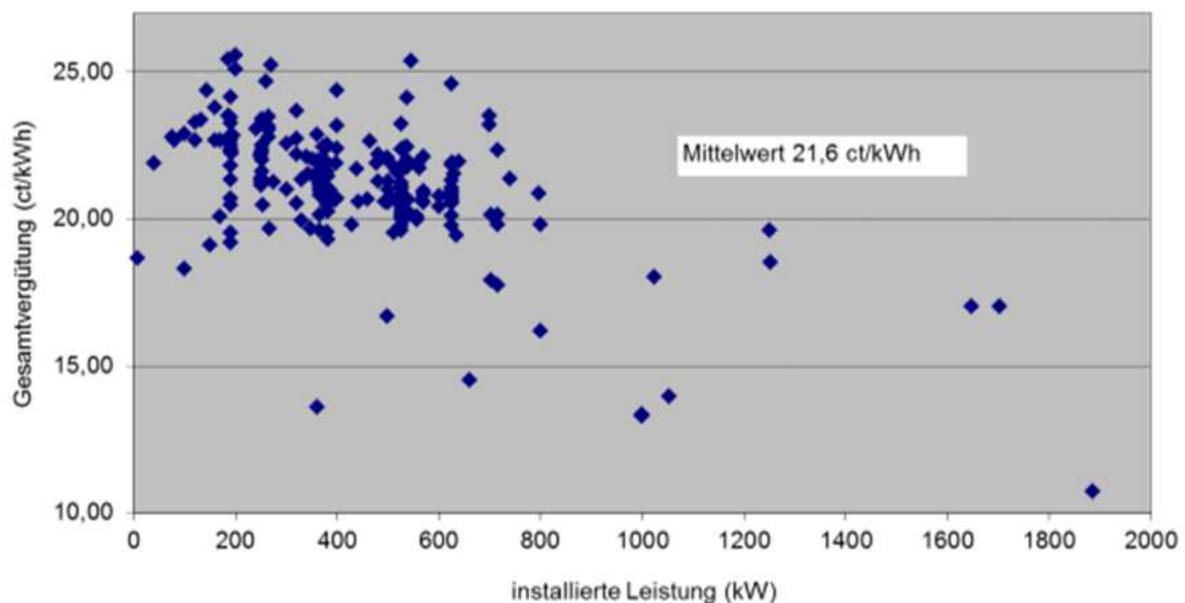


Abbildung 8: Vergütung landwirtschaftlicher Biogasanlagen (in ct/kWh) in Abhängigkeit von der installierten Leistung in Thüringen in 2011

Die Kosten der Biogasproduktion sind sehr differenziert. Kostenschwerpunkte stellen Abschreibungen und Zinsen, Wartung der Anlage und des BHKW's und vor allen die Substratkosten dar (Tab. 2). Somit wird die Wirtschaftlichkeit auch deutlich durch den Anteil der kostenneutralen Wirtschaftsdünger am Substratmix sowie den Getreidepreis als Vergleichsmaßstab für die Substratpreise beeinflusst.

Tabelle 2: Kostengliederung landwirtschaftlicher Biogasanlagen

	Mittlere Kosten (ct/kWh)	Bemerkungen
Afa, Zinsen Versicherung	5...8 (0,8 % v. Invest)	größenabhängig (nach Bau der Anlage nicht mehr beeinflussbar)
Personalkosten	1,5	leichte Steigerungsraten zu erwarten
Wartung BHKW BGA	1,3 (0,8...2,3) 1,5	größenabhängig, deutliche Steigerungsraten zu erwarten
Prozessstrom	0,9 ... 1,1	steigende Strompreise zu erwarten
Substratkosten	0 ... 10 (12)	Wirkung der gestiegenen Agrarpreise (Nur Einfluss über NAWARO-Anteil)

Die Analyse der Kosten in der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung Thüringens 2010 erfolgte für das Bezugsjahr 2009. Hierzu wurde an interessierte Biogasanlagen ein Fragebogen versendet und die Ergebnisse dieser Betriebszweiganalyse anonymisiert ausgewertet. Im Einzelnen zeigte die Erhebung folgende Ergebnisse:

- **Personalkosten** in der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung liegen im Mittel bei 1,5 Cent/kWh und betragen somit 6 – 8 % der Vergütung. Zwischen den einzelnen Betrieben ist eine hohe Differenzierung, die von der Anlagengröße und dem Automatisierungsgrad beeinflusst wird, vorhanden, wie der ermittelte spezifische Arbeitszeitaufwand in h/kW installierter Leistung zeigt. Im Mittel ergeben sich 4,22 Arbeitskraftstunden pro kW und Jahr (Abb. 9).

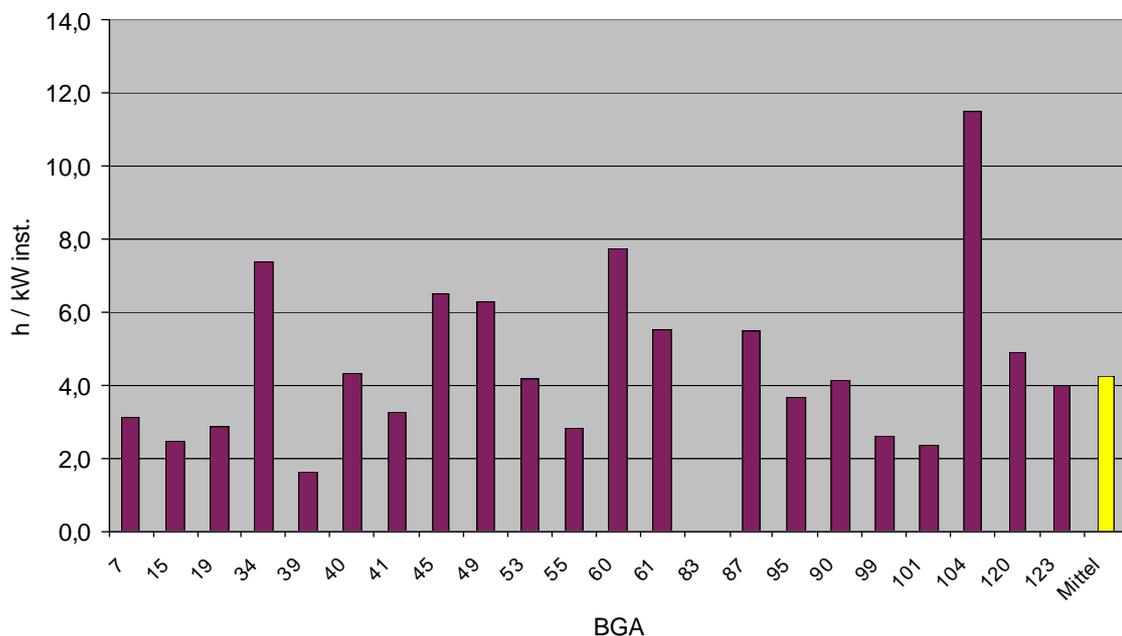


Abbildung 9: Personalaufwand in den BGA Thüringens

- Der **Prozessstrombedarf** unterliegt ebenfalls deutlichen Differenzierungen, wobei hier als Einheit Watt pro m³ Faulraum und Prozent der erzeugten Strommenge zur Anwendung kamen (Abb. 10). Wesentliche Faktoren für die Höhe des Prozessstrombedarfs sind neben der Homogenisierung

auch der Aufwand für die Notkühlung bzw. den Betrieb der Wärmenetzpumpen. Die Einheit W/m^3 Faulraum eignet sich gut, da ein hoher Anteil des Prozessstromes für die Homogenisierung der Fermenter benötigt wird und hat den Vorteil, dass sie unabhängig von der Höhe der Stromerzeugung ist. Im Mittel ergab sich ein Prozessstrombedarf von $8,6 W/m^3$ Faulraum bzw. $8,4 \%$ der erzeugten Strommenge.

Besonders durch steigende Strompreise sind hier perspektivisch moderate bis sehr deutliche Steigerungsraten der Prozessstromkosten zu erwarten.

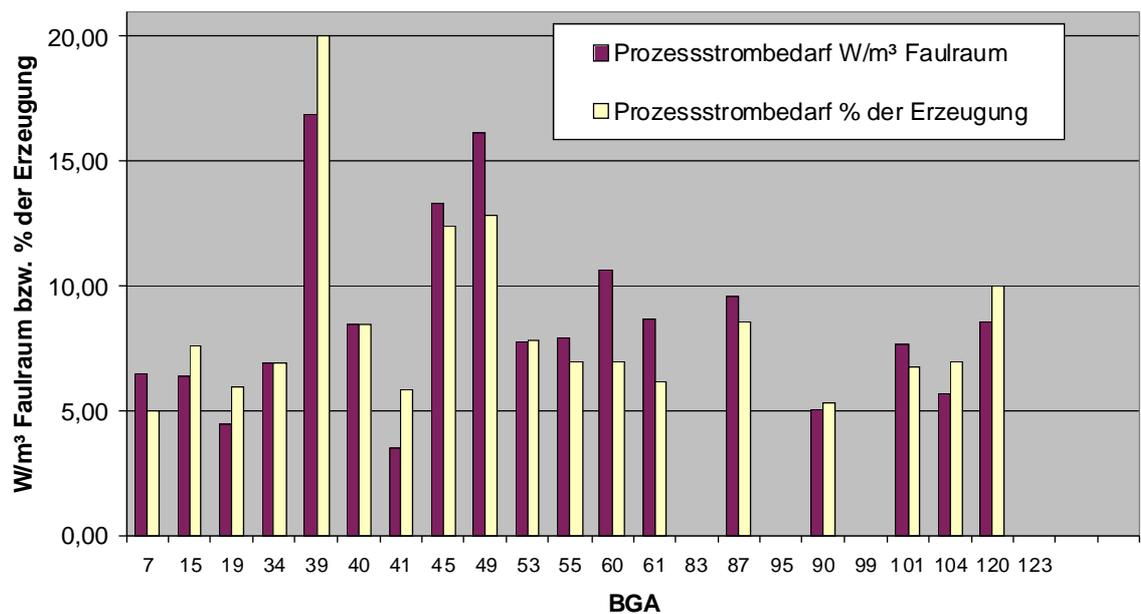


Abbildung 10: Höhe des Prozessstrombedarfs in den BGA Thüringens

- Die **Wartungskosten** werden durch die Qualität der verbauten Technik bestimmt und steigen mit zunehmendem Alter der Biogasanlage. In Anbetracht des mittleren Alters der Thüringer BGA von 3 bis 6 Jahren befinden sich die Anlagen zurzeit in einer Phase mit relativ niedrigen Wartungskosten (Abb. 11). Besonders unter Beachtung der mit dem EEG vorgegebenen Vergütungsdauer von 20 Jahren und der aus dem Steuerrecht fixierten Abschreibungsdauer von 16 Jahren ist perspektivisch eine deutliche Steigerung der Kosten zu erwarten.
- An Hand der Kosten der BGA 55 zeigt sich auch, dass einzelne Störungen zu deutlichen Unterschieden zwischen den Betrieben und einzelnen Jahren führen können.

Im Mittel ergab sich für die Blockheizkraftwerke ein Wartungsaufwand von $1,3 \text{ Cent/kWh}$ Stromverkauf und für die Biogasanlage $1,48 \text{ Cent/kWh}$ Stromverkauf. Allein für die Wartung der BGA ergeben sich bereits $2,4 \%$ der Investsumme als jährliche Kosten. Zusammen mit der BHKW-Wartung sind das zwischen 10 und 15% der Vergütung bzw. $4,7 \%$ der Investsumme. Mit dem weiteren Alterungsprozess der BGA ist zu erwarten, dass die Wartungskosten deutlich steigen und damit zu einem wichtigen Kostenfaktor werden.

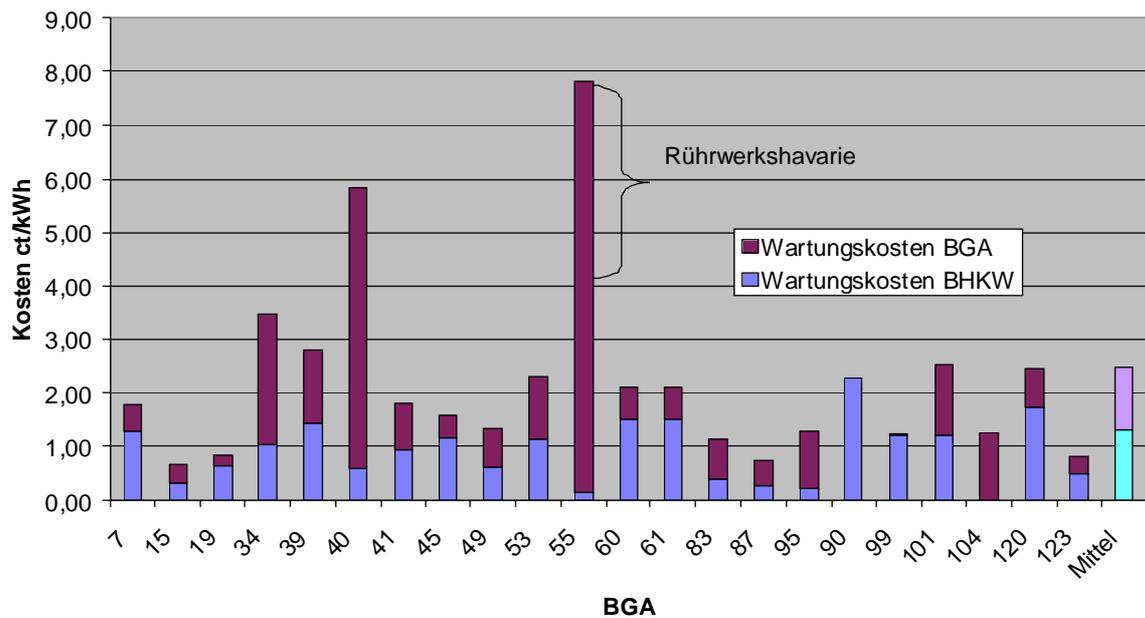


Abbildung 11: Wartungskosten in den BGA Thüringens

- Die **Auslastung der Anlagen** ist ein wesentlicher Faktor für die Umlage der Kosten. Die Auswertung der eingespeisten Strommengen zeigt, dass 2011 in Thüringen im Mittel die Anlagen nur 7 000 Vollaststunden erreicht wurden (Abb. 12). Hierbei wurden die in 2011 in Betrieb genommenen BGA nicht berücksichtigt, da im ersten Betriebsjahr sehr oft eine wesentlich geringere Auslastung erreicht wird. In Anbetracht eines Planungswertes von 7 500 bis 8 000 Stunden ist hier ein deutliches Defizit festzustellen. Allerdings ist unklar, ob die gestiegenen Substratpreise schon zur Reduktion der Anlagenleistung geführt haben oder ob wesentliche Ursachen für die Minderleistung Störungen im Anlagenbereich sind. Auch zeigt die Auslastung > 100 %, dass in der Statistik der Anlagen Fehler z. B. bei der angemeldeten installierten Leistung vorhanden sein müssen.

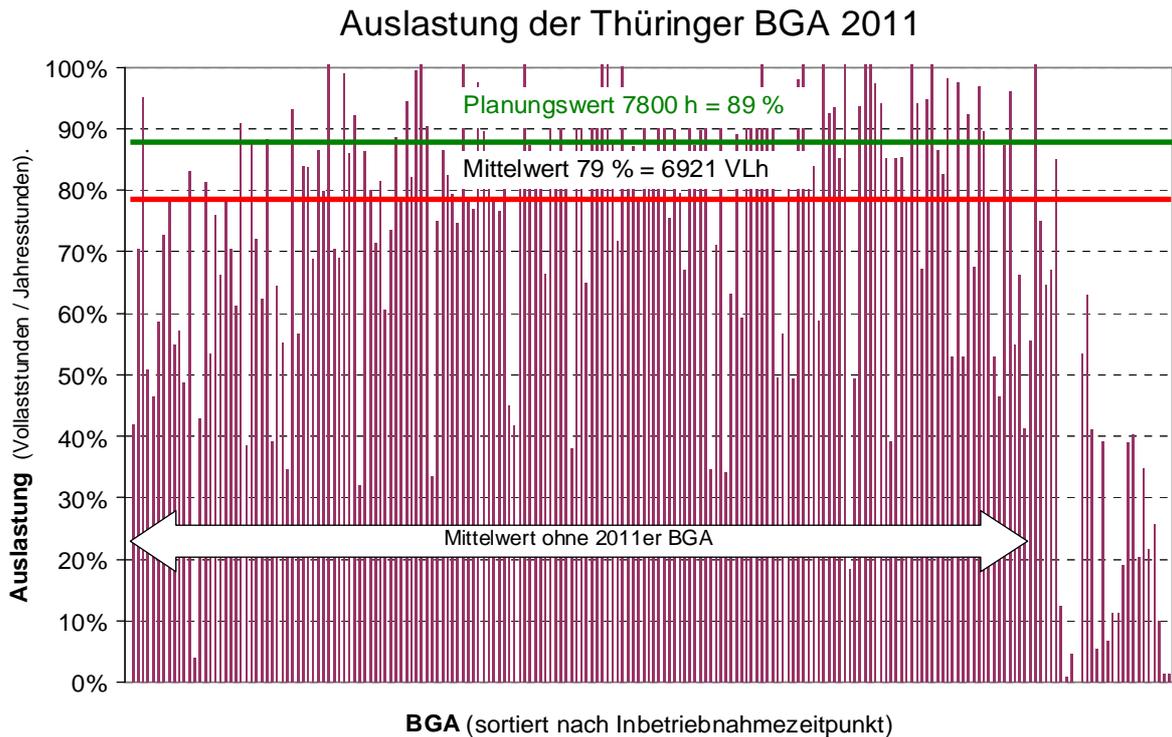


Abbildung 12: Auslastung in den BGA Thüringens 2011

4.2 Modellkalkulation zur Abschätzung der Wirkung von Faktoren

Zur Abschätzung der Wirkung der einzelnen Wirtschaftlichkeitsfaktoren erfolgte eine Kalkulation für folgende Modellanlage:

- 200 kW installierte Leistung,
- Inbetriebnahme 2009,
- 50 kW Wärmenutzung,
- Substrateinsatz 10 000 m³ Rindergülle und Maissilage bzw. als reine NAWARO-Anlage mit ausschließlich Maissilage

In den folgenden Bildern werden für die einzelnen Varianten die wesentlichen Kostenblöcke normiert auf ct/kWh Stromverkauf als Säulendiagramme dargestellt. Die Stromvergütung und die auf den Stromverkauf umgerechnete Wärmevergütung werden ebenfalls in ct/kWh als Balken bzw. Raute eingezeichnet.

Es zeigt sich, dass sowohl die Auslastung als auch die Nutzung von Wirtschaftsdüngern wesentliche, die Wirtschaftlichkeit beeinflussende Faktoren sind (Abb. 13). So führt der Einsatz von Gülle zu deutlich reduzierten Substratkosten, die bei reinen NAWARO-Anlagen durch höhere Effizienz ausgeglichen werden müssen. Festzustellen ist aber auf der anderen Seite auch, dass der Gülleeinsatz zu deutlich steigenden Aufwendungen im Prozessstrombereich führt.

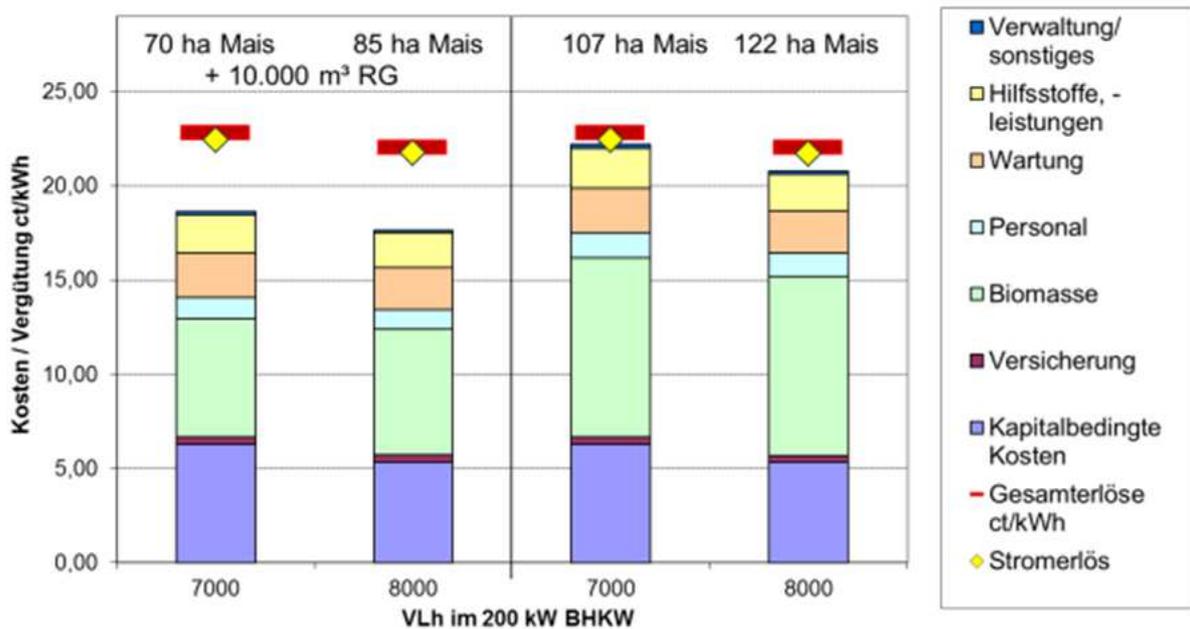


Abbildung 13 Wirtschaftlichkeitsfaktoren Auslastung und Gülle

(EEG 2009, 200 kW BGA, 35 €/t Mais, 50 kW Wärmenutzung zu 2 ct/kWh)

Der **Wirkungsgrad der Blockheizkraftwerke** hat ebenso einen hohen Einfluss auf die Rentabilität der Anlagen (Abb. 14). Besonders unter der Bedingung, dass in den nächsten Jahren vermehrt BHKW ausgetauscht werden müssen, ist der Einsatz von effizienten Maschinen mit hohem Wirkungsgrad zwingend. Hierbei sind die technischen Innovationen, wie z. B. Abgasnachverstromung, aber auch die Möglichkeiten zur Emissionsverminderung, z. B. durch Abgasnachverbrennung zur Erzeugung von Hochtemperaturwärme, zu beachten.

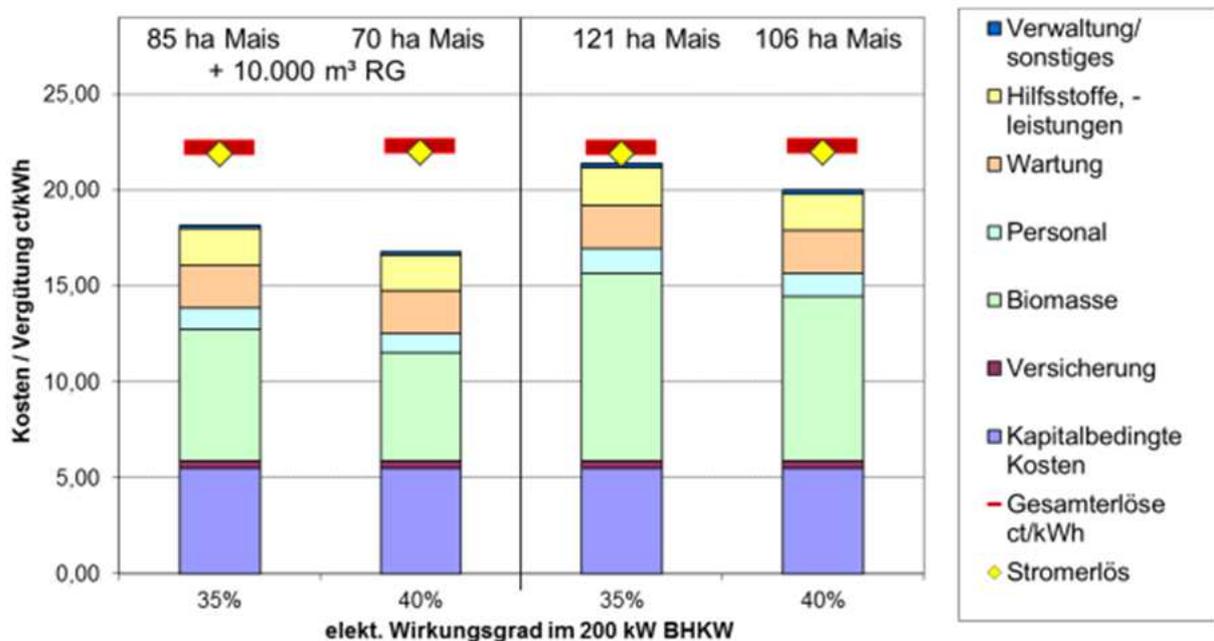


Abbildung 14: Wirtschaftlichkeitsfaktor Wirkungsgrad
 (EEG 2009, 200 kW BGA, 35 €/t Mais, 50 kW Wärmenutzung zu 2 ct/kWh)

Zündstrahlmotoren sind im Vergleich zu Gas-Otto-Motoren auch ohne die sich zurzeit in der Einführung befindliche Abgasnachverstromung durch deutlich höhere Wirkungsgrade gekennzeichnet. Andererseits sind auch gegenwärtig sehr hohe RME-Preise am Markt von über 1 €/l zu zahlen.

So ergab eine Kalkulation, dass bei Kosten für Maissilage von 35 €/t und RME-Preisen von 1,06 €/l (o. MwSt.) erst ab einem Wirkungsgradunterschied größer 4,5 % ein Vorteil der Zündstrahltechnik aus Sicht der Substratkosten gegeben ist (Tab. 3).

Tabelle 3: Wirkungsgrade zur Erreichung gleicher Substratkosten von Zündstrahlmotoren (ZüSt) und Gas-Otto-Motoren (GOM) Unterstellungen: 180 kW installierte Leistung, Maissilagepreis 35 €/t FM, Zündölpreis 1,06 €/l

Parameter	Einheit	ZüSt-BHKW	GOM
Zündöleinsatz	l/h	2,3	0
erforderliche Maismenge	t/d	9,4	11,1
Maiskosten	€/d	330,5	389,1
Zündölkosten	€/d	58,5	-
Summe Substratkosten	€/d	389,1	389,1
Wirkungsgrad	%	42	37,6

Zusätzlich ist zu beachten, dass Zündstrahlmaschinen eine höhere Investition erfordern und in den Wartungskosten deutlich über den Gas-Otto-Motoren liegen. Somit sind BHKW mit Gas-Otto-Motoren trotz

eines geringeren Wirkungsgrades bei Zündölkosten größer 1 €/l oft dem Zündstrahlmotor überlegen. Bei einem in der Praxis oft anzutreffenden höheren Zündölverbrauch vergrößert sich der erforderliche Wirkungsgradunterschied zur Kostengleichheit deutlich auf bis zu 10 %.

Die **Substratkosten** stellen mit ca. 10 ct/kWh (Maisvergärung) den höchsten Kostenanteil dar. Auch wenn in Thüringen durch hohen Wirtschaftsdüngereinsatz diese nur reduziert anfallen, so ist doch der Maispreis als „Leitwährung“ hoch relevant für die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung. Da der Maispreis sich am deutlich gestiegenen Getreidepreis orientiert, wurde in der Modellanlage ein Preis von 45 €/t unterstellt. Bei der für die Wirtschaftlichkeitsanalyse unterstellten NAWARO-Anlage können diese Substratpreise nicht mehr abgefangen werden (Abb. 15). Anlagen mit hohen Gülleanteilen können auf Basis des EEG 2009 die hohen Preise besser kompensieren. Allerdings führt die Forderung des EEG 2012 nach 150 Tagen Verweilzeit im gasdicht abgedeckten System auch hier schnell zu Wirtschaftlichkeitsproblemen.

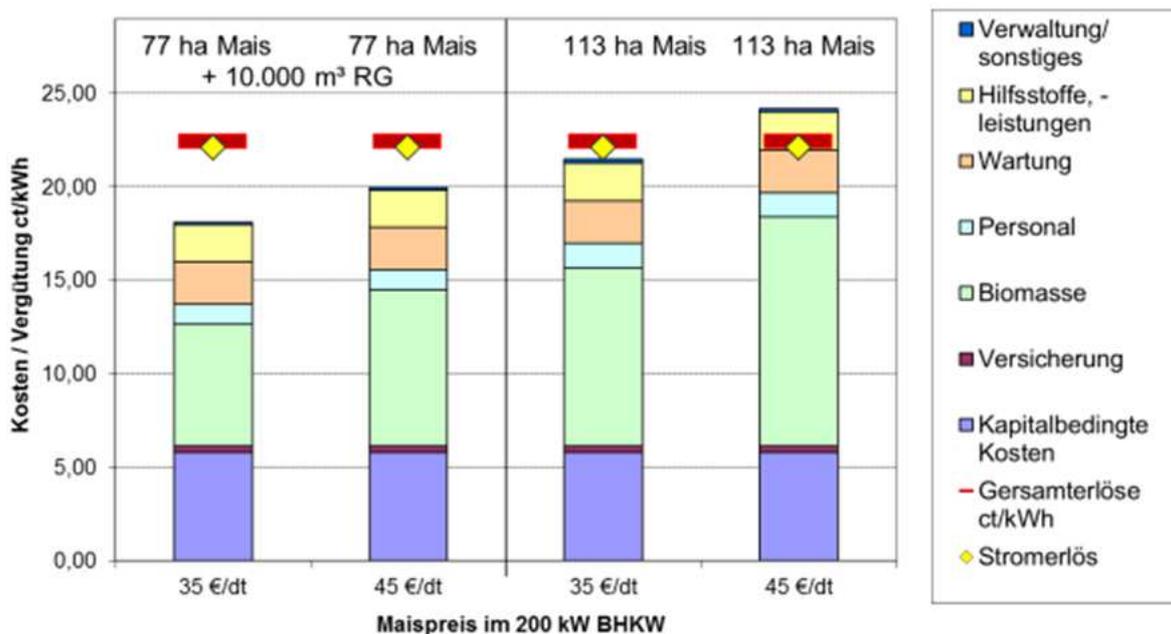


Abbildung 15: Wirtschaftlichkeitsfaktor Substratpreis

(EEG 2009, 200 kW BGA, 35 €/t Mais, 50 kW Wärmenutzung zu 2 ct/kWh)

Die effiziente **Verwertung der Gärreste** hat zukünftig ebenfalls einen hohen ökonomischen Stellenwert, indem bei der Biogaserzeugung im Gegensatz zur Marktfruchtproduktion die Nährstoffe (N, P, K,) im Betrieb verbleiben. Hier sind Regionen mit geringem Tierbesatz eindeutig im Vorteil, da durch kleine Gaben hohe N-MDÄ erreicht werden und für Phosphor und Kalium ein entsprechender Bedarf besteht. Mit der anaeroben Fermentation wird Stickstoff von der organisch gebundenen Form in Ammonium umgewandelt. In der Größenordnung liegen im Gärrest dann 60 ... 85 % des Stickstoffs in der in ammonifizierter Form vor. Neben einer ausreichenden Lager- und Ausbringungskapazität um den Gärrest zum optimalen Zeitpunkt applizieren zu können ist Technik zu emissionsarmen, d.h. verlustarme Applikation zwingend erforderlich. Phosphor, der sich in den letzten Jahren deutlich aufgrund der weltweit geringen Ressourcen verteuert hat, wird bei der Fermentation nicht beeinflusst. Durch den Verbleib im internen Kreislauf des Landwirts werden die Ressourcen geschont.

In den 226 landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Thüringen werden zurzeit pro Jahr rund 2,57 Mio. m³ flüssige und 0,31 Mio. t feste Wirtschaftsdünger, Feldfrüchte von 40 000 ha und ca. 0,165 Mio. t Bioabfälle eingesetzt. Damit werden ca. 55 % der flüssigen und fast 20 % der festen Wirtschaftsdünger und 0,95 Mio. t Feldfrüchte pro Jahr anaerob vergoren. Unter Beachtung des Masseabbaus ergibt sich ein Anfall von 3,5 Mio. m³ Biogasgülle bzw. Gärrest für Thüringer Ackerflächen. Durch den Einsatz von NAWARO und Bioabfällen als Substrate erhöht sich somit der Anfall um ca. 0,75 Mio. m³/a. Der Wirtschaftsdüngeranfall steigt um ca. 12 %. Geht man davon aus, dass in Thüringen Biogasgülle und Gärrest vorrangig flüssig verwertet werden, sind jährlich 5,8 Mio. m³ flüssiger Wirtschaftsdünger und 1,3 ... 1,5 Mio. t Wirtschaftsdünger als Stallmist bzw. Feststoff auszubringen.

Die Biogaserzeugung führt zu deutlichen Veränderungen bei den Nährstoffgehalten und Eigenschaften der Wirtschaftsdünger (vgl. Merkblätter „Eigenschaften von Biogasgülle“ und „Einsatz von Gärrest aus Biogasanlagen“, TLL 2012), die bei der Lagerung und beim Einsatz der Wirtschaftsdünger zu beachten sind. Aufgrund des sich ausweitenden Umfangs der Biogaserzeugung aus Feldfrüchten, ist es für einen sachgerechten Einsatz der Biogasgülle auf landwirtschaftlichen Flächen erforderlich Änderungen im Düngemanagement vorzunehmen.

Weiterhin ist die Erhöhung der **Wärmenutzung**, die oft in einem Wärmekonzept dargestellt wird, ein die Inflation ausgleichender Wirtschaftlichkeitsfaktor. Für das Jahr 2009 wurde bei einer Analyse der Wärmenutzung im Mittel eine Nutzung von nur 27 % festgestellt. In einer 2011 durchgeführten Erhebung, allerdings nicht an denselben BGA zeigt sich, dass inzwischen im Mittel 44,2 % der anfallenden Abwärme sinnvoll verwertet wurde (n = 57). Die Anreize des EEG 2009 zur Verbesserung der Wärmenutzung haben somit auch in Thüringen deutlich gewirkt.

Perspektivisch ist hierbei besonders auf die Verwertungserlöse zu achten, da z. T. die Wärme noch im Niedrigpreisbereich verwertet wird (Abb. 16 und 17).

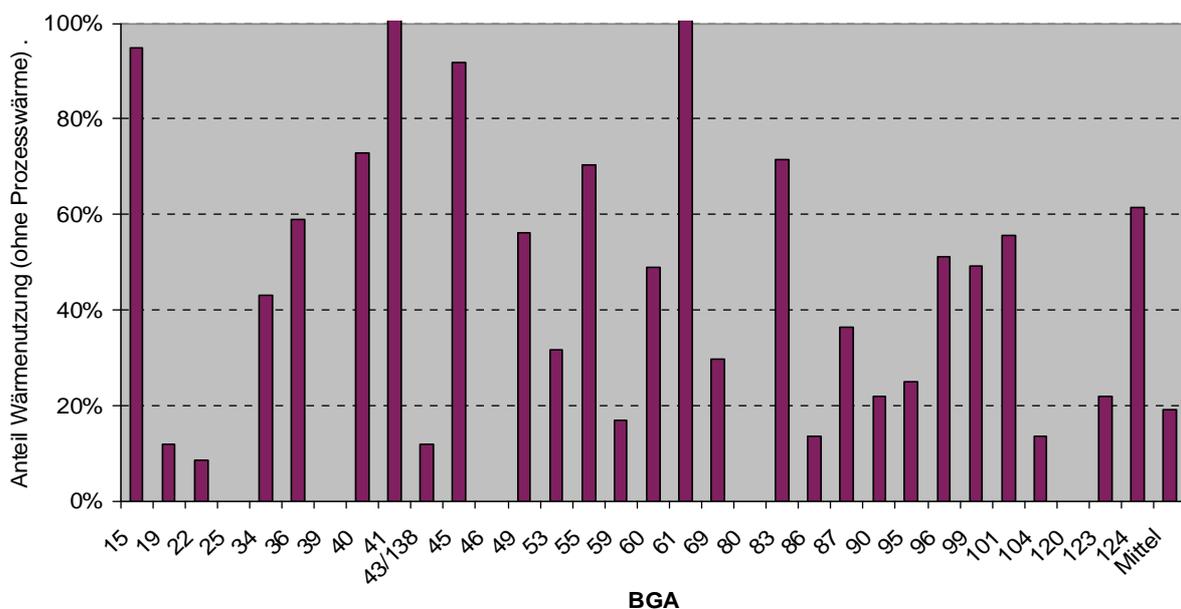


Abbildung 16: Wärmenutzung in Thüringer BGA im Jahre 2009 (35 von 158 BGA)

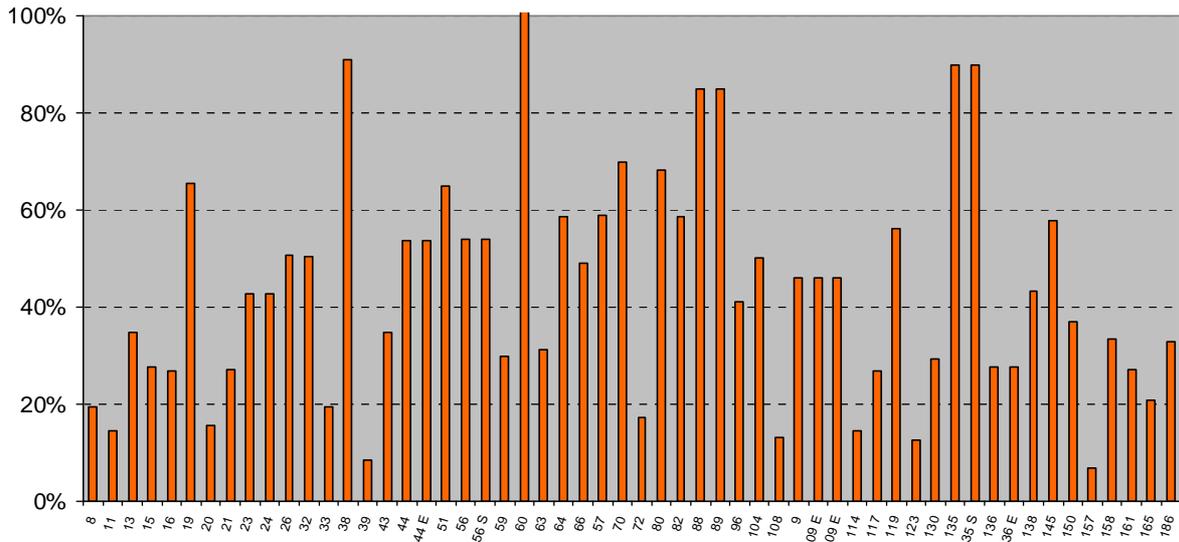


Abbildung 17: Nutzung der Abwärme in 57 von 226 BGA Thüringens in 2011

Die ökonomische Relevanz der Wärmenutzung zeigt sich bereits an der Modellkalkulation. Durch 50 kW mittlere Wärmeverwertung kann ein Gewinnbeitrag von fast 30 Tsd. € generiert werden, der besonders bei den NAWARO-Anlagen zum wirtschaftlichen Überleben beiträgt und Kostensteigerungen im Instandhaltungs- und besonders im Bereich des Prozessstrombedarfs ausgleichen kann (Abb. 18).

Zu beachten ist hierbei, dass die Anlage mit Gülleeinsatz rechnerisch 28 % und die NAWARO-Anlage nur 12 % Prozesswärmebedarf hat und damit wesentlich mehr Wärme verkaufen kann.

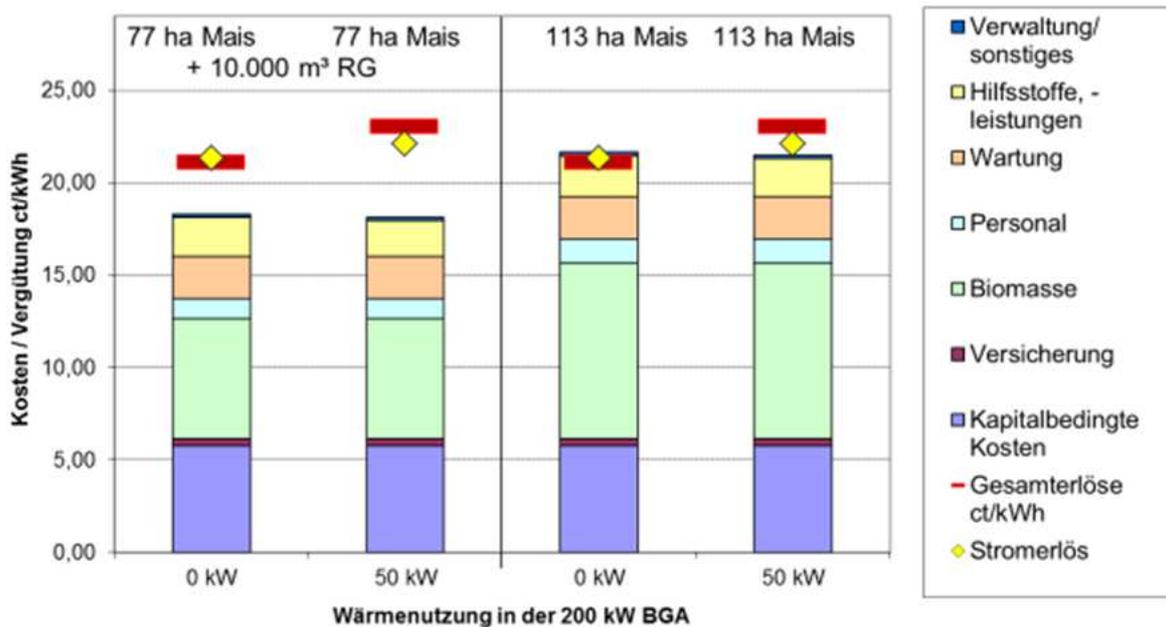


Abbildung 18: Wirtschaftlichkeitsfaktor Wärmenutzung (EEG 2009, 200 kW BGA, 35 €/t Mais, 50 kW Wärmenutzung zu 4 ct/kWh)

5 Restgaspotential

5.1 Problemstellung

In den letzten Jahren erfolgte, verursacht durch die unterschiedlichen Novellen des EEG, eine stürmische Entwicklung bei der Einführung der Biogastechnologie in die Landwirtschaft Deutschlands. In den einzelnen Regionen entwickelten sich durch unterschiedliche Agrarstrukturen und aber auch Tätigkeiten der Firmen, vielfältige verfahrenstechnische Lösungen zur Biogaserzeugung.

Neben der Monovergärung von Mais als Trockenfermentation (EEG 2004), den Bestrebungen der Getreidemonovergärung und den durch das EEG 2009 wieder verstärkt zum Einsatz kommenden Wirtschaftsdüngern und Reststoffen, sind Bestrebungen zur Intensivierung der Vergärung mit dem Ziel Faulraum und damit Investitionskosten zu sparen, festzustellen.

Als wesentliche Kenngrößen zielten die vielfältigen verfahrenstechnischen Konzepte oft auf eine maximale Auslastung der Investitionen, meist gemessen an der Volllaststundenzahl, ab. So erfolgt in der landwirtschaftlichen Praxis die verfahrenstechnische Auslegung einer BGA oft nicht auf hohe Substratausnutzung (Gasausbeute), was bei NAWARO-Einsatz nötig wäre, sondern zu pauschal über die Verweilzeit mit dem vorrangigen Ziel geringer Investitionen bzw. der Vergütungsoptimierung. Nur bei Einsatz von kostenfreien Wirtschaftsdüngern und Reststoffen kann die maximale Ausnutzung der Investitionen durch hohe Faulraumbelastung ein ökonomisch anzustrebender Weg sein.

Für BGA mit hohen Substratkosten ist aber die Gasausbeute ($\text{m}^3/\text{kg oTS}$) ein wesentlicher, die Anlageneffizienz bestimmender, Faktor. Eine gute Substratausnutzung, ausgedrückt in Form einer hohen Gasausbeute, führt automatisch zu einem geringen Restgaspotential und ist somit ökonomisch sowie ökologisch hoch relevant. Leider wurde bisher bei der verfahrenstechnischen Anlagenauslegung die Ausnutzung des Gasbildungspotentials und mögliche Umweltgefahren durch Restgasemission bei der Lagerung zu wenig in der verfahrenstechnischen Anlagenauslegung beachtet.

Vom Gesetzgeber wurde mit der EEG-Novelle 2009 auf diese Entwicklung reagiert und für alle nach BImSchV genehmigungspflichtigen Neuanlagen eine gasdichte Abdeckung der Gärrestlager gefordert. In der Umsetzung ist dies schwierig, da in der Praxis keine klare Abtrennung zwischen Fermenter, Nachgärer und Gärrestlager vorhanden ist. Leider berücksichtigen die Forderungen des EEG nicht die unterschiedlichen verfahrenstechnischen Konzepte zur Substratausnutzung. Auch ist die pauschalen Herangehensweise oft nicht verhältnismäßig.

Ziel der Untersuchungen war es, die wesentlichen verfahrenstechnischen Einflussfaktoren auf das Restgaspotential durch Gärversuche zu ermitteln. Einen Schwerpunkt bildet auch der Einfluss des Fettsäuregehaltes und der Vergärungstemperatur auf das Restgaspotential. Im Einzelnen wurde untersucht:

- welche verfahrenstechnischen Parameter den größten Einfluss auf das Restgaspotential ausüben,
- welchen Einfluss die Futterzusammensetzung und insbesondere der Gülleanteil ausübt,
- inwieweit das unter standardisierten Laborbedingungen ermittelte Restgaspotential mit dem der Lagerung unter Sommerbedingungen und der Lagerung unter Winterbedingungen in Einklang steht,
- ob der Fettsäuregehalt im Gärrest das Restgaspotential kennzeichnet und
- inwieweit der Einfluss von mehrstufigen Vergärungen auf das Restgaspotential nachweisbar ist.

Des Weiteren ist es ein Ziel, ausgehend von den Untersuchungsergebnissen, Vorschläge zur tatsächlich erforderlichen Dauer der gasdichten Lagerzeit abzuleiten.

5.2 Material und Methoden

Die Betriebsdaten der Thüringer Praxisanlagen belegen, dass Verweilzeit und Belastung wesentliche, die Gasausbeute und damit auch das Restgaspotential bestimmende Faktoren sind. Die Auswertung zeigt bei Bezug auf den gesamten gasdicht abgedeckten Raum eine erhebliche Spannweite in der Verweilzeit (Mittelwert: 102 d, Spanne 25 ... 240 d) und der Belastung (Mittelwert: 2,15 kg/m³, Spanne 0,45 ... 6,15 kg/m³). Diese Spannweite ist nur zum Teil verfahrenstechnisch begründbar.

Ziel des Versuchskonzeptes war die Auswahl von 17 BGA mit einer hohen verfahrenstechnischen Variabilität, um die möglichen Spannbreiten der in der Praxis vorkommenden Anlagen abzubilden. Im Einzelnen variierte der Wirtschaftsdüngeranteil im Bereich von 0 bis 100 %. Der NAWARO-Anteil ist durch unterschiedliche Mengenanteile von Mais-, Anwelk- und Ganzpflanzensilage sowie Getreidekorn gekennzeichnet. Hinsichtlich der Anlagengröße kamen Anlagen von 1.600 bis 7.200 m³ Faulraum bzw. 200 bis 1.600 kW installierter Leistung in die Auswahl. Diese Anlagen besaßen eine Stufigkeit von 1 bis 4 Behältern und rezirkulieren bis zu 16 % des Volumens des 1. Fermenters.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden landwirtschaftlichen BGA wurde zusätzlich auf unterschiedliche Fütterungen geachtet. Die kürzeren Verweilzeiten waren in den Anlagen mit einem hohen Gülleanteil und die längeren in NAWARO-Anlagen zu finden.

Mittels Fragebogen erfolgte die Erfassung der aktuellen Betriebsdaten der einzelnen Biogasanlagen (Substrateinsatz, Verweilzeit und Belastung, Gaserzeugung ... als Monatsmittelwerte). Durch die Erhebung der Gas- und Stromerträge in den Biogasanlagen konnte entsprechend der Kohlenstoffbilanz eine Berechnung der TS-Gehalte im Eingangssubstrat und die realisierte Gasausbeute errechnet werden.

Die Gärrestproben wurden aus dem Ablauf der letzten gasdicht abgedeckten Stufe der BGA entnommen und einer nasschemischen Analyse vor und nach der Restgaspotentialbestimmung mit dem Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) unterzogen.

Die Vergärung im HBT erfolgte ohne Impfschlamm, über einen Zeitraum von 40 Tagen, in jeweils drei Wiederholungen. Zusätzlich wurden hinsichtlich der Vergärungstemperatur parallele Ansätze in den Temperaturstufen 37 °C (Vergärungstemperatur = Restgaspotential) und 25 °C (Lagerbedingungen Sommer) im HBT durchgeführt. Ein dritter Ansatz erfolgte unter vergleichbaren Bedingungen bei 10 °C (Lagerbedingung Winter) im Kühlschrank, allerdings mit manueller Substratmischung.

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Verweilzeit, Belastung und Gasausbeute in den BGA

Zwischen Gülleanteil und Verweilzeit ist, aufgrund des geringeren Trockensubstanzgehalts der Gülle, eine deutliche Beziehung festzustellen. Mit steigendem Gülleanteil sind in den BGA kürzere Verweilzeiten gewählt worden. Zu erkennen ist dies daran, dass mit steigendem TS-Gehalt der Substratmischung (geringere Gülleanteile), die Verweilzeit in den BGA proportional steigt (Abb. 19).

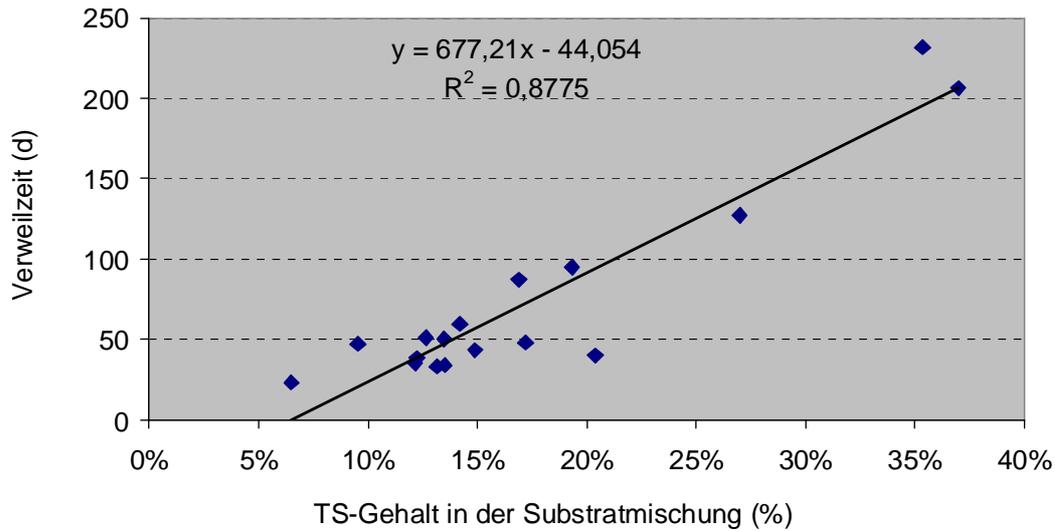


Abbildung 19: Verhältnis zwischen TS-Gehalt der Substratmischung und der gewählten Verweilzeit in den BGA

Da die Auslegung von Anlagen in der Praxis vorrangig pauschal erfolgte und Gülle einen wesentlich geringeren TS-Gehalt besitzt, zeigt sich eine lineare Abhängigkeit zwischen Gülleanteil und mittlerer hydraulischer Verweilzeit (Abb. 20). Weiter war festzustellen, dass die Gülleanlagen mit oft höherer Belastung als NAWARO-Anlagen – ggf. auch aufgrund der besseren Pufferkapazität der Gülle - gefahren werden.

Insgesamt spiegeln die ausgewählten Anlagen die Tatsache wider, dass in der Praxis, aufgrund ökonomischer Erwägungen, Gülleanlagen mit kürzerer Verweilzeit und NAWARO-Anlagen mit längerer Verweilzeit betrieben werden.

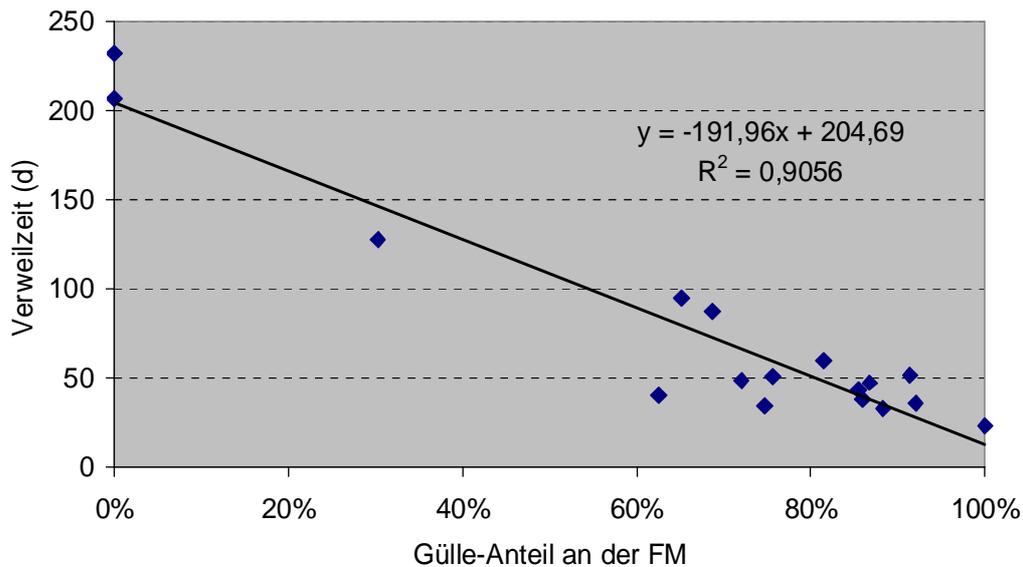


Abbildung 20: Beziehung zwischen Gülle-Anteil und Verweilzeit in den ausgewählten Praxisanlagen

5.3.2 Verfahrenstechnische Einflussfaktoren auf das Restgaspotential

Mit Bezug auf die Fütterung der einzelnen BGA wurde geprüft, ob bedingt durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Einzelsubstrate (Gasertrag, Abbaufähigkeit, ...) Unterschiede im Restgaspotential erkennbar werden. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff (C_{org}) in der TS variiert von 40 – 70 % und in der oTS von 30 – 50 % (Abb. 21).

Trotz deutlicher Unterschiede in der Fütterung der einzelnen Anlagen, sowie im TS-, oTS- und C_{org} -Gehalt der jeweiligen Substratmischung, konnte keine Beziehung zwischen der Fütterungsart und dem Restgaspotential nachgewiesen wird (Abb. 22).

Bei der Analyse der Daten zeigte sich eine scheinbare Abhängigkeit des Restgaspotentials von dem Gülleanteil im Substratmix. Auffällig war jedoch, dass parallel mit dem steigenden Gülleanteil eine Abnahme der Verweilzeit (bei gleichbleibender Belastung) festzustellen war.

Durch Gegenüberstellung des Gülleanteils an der Frischmasse, des Gasbildungsanteils aus der Gülle, der Verweilzeit und der Belastung zeigte sich, dass trotz deutlich sinkender Verweilzeit, bei erhöhtem Gülleanteil die Belastung der Anlage mit im Mittel 3 kg oTS/m³*d konstant bleibt (Tab. 4). Die o.g. scheinbare Abhängigkeit ergibt sich z. T. durch die geringere Verweilzeit bei verstärkten Gülleinsatz.

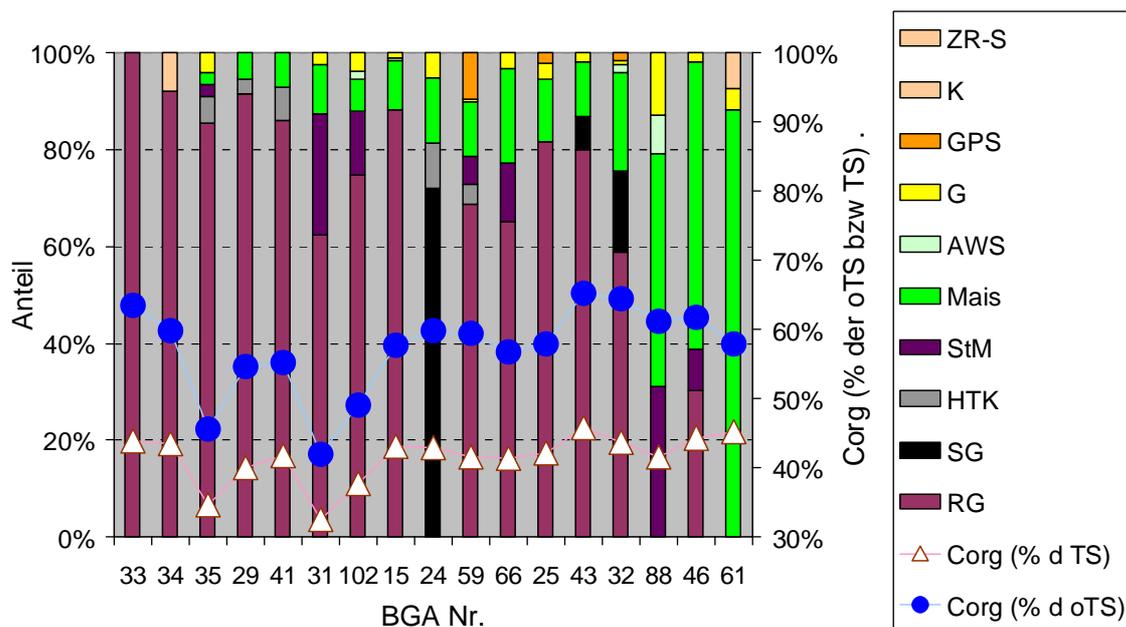


Abbildung 21: Zusammensetzung der Fütterung der BGA und Unterschiede im TS- und Corg-Gehalt der Substratmischung (RG - Rindergülle, SG - Schweinegülle, HTK - Geflügelkot, StM - Stallmist, AWS - Anweilsilage, G - Getreidekorn, GPS - Ganzpflanzensilage, K - Kartoffeln, ZR-S - Zuckerrübenschnitzel)

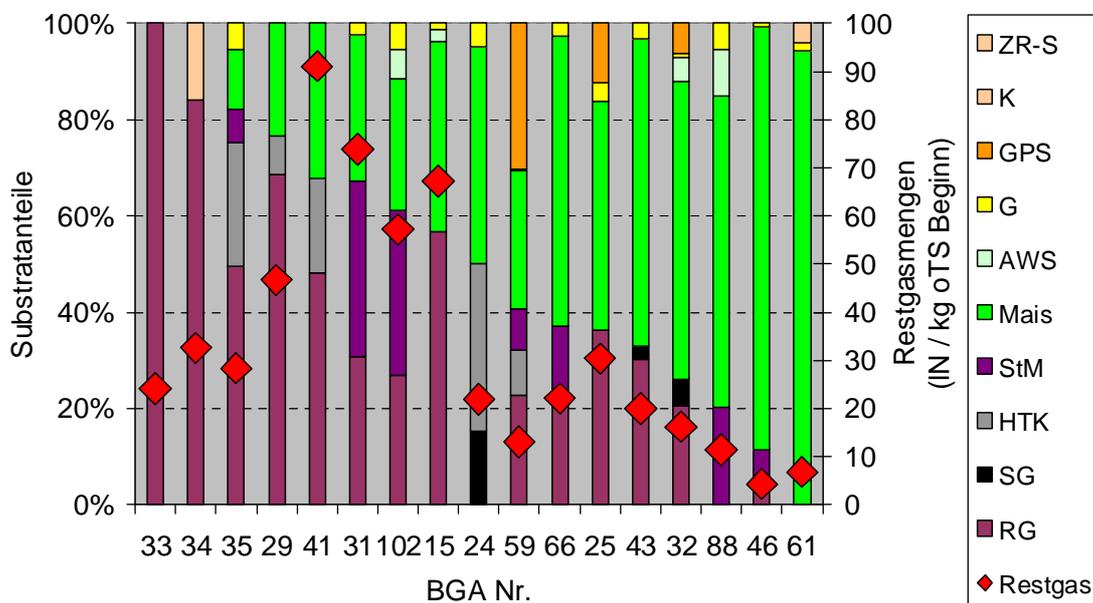


Abbildung 22: Restgaspotential und Substratanteil an der Methanbildung (Gasausbeute entsprechend KTBL-Richtwerten), absteigend sortiert nach Methanbildungsanteilen aus Wirtschaftsdünger (RG - Rindergülle, SG - Schweinegülle, HTK - Geflügelkot, StM - Stallmist, AWS - Anweilsilage, G - Getreidekorn, GPS - Ganzpflanzensilage, K - Kartoffeln, ZR-S - Zuckerrübenschnitzel)

Tabelle 4. Verweilzeit und Belastung in Abhängigkeit vom Gülleanteil im Substratmix

Gülle-Anteil des Substrats	Gasbildung aus Gülle im Mittel	Mittlere Verweilzeit d	Mittlere Belastung kg/m ³ d
0 - 50%	2%	188	1,81
50 - 75 %	23%	61	3,19
75 - 90 %	42%	45	2,95
> 90%	84%	37	2,89

Üblicherweise wird die im HBT gemessene Gasbildung, nach Abzug der Gasbildung aus dem Impfschlamm, auf Normbedingungen umgerechnet und auf die Substratmenge (I_N /kg) bzw. auf die eingesetzte oTS (I_N /kg oTS) bezogen. Bei der durchgeführten Analyse des Restgaspotentials erfolgte aber schon eine Vergärung in der BGA. Somit liefert der Bezug auf die im HBT eingesetzte organische Trockenmasse (I_N /kg oTS) keine mit den üblichen Richtwerten für Gasausbeuten vergleichbaren Werte.

Die bei der Fermentation bereits abgebaute oTS als Bezugsbasis ist mit einzubeziehen. Möglich wird das, indem, ausgehend von der Stromerzeugung, eine Rückrechnung auf den eingesetzten Trockenmassegehalt erfolgt, um die Restgasmenge auf die in der Praxis-Biogasanlage eingesetzte oTS (I_N /kg oTS Beginn) beziehen zu können. Die gleiche Vorgehensweise ist auch für die Bestimmung der Restgasmenge in Prozent nach VDI 3475 angeraten, wobei in der VDI aber hierzu keine Hinweise gegeben werden.

Es zeigt sich auf Grundlage der Bezugsbasis I_N /kg oTS-Beginn ein enger statistischer Zusammenhang zwischen Verweilzeit und Restgaspotential (Abb. 23). Auffällig ist die sehr große Streuung der Werte im Bereich kurzer Verweilzeiten (unter 50 Tagen), die eventuell auf Unterschiede in den Vergärungsbedingungen im HBT (37 °C) und den Bedingungen in den einzelnen BGA zurückführbar sein könnten. Bei Verweilzeiten ab 100 Tagen ist nur noch ein sehr geringes Restgaspotential erkennbar.

Ein ähnlicher Zusammenhang zeigt sich bei der Analyse des Restgaspotentials in Abhängigkeit von der Belastung, so dass geschlussfolgert werden kann, dass Belastungen unter 1,5 kg oTS/m³ d zu einem ähnlich geringen Restgaspotential führen wie Verweilzeiten > 100 d (Abb. 24).

Diese Ergebnisse wurden auch von HÖLKER (2009) bestätigt, der bei der Analyse von 913 untersuchten NAWARO-Biogasanlagen herausfand, dass mit sinkender Verweilzeit eine Verschlechterung der Ausnutzung des Gaspotentials - gemessen an den KTBL-Richtwerten - in Praxisanlagen eintrat.

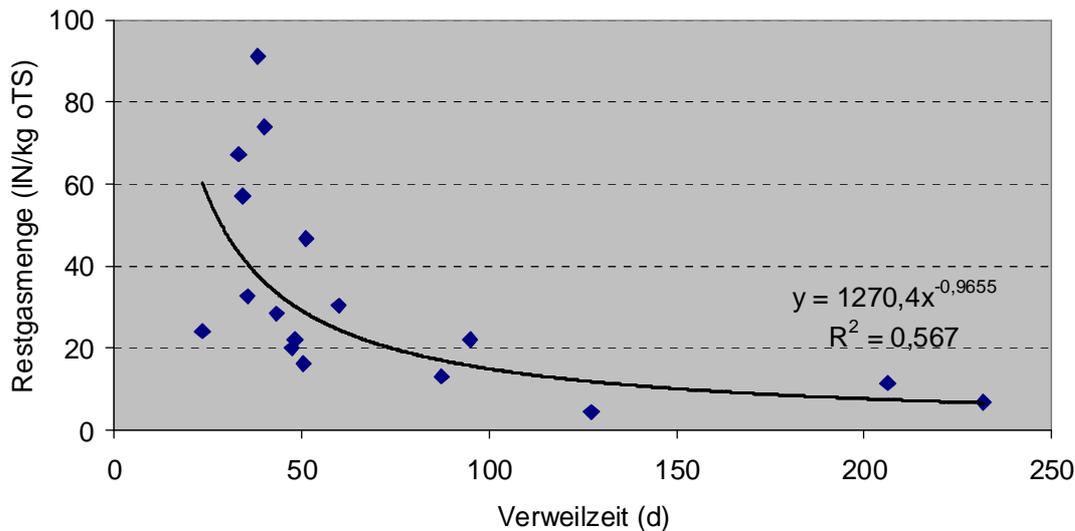


Abbildung 23: Einfluss der Verweilzeit (d) auf das Restgaspotential in lN/kg oTS Beginn

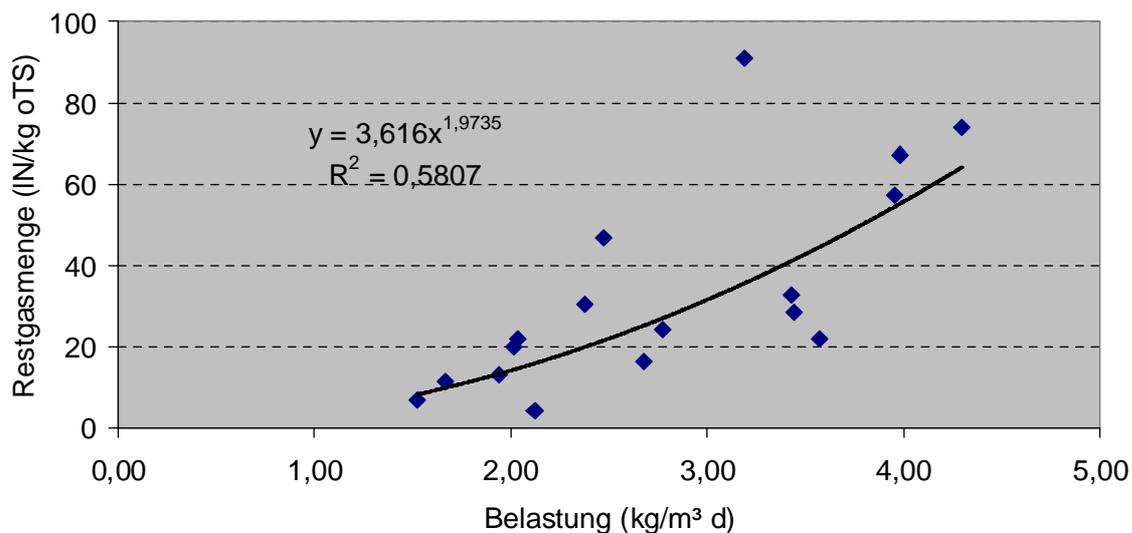


Abbildung 24: Einfluss der Belastung auf das Restgaspotential (in lN/kg oTS Beginn)

5.3.3 Einfluss der Vergärungstemperatur

Das Restgaspotential wurde bei 37 °C, d. h. bei der in der Praxis üblichen Vergärungstemperatur ermittelt und zeigt, welche Gasbildung unter optimalen Vergärungsbedingungen noch möglich wäre. Dieses ermittelte Restgaspotential ist, bezüglich der tatsächlich zu erwartenden Methanemission aus Gärrestlagern nur begrenzt aussagefähig, da in der Praxis wesentlich geringere Temperaturen auftreten.

In älteren Untersuchungen wurde in Güllelagunen unter Sommerbedingungen Temperaturen von ca. 20 °C und unter Winterbedingungen von unter 10 °C festgestellt, die in der Größenordnung den Erdtempe-

raturen in 1 m Tiefe entsprachen. Aus diesem Grund erfolgte eine zusätzliche Vergärung der Gärrestproben bei 25 °C (Sommerlagerung) und bei 10 °C (Winterlagerung).

Im Ergebnis der Untersuchungen ist abzuleiten, dass eine enge Beziehung zwischen dem Restgaspotential bei 37 °C und der Restgasmenge bei 25 °C besteht (Abb. 25). Es zeigt sich, dass bei 25 °C eine deutlich geringere Restgasemission gemessen wurde, die entsprechend dem Koeffizienten der Regressionsfunktion bei nur ca. 50 % der Messwerte bei 37 °C liegt. Inwieweit die niedrigere Vergärungstemperatur nur auf die Höhe der Restgasbildung oder nur auf die freigesetzte Gasmenge je Zeiteinheit einen Einfluss hat, konnte nicht geprüft werden, da die Versuche nach 40 Tagen abgebrochen wurden.

Dagegen ist bei 10 °C Vergärungstemperatur kaum noch eine Gasbildung feststellbar und somit auch keine Beziehung zum Restgaspotential (37 °C) erkennbar. Die biologischen Vorgänge kommen hier wahrscheinlich fast vollständig zum Erliegen.

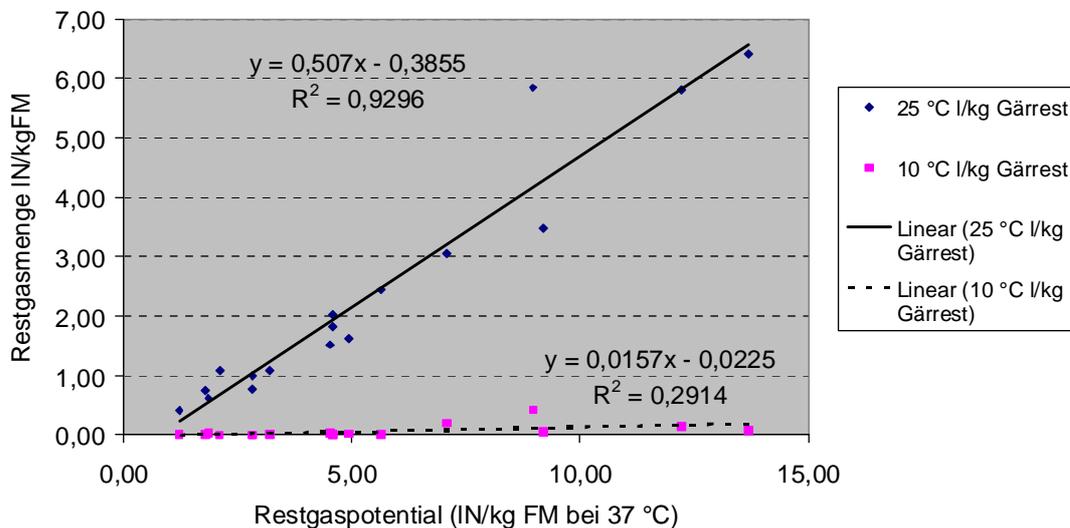


Abbildung 25: Beziehung zwischen Restgaspotential (IN/kg FM bei 37 °C) und Restgasmenge bei Sommerlagerung (25 °C) und Winterlagerung (10 °C)

Ungeachtet der großen Schwankungsbreite des Restgaspotentials zwischen den einzelnen Anlagen zeigt sich, dass im Durchschnitt bei 25 °C Vergärungstemperatur (Sommerlagerung) nur ca. 50 % des Restgaspotentials als Gasemission aktiviert wird. Bei 10 °C (Winterlagerung) wurden unter 2 % des Restgaspotentials von 37 °C aktiviert. Entsprechend der vorliegenden Ergebnisse ist davon auszugehen, dass bei Winterlagerung (10 °C) keine wesentliche Emission stattfindet.

5.3.4 Einfluss des Fettsäuregehaltes im Gärrest

Im Rahmen der nasschemischen Untersuchungen erfolgte neben der Nährstoffanalyse eine Ermittlung des Fettsäuregehaltes aller in den BGA entnommenen Proben. Die Ergebnisauswertung zeigt, dass zwischen Fettsäuregehalt und Restgaspotential nur ein schwacher statistischer Zusammenhang besteht (Abb. 26).

Insgesamt ist somit der Fettsäuregehalt nur begrenzt für die Abschätzung einer möglichen Gasbildung nach Verlassen der Biogasanlage geeignet. Es ist auch zu beachten, dass im Rahmen der Lagerung des Gärrestes nach der Vergärung eine weitere Fettsäurebildung aus dem Abbau von organischer Trockensubstanz erfolgen kann.

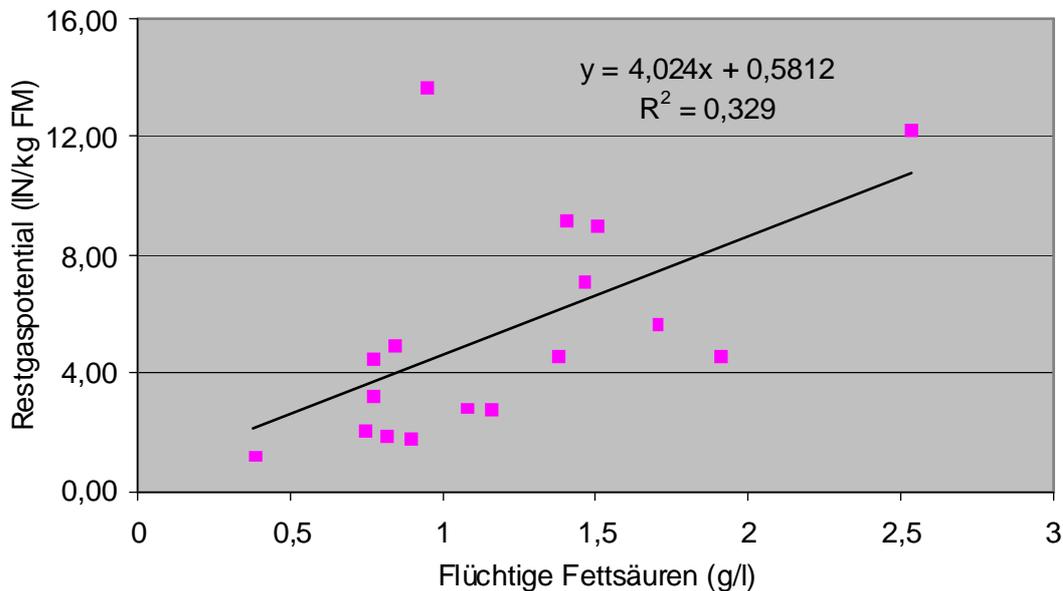


Abbildung 26: **Abhängigkeit des Restgaspotentials (in IN/kg FM) vom Gehalt an Flüchti-**
gen Fettsäuren (in g/l)

5.4 Zusammenfassung

Die Untersuchung des Restgaspotentials von 17 landwirtschaftlichen Biogasanlagen Thüringens hat belegt, dass eine starke Abhängigkeit zu den verfahrenstechnischen Parametern besteht. Verweilzeiten über 100 Tagen und Belastungen unter 1,5 kg oTS/m³*d (im gesamten, gasdicht abgedeckten Raum) führen zu deutlich verminderten Restgasmengen.

Die in der Praxis auftretende Restgasemission ist stark abhängig von der Lagerungstemperatur. Bei einer provozierten Sommerlagerung von 25 °C konnte eine Restgasemission von ca. 50 % im Vergleich zum Restgaspotential unter Versuchsbedingungen ermittelt werden. Bei Winterlagerung (10 °C Vergärungstemperatur) ist davon auszugehen, dass eine nur unwesentliche Methanemission auftritt.

Die Abhängigkeit des Restgaspotentials vom Fettsäuregehalt der Gärreste ist nicht statistisch nachweisbar. Somit ist dieser Parameter nur begrenzt geeignet das Restgaspotential zu charakterisieren.

Entsprechend dem EEG ist für BImSch-pflichtige Anlagen eine gasdichte Abdeckung der Gärrestlager einschließlich eines Anschlusses an das Gasverwertungssystem gefordert. Ausgehend von den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen, ist eine gasdichte Abdeckung des gesamten Lagerraumes nach der Biogaserzeugung, d. h. von 180 Tagen, zusätzlich zu den Verweilzeiten im Fermenter und Nachgärer, hinsichtlich der Verhältnismäßigkeit zu überprüfen.

Die gasdichte Abdeckung für die Dauer von 100 Tagen im gasdicht geschlossenen Raum (Fermenter, Nachgärer und Gärrestlager) bzw. eine Belastung unter $1,5 \text{ kg/m}^3 \text{ d}$ sind Maßnahmen, die die Methanemissionen auf ein verhältnismäßig geringes Niveau begrenzen könnten.

6 Gärrestverwertung

6.1 Anfall

Jährlich werden in den Thüringer Biogasanlagen rund 2,57 Mio. m^3 flüssiger und 0,31 Mio. t feste Wirtschaftsdünger, Feldfrüchte von 40 000 ha (Mais 20 Tsd. ha, Getreide 12,8 Tsd. ha, AWS 6,6 Tsd. ha, ...) und ca. 0,165 Mio. t Bioabfälle vergoren. Insgesamt kommen somit ca. 55 % der flüssigen und fast 20 % der festen Wirtschaftsdünger sowie 0,95 Mio. t Feldfrüchte für die regenerative Energieerzeugung zum Einsatz.

In Thüringen ergibt sich hieraus ein Anfall von 3,5 Mio. m^3 Biogasgülle bzw. Gärrest, der zu 18 % aus Feldfrüchten, zu 78 % aus Wirtschaftsdünger und zu 4 % aus Bioabfällen besteht. Insgesamt steigt auch unter Beachtung des Masseabbaus während der Vergärung bei konstantem Tierbesatz somit der Wirtschaftsdüngeranfall um ca. 12 % in Thüringen auf 7,2 Mio. m^3/a . Auch aufgrund der vorrangig eingesetzten Nassvergärungsverfahren und der in Thüringen in Anbetracht des geringen Tierbesatzes kaum praktizierten Gärrestaufbereitung ist einzuschätzen, dass der als Stallmist anfallende Wirtschaftsdüngeranteil weiter zurückgehen wird.

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und besonders dessen Novellen in 2004 und 2009 führten dazu, dass durch die Anreize zum Einsatz von Wirtschaftsdüngern und nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) zunehmend Biogasgülle und Gärreste neben den klassischen tierischen Wirtschaftsdüngern anfallen. Diese haben im Vergleich zu unvergorenen Wirtschaftsdüngern veränderte physikalische und chemische Eigenschaften, die der Landwirt kennen und durch erforderliche Anpassungen in der Düngungspraxis beachten sollte.

6.2 Rechtliche Einordnung von Gärresten

In Abhängigkeit von den eingesetzten Substraten ist die landwirtschaftliche Verwertung der bei der Biogaserzeugung entstandenen Wirtschaftsdünger bzw. organischen Dünger unterschiedlichen Rechtsrahmen unterworfen. Mit dem Gesetz zur Neuregelung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts vom 24.02.2012 unterliegt Gülle, die in einer Biogasanlage verwendet wird, dem Geltungsbereich des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG). Nach Aussagen des BMU fällt Gülle nicht automatisch als Abfall an. Erst durch Zuführung zur BGA unterliegt sie dem Abfallrecht. Für die praktische Umsetzung werden durch diese Regelungen jedoch schwierige Fragen aufgeworfen, die zurzeit noch nicht endgültig geklärt sind. Sie betreffen neben Anforderungen an den Bau der Biogasanlagen, besonders den Transport zur Biogasanlage, einschließlich Fragen der Anzeigepflicht und Fahrzeugkennzeichnung sowie Anforderungen an die Lagerung. Die rechtliche Einordnung von Gärresten als Biogasgülle und anderen Gärprodukten aus der Biogaserzeugung hängt vom Substrateinsatz ab (Tab. 5).

Das Abgeben von Gärresten zur Düngung an juristisch selbstständige Landwirtschaftsbetriebe ist als Inverkehrbringen im Düngegesetz (DüG) definiert. Die Düngemittelverordnung (DüMV) regelt die Qualitätsanforderungen und die Kennzeichnungspflichten für Wirtschafts- sowie organische Dünger. Die Überwachung der Einhaltung düngerechter Normen erfolgt in Thüringen durch die Düngemittelver-

kehrskontrollstelle der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL).

Tabelle 5: Rechtliche Rahmenbedingungen (Quelle: Merkblatt Rechtsgrundlagen für den Einsatz von Biogasgülle...; 2010 ergänzt)

Nr.	1	2	3
Vergärung von Einzelstoffen oder deren Gemischen aus	Festmist, Gülle, landwirtschaftlich erzeugter pflanzlicher Biomasse (NAWARO)	Stoffe nach Nr. 1 und sonstig erzeugter pflanzlicher Biomasse*, Bioabfällen pflanzlicher Herkunft	Stoffe nach Nr. 2 und Bioabfällen tierischer Herkunft (tierische Nebenprodukte Kategorie 2 und 3 nach Verordnung (EG 1069/2009)
Beispiele	Rinder- u. Schweinegülle, Pferdemist, Hühnertrockenkot, Maissilage, Getreide, ...	Stoffe nach Nr. 1 und Kartoffelschalen, Melasse, Obsttrester, Zuckerrübenschnitzel, Schnittblumen, ...	Stoffe nach Nr. 2 und Tierkörperteile, Darminhalt, Blut, Schwarzen, Rohmilch, Küchen- und Speiseabfälle, Schlachtabfälle, ...
Düngemittelrechtliche Einstufung	Wirtschaftsdünger	Organischer NPK-Dünger	
Bezeichnung	Biogasgülle	Gärrest	
Zutreffender Rechtsrahmen	DüMV	x	x
	BioAbfV	-	x
	EG-VO 1069/2009	Artikel 15**	Artikel 5 (1) Artikel 6 (1)

* einschließlich rein pflanzliche Nebenprodukte nach EEG (2009) Anlage 2 Nr. V

** Zulassung durch Thüringer Landesverwaltungsamt (TLVwA)

Die Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 enthält Regelungen für die Behandlung und Verwendung von Substraten tierischen Ursprungs. Eingeschlossen sind auch die tierischen Wirtschaftsdünger. Durch die Gleichsetzung von behandelten und unbehandelten Wirtschaftsdüngern werden die Anforderungen im Vergleich zu anderen Substraten tierischen Ursprungs deutlich reduziert. Allerdings wird durch die teilweise Aufhebung der Regelungen des tierischen Nebenproduktegesetzes (vgl. § 2, Absatz 2, Nummer 2 KrWG) Gülle, die in einer BGA verwendet findet, in den Geltungsbereich des KrWG gestellt. Ungeachtet dessen unterliegen Biogasgülle/Gärreste nach der Passage der Biogasanlage wieder der Einstufung als Wirtschaftsdünger.

Weiter ist zu beachten, dass grundsätzlich die Aufzeichnungs-, Melde- und Mitteilungspflicht für alle in Thüringen wirtschaftenden Betriebe gilt, die Wirtschaftsdünger abgeben bzw. verkaufen. Ausnahmen hierbei gelten für Wirtschaftsdüngertransport zwischen zwei Betrieben desselben Verfügungsberechtigten bei Entfernungen von max. 50 km, für Betriebe die der Düngeverordnung unterliegen und keine Nährstoffvergleiche Erstellen müssen und deren Nährstoffmenge 500 kg N/a nicht überschreitet, Betriebe die weniger als 200 t Wirtschaftsdüngerfrischmasse/a abgeben und die Inverkehrbringung von Kleinverpackungen unter 50 kg an nicht gewerbsmäßige Endverbraucher. Weitergebende Informationen sind den „Hinweisen zur Umsetzung der „Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger“ von 21.07.2010 zu entnehmen. (<http://www.tll.de/ainfo/pdf/widu1110.pdf>)

6.3 Eigenschaften von Gärresten

6.3.1 Trockenmasse- und Nährstoffgehalte

Die Eigenschaftsänderungen der Biogasgülle (TS-Abbau, N-Mineralisierung, Geruchsabbau, Hygienisierung, ...) im Vergleich zum Ausgangssubstrat verstärken sich mit zunehmendem Abbau der organischen Substanz, die im Einzelnen durch verlängerte Verweilzeit des Substrates in der Biogasanlage bzw. durch steigende Reaktionstemperaturen bestimmt werden. Demgegenüber schwächen eine steigende Reaktorbelastung (gemessen in kg organische Trockensubstanz pro m³ Reaktorvolumen und Tag) und eine verkürzte Verweilzeit die Eigenschaftsänderungen ab.

Im Rahmen eines Monitorings in Thüringer Biogasanlagen wurden bei 125 Anlagen alle Eingangssubstrate und Gärreste analysiert. Bei Vergleich der Nährstoffgehalte des aus den Einzelsubstraten errechneten Mischsubstraten und des Gärrestes zeigen sich die wesentlichen Eigenschaftsänderungen (Tab. 6).

Tabelle 6: Nährstoffgehalte von Mischsubstrat und Gärrest (Quelle: Monitoring Thüringer BGA 2004 – 2008, n = 125)

Parameter	Einheit	Mischsubstrat		Gärrest	
		Mittel	s %	Mittel	s %
TM	%	13,20	37	5,80	29
oTS	% d. TS	81,38	5	71,81	7
pH		6,89	7	7,71	3
Nt	% d. FM	0,50	30	0,43	22
NH ₄ -N	% d. Nt	42,1	37	68,9	21
Corg.	% d. TS	44,1	12	39,2	17
C/N		12	29	5	30
P	% d. FM	0,102	42	0,080	33
K	% d. FM	3,17	29	3,04	27
Mg	% d. FM	0,08	35	0,06	33
S	mg/kg TM	5713	30	7638	67
S	kg/m ³	0,56	33	0,39	34
Zn	mg/kg TM	209	107	620	115
Cu	mg/kg TM	149	252	393	92

Die Konvertierung von organisch gebundenem Kohlenstoff zu Methan führt in den Substraten zu einer deutlichen Reduktion der organischen Trockensubstanz und damit zu einem Masseabbau. Auch sinkt der Anteil organischer Trockensubstanz am Gesamttrockensubstanzgehalt.

Die in den Biogassubstraten vorhandenen Schwermetalle verbleiben in der Biogasgülle. Der Abbau von organischer Trockensubstanz führt zu einer Erhöhung des auf Trockensubstanz bezogenen Schwermetallgehaltes (mg/kg TS). Das ist zur Einhaltung der Grenzwerte für Schadstoffe laut DüMV Anlage 2, Tabelle 1.4 zu beachten.

6.3.2 C/N – Verhältnis und pH-Wert

Zu beachten ist, dass sich durch den Kohlenstoffabbau eine deutliche Verengung des C/N-Verhältnisses ergibt und dass im Substrat mit steigendem Wirtschaftsdüngeranteil (WD-Anteil) das C/N-Verhältnis sinkt. Dagegen ist bei r Biogasgülle unabhängig vom WD-Anteil ein relativ einheitliches C/N -Verhältnis von ca. 5 zu 1 vorhanden.

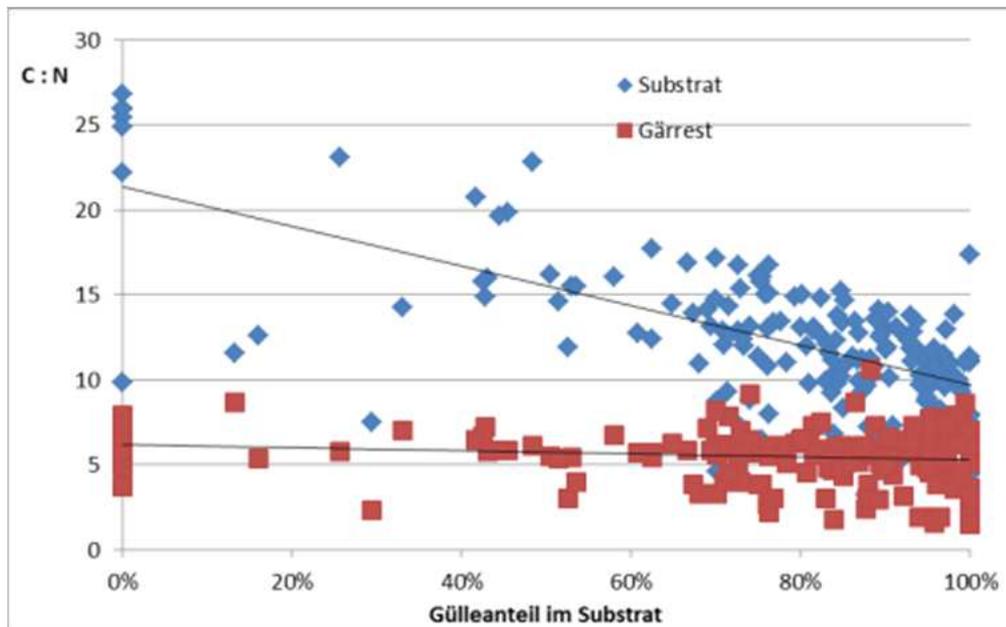


Abbildung 27: C : N Verhältnis in Abhängigkeit vom Wirtschaftsdüngeranteil

Infolge des geringeren Trockensubstanzgehaltes und der besseren Fließfähigkeit ist in Verbindung mit einer geringeren Viskosität ein schnelleres Infiltrieren der flüssigen Wirtschaftsdünger nach der Applikation festzustellen. Die Biogasgülle haftet weniger an den Pflanzen und bietet gute Voraussetzungen zur Vermeidung von Stickstoffverlusten.

Die Verringerung des TS-Gehaltes und besonders das mehrfache Umwälzen der Wirtschaftsdünger in der Biogasanlage und damit die Lokalisierung und Entfernung von Störstoffen führen zu einer deutlichen Verminderung der Gefahr von technologischen Störungen (Verstopfungen) bei der Ausbringung.

Durch die Biogaserzeugung steigt der pH-Wert der Wirtschaftsdünger vom schwach sauren Niveau (6,5 bis 7) bis in den alkalischen Bereich von 7 bis 8 an. Der Anstieg des pH-Wertes führt infolge der geringeren Löslichkeit von Ammoniak zum Risiko gasförmiger Stickstoffverluste.

6.3.3 Veränderungen der Stickstoffgehalte und Stickstoffbindungsformen

Der Abbau von organischer Substanz und speziell der Eiweißverbindungen bewirkt die Mineralisierung von organisch gebundenem Stickstoff. Somit ist mit einer Steigerung des als Ammonium vorliegenden Stickstoffanteils in der Biogasgülle zu kalkulieren (vgl. Tab. 2). Im Mittel findet eine Erhöhung des NH_4 -Anteils am Gesamtstickstoff von 40 bis 50 % auf 55 bis 70 % statt. Daraus resultiert neben einer höheren und kurzfristigen Stickstoffdüngewirkung beim Einsatz von Biogasgülle im Vergleich zu Rohgülle auch die Gefahr erhöhter gasförmiger Stickstoffverluste.

Bezüglich des Gehaltes an Gesamt-N ist zu beachten, dass sich in Abhängigkeit vom pH-Wert (7,5...8,0) und der Temperatur (38 ... 42 °C) während der Fermentation das Lösungsgleichgewicht zwischen Ammonium und Ammoniak in Richtung des Ammoniaks verschiebt. Somit liegt ein Übergang von Ammoniak aus dem flüssigen Substrat im Fermenter in die Gasphase in der Größenordnung von 5 bis 15 % vor. Anhand der mittleren Nährstoffgehalte von Gärresten wurde in Thüringen ein N-Verlust von fast 15 % festgestellt.

6.3.4 Ätزشäden und Geruchsabbau

Eine Verringerung der Gefahr von Ätزشäden ist zu erwarten, da ein Abbau von flüchtigen Fettsäuren (C2-C6) erfolgt, der pH-Wert steigt und ein schnelleres Abtropfen der Wirtschaftsdünger von den Pflanzen infolge der Veränderung der Viskosität und des reduzierten TS-Gehaltes zu erwarten ist.

In Abhängigkeit von der Verweilzeit in der Biogasanlage tritt eine deutliche Veränderung der Geruchsintensität und -qualität ein. Besonders bei sehr unangenehm riechenden Wirtschaftsdüngern (z. B. Schweinegülle, Geflügeltrockenkot) ist eine positiv zu bemerkende Veränderung der Geruchszusammensetzung in Richtung eines erdigen, kompostähnlichen Geruchs vorhanden.

6.3.5 Hygienisierungswirkung und Reduktion von Unkrautsamen

Anhand des Monitorings der Thüringer Biogasanlagen 2012 zeigt sich, dass der hygienische Status der flüssigen Gärreste deutlich besser ist als der von Rohgülle. Durch die Vergärung liegt bei der Gesamtkeimzahl eine Reduktion im Mittel um 1 bis 2 Zehnerpotenzen vor. Weiter werden auch die E. coli deutlich um mindestens 3 Zehnerpotenzen bis auf die Nachweisgrenze (100 KBE/g) und die Fäkalstreptococci um 1 bis 2 Zehnerpotenzen gegenüber den Ausgangssubstraten reduziert. Die Verminderung der Clostridien ist ebenfalls messbar, auch wenn hier geringere Abbauraten vorhanden sind (Tab. 7). Der Vergleich von Stallmist mit den festen Gärresten führt zu ähnlichen Ergebnissen.

Tabelle 7: Ergebnisse zum hygienischen Status von Wirtschaftsdünger und Gärrest (in KBE/g)

	n	Gesamtkeimzahl	Fäkalstreptococci	E.coli	Clostridien
Gülle	28	115 * 10 ⁶	333 * 10 ³	156 * 10 ³	5.381
Gärrest flüssig	22	3,9 * 10 ⁶	16 * 10 ³	0,2 * 10 ³	1.327
Stallmist	10	946 * 10 ⁶	37 * 10 ³	236 * 10 ³	1.001
Gärrest fest	3	99 * 10 ⁶	15 * 10 ³	0,1 * 10 ³	317

Bereits unter mesophilen Bedingungen ist nach kurzer Einwirkzeit eine Reduktion von Pilzsporen zu erwarten. Wurmeier und Larven werden im mesophilen Temperaturbereich innerhalb weniger Tage und im thermophilen Bereich innerhalb weniger Stunden zerstört.

Die Biogaserzeugung führt zu einer deutlichen Verminderung der Unkrautsamen. Dieser Effekt ist umso stärker, je länger die Aufenthaltszeit im Fermenter und je höher die Temperatur liegt.

6.3.6 Ermittlung des Masseabbaus sowie der Nährstoffgehalte

Der Abbau der organischen Trockenmasse lässt sich aus der Methanausbeute ermitteln, indem über das stöchiometrische Gleichgewicht das Gewicht des gebildeten Biogases in Abhängigkeit vom Methangehalt bestimmt wird und dann das Biogasgewicht vom Substrateinsatz abzieht. In Abhängigkeit vom Methangehalt hat Biogas ein Gewicht von 1,25 – 1,35 kg/m³.

Per Hand kann einfacher der Masseabbau durch die Fugatfaktoren, die auf Grundlage der Gaserträge nach KTBL (KTBL– Heft Nr. 88) für mittlere Verhältnisse gelten, geschätzt werden. Die folgenden Fugatfaktoren geben an, wie viel Substratmasse nach der Vergärung noch vorhanden ist:

- Gülle 98 %
- Mais- und Anweilensilage 75 %
- Stallmist 90 %
- Ganzpflanzensilage 70 %
- Trockenkot 80 %
- Getreidekorn 20 %

Entsprechend dem Rechenbeispiel (Tab. 8) für eine 150 kW gülledominierte Biogasanlage ergibt sich eine Massenreduzierung auf 92,5 %.

Tabelle 8: Rechenbeispiel zur Ermittlung des Masseabbaus

Substrat	Substrateinsatz	Fugatfaktor	Gärrestanfall
Einheit	t/d	%	t/d
Rindergülle	20	98 %	19,6
Maissilage	5	75 %	3,75
Trockenkot	2	80 %	1,6
Summe	27		24,95

Der Gehalt der Gärreste an Phosphor, Kalium und Magnesium ergibt sich aus der Mischungsbilanz der eingesetzten Materialien (Tab. 9). Besonders bei Einsatz von TS-reichen Substraten führt der Masseabbau zur Erhöhung der Nährstoffgehalte. Bei der Ermittlung des Stickstoffgehaltes ist zu beachten, dass in Abhängigkeit vom pH-Wert (7,5...8) und der Temperatur (38 ... 43 °C) eine Verschiebung des Lösungsgleichgewichtes zwischen Ammonium und Ammoniak erfolgt und die Konzentration des gasförmigen Ammoniaks ansteigt.

Tabelle 9: Rechenbeispiel zur Ermittlung der Nährstoffgehalte

Substrat	Einsatzmenge	N-Gehalt ¹⁾	P-Gehalt	K-Gehalt
Einheit	t/d	kg/m ³ FM	kg/m ³ FM	kg/m ³ FM
Rindergülle	20	3,8	0,66	4,42
Maissilage	5	4,3	0,08	0,42
Trockenkot	2	25,7	9,04	15,0
Biogasgülle	24,95 ²⁾	6,0	1,27	4,83

¹⁾ Stall und Lagerungsverluste nach DVO beachtet

²⁾ incl. Masseabbau bei Gasertrag nach KTBL Heft 88 (vgl. Tab. 1)

Die Nährstoffgehalte von Gärresten werden wesentlich von den eingesetzten Substraten und den Vergärungsbedingungen bestimmt. Die Fermentation entzieht dem Substrat im Wesentlichen nur Kohlenstoff. Somit ergeben sich die Gehalte der Hauptnährstoffe aus der Mischungsbilanz der eingesetzten Substrate. Durch die höheren Gasausbeuten der Feldfrüchte im Vergleich zu den Wirtschaftsdüngern sind die Eigenschaften der Biogasgülle und Gärreste nicht direkt vom Gülleanteil abhängig. Die Düngungseigenschaften der Biogasgülle ähneln denen des Wirtschaftsdüngers Gülle, wobei aber besonders die veränderten Kohlenstoffgehalte und die Bindungsformen des Stickstoffs zu beachten sind.

Relativ einfach lassen sich die Masseverluste und die Nährstoffgehalte auch mittels des TLL Rechners Biogasgülle - Anfall, Inhaltsstoffe, Kosten und Wert der Biogasgülle berechnen (Quelle: www.tll.de/ainfo Stichwort Biogas)

6.3.7 Humuswirkung von Biogasgülle

Die Ergebnisse der in den 1980er Jahren erfolgten umfangreichen Untersuchungen zum Kohlenstoffabbau während der Güllevergärung zeigen, dass die Biogaserzeugung zu einer ähnlichen C-Stabilisierung wie die aerobe Rotte führt. Die Ergebnisse von Bebrütungsversuchen mit Boden und Rohgülle sowie mit Boden und vergorener Gülle belegen, dass die Düngung unvergorener und vergorener Gülle eine vergleichbare Humusreproduktion zur Folge hat. Ursache ist die höhere C-Stabilität der Biogasgülle im Vergleich zur unvergorenen Gülle.

Allerdings können Aussagen zur Humusdynamik im Boden nur mit Hilfe langjähriger Experimente getroffen werden. Da Ergebnisse von Langzeituntersuchungen zur C-Dynamik im Boden nach Biogasgülleführung noch nicht vorliegen, wurde zur Schätzung der Humuswirkung der Gärreste der VDLUFA-Standpunkt zur Humusbilanzierung (2004) herangezogen. Dieser geht von einer höheren Humusreproduktionsleistung der Biogasgülle im Vergleich zu unvergorenen Wirtschaftsdüngern aus (Abb. 28).

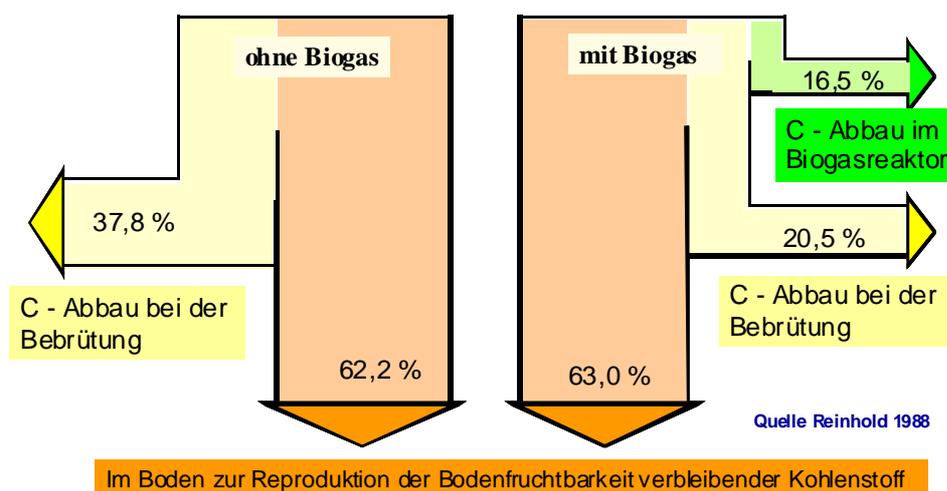


Abbildung 28: Kohlenstoffbilanzierung mit und ohne Biogaserzeugung

Für Wirtschaftsdünger ist mit einer Humusreproduktion von 87 kg Humus C/t TS und für Gärprodukte mit einem deutlich gestiegenen Faktor von 142 kg Humus C/t TS zu kalkulieren. Auch wenn hierfür nur ältere experimentelle Untersuchungen aus der Güllevergärung vorliegen, so sollte doch bei der Bewertung der Biogasgülle der höhere Humusreproduktionsfaktor zur Anwendung kommen.

6.4 Einsatz von Gärresten

Die Düngeverordnung begrenzt den Einsatz von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft auf maximal 170 kg N/ha im Mittel des Betriebes. Bei der Berechnung sind Stall- und Lagerungsverluste abzuziehen, Ausbringungsverluste jedoch nicht. Die Erweiterung auf Stickstoffmengen pflanzlicher Herkunft, wie z. B. durch den Einsatz von NAWARO, befindet sich zurzeit in der Diskussion. Ungeachtet dessen steht der Nährstoffbedarf der Pflanzen im Vordergrund und die Versorgungsstufen der Böden sind zu beachten.

Weiterhin gilt zurzeit ein maximal zulässiger N-Bilanzsaldo im 3-jährigen Mittel von 60 kg N/ha. Der P-Bilanzsaldo im 6-jährigen Mittel darf maximal 20 kg P₂O₅/ha (> 8,7 kg P/ha) betragen, wenn im Mittel des Betriebes der P-Gehalt im Boden >20mg P₂O₅/100g Boden (> 8,7 mg P/100g) liegt.

Die „Gülperrfrist“ auf Ackerland vom 1. November bis 31. Januar sowie auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar gilt auch für Gärreste. Das Ausbringungsverbot für N- und P-haltige Düngemittel auf nicht aufnahmefähige Böden verlängert praktisch die Sperrfrist.

Die N-Zufuhr über Gärreste ist entsprechend dem Bedarf der Pflanzen, den N_{min}-Gehalt im Boden und einer sinnvollen Teilung zwischen organischer und mineralischer Zufuhr zu planen. Die zulässigen Höchstmengen nach DüV sind zu beachten. Für Biogasgülle sollten aufgrund des hohen NH₄-N-Gehaltes das N-Mineraldüngeräquivalent von Schweinegülle (60 % N-Anrechnung im Ausbringungsjahr) Anwendung finden (Abb. 29).

	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Winterraps	Diagonal											
Wintergetreide	Diagonal											
Sommergetreide	Diagonal											
Rüben	Diagonal											
Kartoffeln	Diagonal											
Mais	Diagonal											
Feld -und Klee gras	Diagonal											
So-Zwischenfrucht	Diagonal											
Wi-Zwischenfrucht	Diagonal											
Grünland	Diagonal											

Legende:

Kernsperrzeit nach DVO



N-Ausnutzung

hoch
mittel
niedrig



Abbildung 29: Ausbringungskalender für Biogasgülle und Gärreste unter Berücksichtigung der Düngeverordnung 2007

In der landwirtschaftlichen Praxis erfolgte zum Teil noch die Bemessung der Gabenhöhe pauschal nach Kriterien wie Getreide 20 m³/ha, Grünland 30 m³/ha, Mais 40 m³/ha bzw. die Gabenhöhe wird so gewählt, dass nur eine Durchfahrt im Schlag nötig ist. Aus fachlicher Sicht sind diese Varianten aber abzulehnen. Im Rahmen der guten fachlichen Praxis ist der N-Düngebedarf nach der Stickstoff-Bedarfs-Analyse (SBA) zu ermitteln. Im Interesse einer effizienten N-Ausnutzung sollte der N-Anteil des Gärrestes als N-Mineraldüngeräquivalent an der Gesamtgabe ca. 50 %, maximal 75 % betragen.

Weiterhin gilt die Begrenzung der Ausbringmenge nach der Ernte der Hauptfrucht auf maximal 80 kg Gesamt-N/ha bzw. 40 kg NH₄-N/ha auch für Biogasgülle. Infolge des gestiegenen Anteils an Ammoniumstickstoff des Gesamt-N (Streubreite: 60 bis 90 %) begrenzt die Ammoniumfracht die zulässige Gärrestmenge.

Bei der Ausbringung von Biogasgülle ist verstärkt auf die Anwendung von emissionsmindernden und emissionsarmen (Schleppschlauch und Gleitfuß) sowie weitgehend emissionsfreier Verfahren zu orientieren. Beim Einsatz auf unbewachsenem Boden bzw. bei Breitverteilung ist eine unmittelbar folgende Einarbeitung zwingend. Die Gabenhöhen sind entsprechend der ermittelten Nährstoffgehalte und dem Bedarf der Pflanzen im Vergleich zur Rohgülle zu korrigieren.

Hinsichtlich der Einsatzzeit der Wirtschaftsdünger werden die optimalen Zeitspannen kürzer. Der Applikation in der Vegetationszeit ist der Vorzug gegenüber einer Ausbringung nach der Ernte der Hauptfrucht zu geben. Die schnellere Wirkung des Stickstoffs und die reduzierte Gefahr von Ättschäden wirken hierbei als weitere Vorteile.

Gärreste aus der Biogaserzeugung können entsprechend dem betrieblichen Nährstoffbedarf gut im Ackerbau verwertet werden. Aufgrund des hohen Ammoniumanteils können im verstärktem Maße mineralische N-Dünger ersetzt werden, wenn mit verlustarmer Ausbringung, zeitlich und mengenmäßig ein optimierter Einsatz zu Kulturen mit entsprechendem N-Bedarf erfolgt. Das N-Mineraldüngeräquivalent der Gärreste korreliert mit dem Ammoniumgehalt. Die sich aus der Veränderung der Substrateigenschaften ableitenden Anforderungen an den Einsatz der Biogasgülle sind durch den Landwirt zu beachten und in der landwirtschaftlichen Düngepraxis umzusetzen.

Zur Düngeplanung sind regelmäßig Gärrestanalysen durchzuführen (auch NH₄-N-Gehalt). Die N-Wirkung der Gärreste ist besser zu kalkulieren als z. B. bei Rindergülle. Der P- und K-Gehalt der Gärreste ist mittelfristig zu 100 % pflanzenverfügbar. Deshalb sollten Gärreste gezielt auch auf Flächen mit P- und K-Düngebedarf eingesetzt werden.

Mit dem EEG wurden die Grundlagen für den verstärkten Einsatz von Ko-Substraten geschaffen. Hieraus ergeben sich in Abhängigkeit von Menge der eingesetzten Ko-Substraten folgende zu beachtende Aspekte:

- Steigerung des Lagerraumbedarfes,
- Veränderung im Nährstoffgehalt,
- Veränderungen im Bedarf an Verwertungsfläche,
- gegebenenfalls erforderliche Reduktion der Gabenhöhe aufgrund des gestiegenen Nährstoffgehaltes und
- Beachtung des höheren Ammoniumgehaltes bei der Kalkulation der Gabenhöhe.

Mit der Verabschiedung des EEG werden die Voraussetzungen zum deutlich erweiterten Einsatz der Biogastechnologien in der Landwirtschaft geschaffen.

Der Landwirt muss die Veränderung der Substrateigenschaften bei der Biogaserzeugung kennen und die sich daraus ergebenden Anforderungen an den Einsatz der Biogasgülle beachten.

Prinzipiell bietet die Biogastechnologie Möglichkeiten zur Steigerung der Düngewirkung der Wirtschaftsdünger. Allerdings sind auch die umweltrelevanten Aspekte im Zusammenhang mit Nährstoffverlusten zu beachten.

7 Thesen zur Biogastechnologie

7.1 Biogasstrom führt nicht zum Anstieg der Strompreise

Die Entwicklung der Strompreise hat vielfältige Ursachen, wie:

- Verknappung der Ressourcen,
- Verteuerung der Förderung,
- Inflation,
- Transportkosten,
- Mehrwertsteuer und
- Konzessionsabgabe.

Das mit dem EEG 2000 eingeführte Umlagesystem stellt hierbei nur einen Faktor dar, zumal die stromintensiven Industriebereiche von dieser Umlage befreit sind. Somit wird mit steigendem Anteil an EEG-Strom eine immer größer werdende Umlagesumme auf immer weniger Stromkunden verteilt. Haushaltskunden mussten in den letzten 12 Jahren eine Strompreissteigerung auf 185 % verkraften. Davon sind nur 14 % EEG bedingt (Abb. 30). Auch sind infolge des Preis- und Besteuerungssystems gravierende Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen und Kundengruppen vorhanden.



Abbildung 30: Strompreise in Deutschland im Vergleich

7.2 Biogasanlagen führen nicht zu Maiswüsten und verursachen keinen Preisanstieg bei Lebensmitteln

Mais zählt als eine ertragreiche Pflanze mit hoher Wasser- und Stickstoffeffizienz sowie geringem Pflanzenschutzmittelindex weltweit zu den wichtigsten Kulturpflanzen. Der Mais kann die aus der Kombination Maisanbau und Tierhaltung entstehenden Wirtschaftsdünger und die in der Biogaserzeugung anfallende Gärreste gut verwerten.

Maisanbauflächen konzentrieren sich in Gebieten mit hoher Viehdichte. Es gibt eine deutliche Beziehung zwischen GV-Besatz und Maisanbau, da Silomais traditionell bei der Rinderfütterung und CCM bei

Schweinen zum Einsatz kommt. Die Regionen in Süd- und in Nordwestdeutschland zeichnen sich, bedingt durch den hohen Tierbesatz, durch hohe Anteile von Maisanbau an der Ackerfläche aus.

In den letzten 20 Jahren stieg die Silomaisfläche in Deutschland um 35 %. Durch die um 13 % sinkenden Rinderbestände wäre eine Abnahme des Silomaisanbaus zu erwarten gewesen. Der Körnermaisbau verdoppelte sich, wobei aktuell der Anteil Körnermais an der Gesamtmaisfläche 20 % beträgt (Abb. 31). Der wachsende Körnermaisbedarf, der statistisch auch CCM beinhaltet, wird u. a. durch den Zuwachs der Schweinebestände in den letzten 10 Jahren beeinflusst.

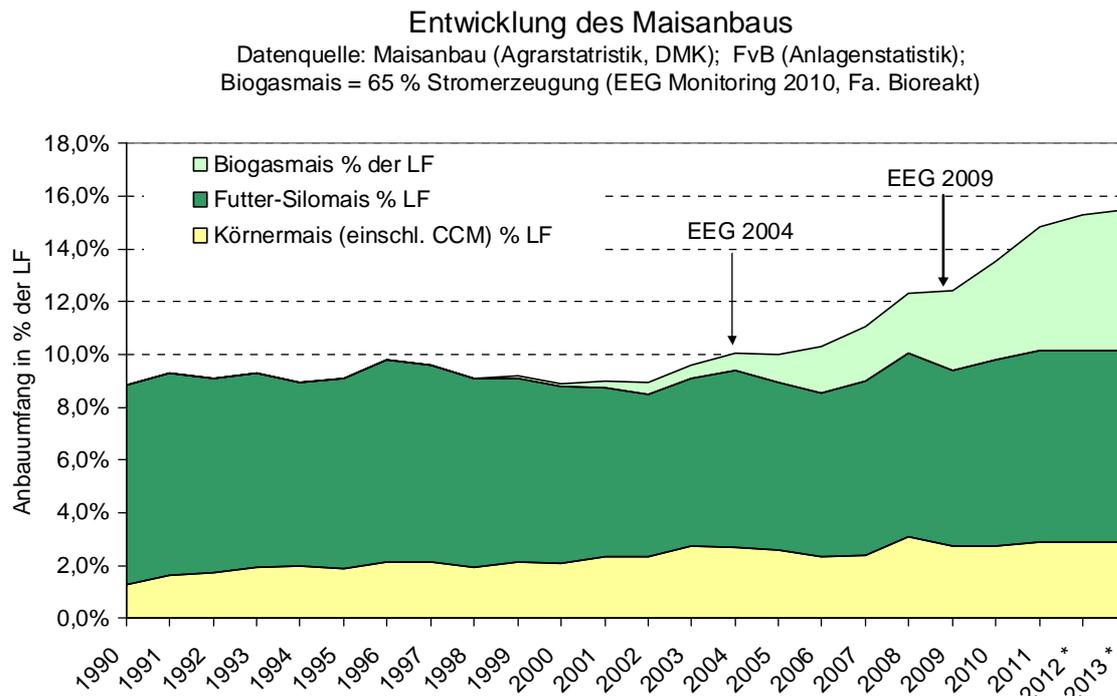


Abbildung 31: Entwicklung des Maisanbaus in Deutschland

Der Maisanbau wird deutlich stärker durch die Tierhaltung als durch BGA verursacht, da nur ca. ein Drittel der Maisflächen für die Fermentation genutzt wird (Abb. 32). So führten z. B. Begrenzungen im Wachstum der Veredlungsbereiche (z. B. Begrenzung der Ausbringungsmenge auf 170 kg N aus tierischen Ausscheidungen pro ha und Jahr) zu einer Orientierung auf die Errichtung von Biogasanlagen, ohne dass hierfür ausreichend Fläche zur Verfügung stand.

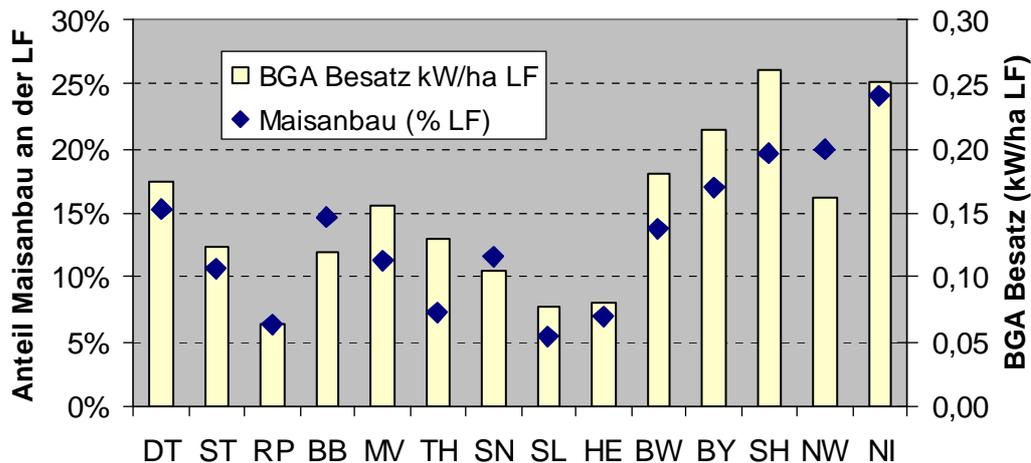


Abbildung 32: Vergleich Anteil Maisanbau an der LF (in %) und BGA Besatz je ha LF (2011)

In der Mitteldeutschen Region und speziell in Thüringen ist die Fehlentwicklung des verstärkten Maisanbaus bei Abkopplung der Biogasanlagen von der Tierhaltung nicht vorhanden. Die Errichtung der BGA erfolgte vorrangig an den Stallanlagen in den Agrarbetrieben bei Nutzung der anfallenden Wirtschaftsdünger und der Reststoffe (Futterreste, Silabraum, ...). Ein deutlicher Indikator dafür ist der hohe Nutzungsanteil der Wirtschaftsdünger (über 70 % Wirtschaftsdünger im Substratmix, Nutzung von ca. 50 % des Wirtschaftsdüngeranfalls) in Verbindung mit dem sehr geringen Tierbesatz von nur 0,47 GV/ha LF.

In Thüringen werden nur rund 5 % der LF (40 000 ha) für die Erzeugung von Biogassubstraten genutzt. Die deutlich stärkere Inanspruchnahme von Ackerland in den Bundesländern Baden Württemberg, Bayern und Schleswig Holstein zeigt sich am Verhältnis des Biogasanlagenbesatzes mit Bezug Ackerfläche (AF) und Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) (Abb. 33). Dennoch nimmt Thüringen Vergleich der Bundesländer hinsichtlich des BGA-Besatzes mit 0,13 kW/ha LF bzw. 0,17 kW/ha AF einen mittleren Platz ein.

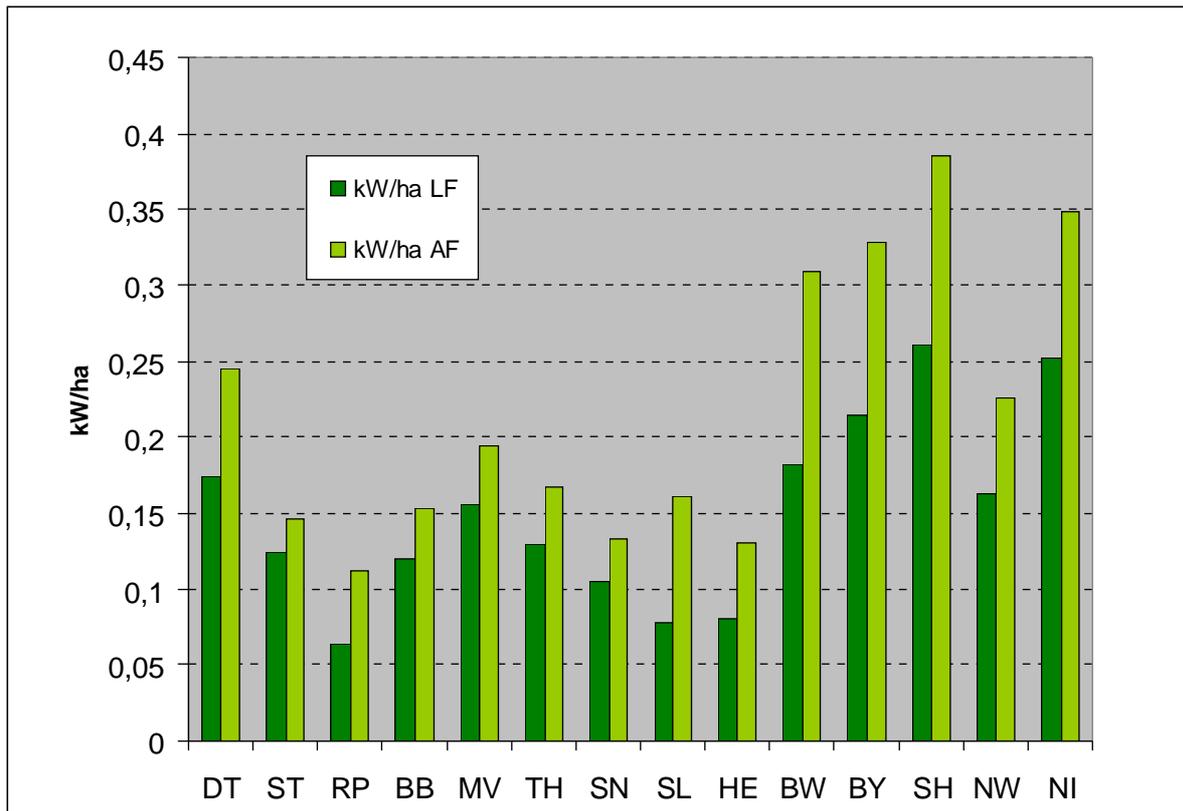


Abbildung 33: BGA-Besatz in den Bundesländern

Folgerichtig ist in Thüringen eine deutlich geringere Konzentration an Mais als Ausgangssubstrat festzustellen. In Thüringen gleicht z. B. der Biogasmais in 2012 gerade einmal den aus dem Rückgang der Tierhaltung verringerten Anbau aus, wie die Entwicklung des Maisanbaus zeigt. Insbesondere aufgrund einer hohen Getreidekonzentration in Thüringen, bei deutlicher Verarmung der Anbauvielfalt, stellt der Maisanbau eine Bereicherung der Fruchtfolge dar.

Der mit dem EEG 2012 flächendeckend eingeführte „Maisdeckel“, der eigentlich die Inanspruchnahme von Ackerfläche begrenzen sollte, wirkt hier in die entgegengesetzte Richtung, indem durch Ausweichen auf Ganzpflanzengetreide ein um 20 bis 30 % höherer Flächenbedarf bei gleicher Leistung eintritt. Aufgrund der Anbaustruktur in Verbindung mit dem geringen Tierbesatz ist der im EEG 2012 eingeführte „Maisdeckel“ für Thüringen bzw. auch ganz Mitteldeutschland eine Maßnahme zur Verringerung der Flächeneffizienz. Zusätzlich verstärkt sich die Getreidedominanz in der Fruchtfolge (vgl. Gliederungspunkt 3.2 bzw. Abb. 34).

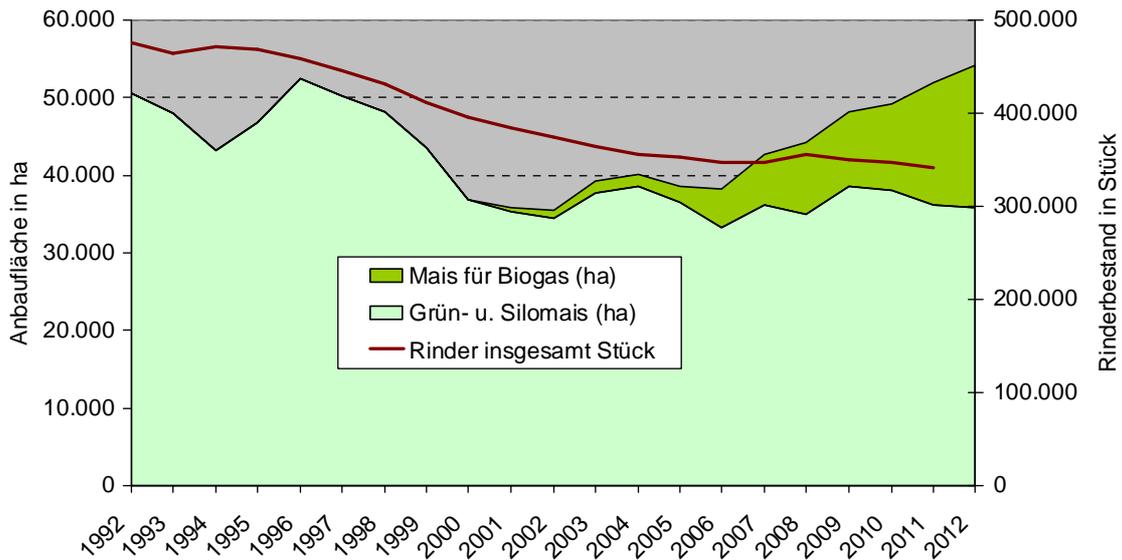


Abbildung 34: Entwicklung des Maisanbaus in Thüringen

Tendenziell wurden zwar in Süddeutschland kleinere Anlagen errichtet, die aber ebenso wie die größeren Anlagen in Norddeutschland, oft mehr als die Hälfte des Substrats auf dem Markt zukaufen müssen. Die Konkurrenz um die Fläche steigt. Die Substrate werden über Zukauf beschafft und die Gärreste mit oder ohne Aufbereitung je nach bestehendem Tierbesatz verwertet oder entsorgt.

Dagegen erfolgt in Thüringen die Substratlieferung fast ausschließlich aus dem eigenen Landwirtschaftsbetrieb. Die BGA sind hier zum Teil als 100 % ige Töchter in GmbH ausgegliedert und greifen oft nur auf 10 ... 20 % der Betriebsfläche zu. Ein Substratzukauf von Dritten ist hier eher die Ausnahme, so dass steigende Agrarpreise nur indirekt auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung wirken.

Allerdings werden Anlagengröße und besonders der Substrateinsatz jedoch von der Agrarstruktur mit beeinflusst. Der Vergleich des Substrateinsatzes in BGA in Baden-Württemberg und Thüringen zeigt deutlich, dass mit steigender Anlagengröße auch der Maisanteil im Substratmix proportional steigt (Abb. 35). In dem kleinräumig strukturierten Baden-Württemberg ist bei gleicher Anlagengröße von einem viel höheren Niveau des Maiseinsatzes auszugehen als in Thüringen. Der Unterschied im Maiseinsatz zwischen den Ländern zeigt auch, dass z. B. in Baden-Württemberg die Anlagen mit im Mittel 265 kW für die vor Ort verfügbare Gülleeinsatz noch deutlich zu groß errichtet wurden. Zusätzlich ist erkennbar, dass im grünlandreichen Baden-Württemberg auch der Einsatz von Anweilensilage erhöht ist.

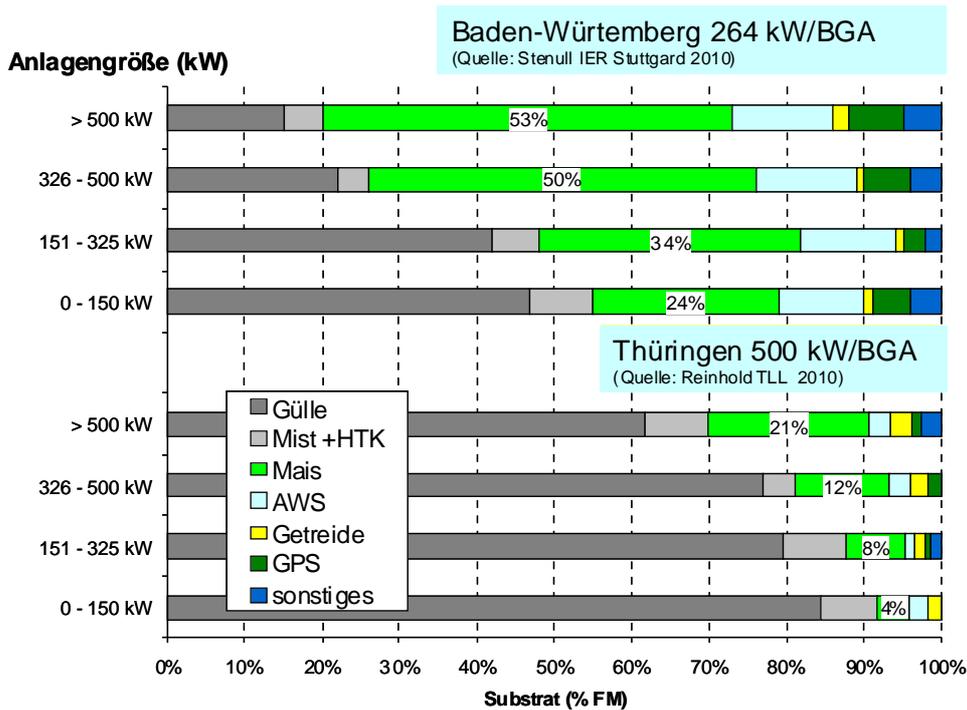


Abbildung 35: Agrarstrukturbedingter Substrateinsatz

7.3 Biogas birgt kein hygienische Risiken und führt nicht zur Vermehrung von Krankheitskeimen

Da die Bedingungen in einer Biogasanlage mit denen der Anzucht von Keimen in mikrobiologischen Laboren vergleichbar sind, wird so oft ein ungehindertes Wachstum von Krankheitskeimen postuliert. Besonders aufgrund der langen Verweilzeit und der üblichen Fermenter-Temperatur von 38 ...42 °C wird ein ungehindertes Wachstum unterstellt. Auf der anderen Seite kämpfen alle Mikroorganismen im Substrat der Biogasanlage um die gleiche Futtergrundlage, so dass im Gegensatz zu den Laborbedingungen deutliche Begrenzungen in der Vermehrung festzustellen sind.

Zur Klärung dieser Fragestellung erfolgte im Thüringer Monitoring Biogas die mikrobiologische Untersuchung aller Wirtschaftsdünger und Gärrestproben. Es zeigt sich, dass in den Substraten Trockenkot und im Stallmist die höchsten Gesamtkeimzahlen festzustellen sind. In der Abstufung Mischgülle, Schweinegülle, Rindergülle verringern sich die Keimzahlen (Abb. 36). Gärrest zeichnet sich bei allen untersuchten Parametern - bis auf die Clostridien - durch eine z. T. deutliche Reduzierung der Anzahl an koloniebildenden Einheiten (KBE/g) aus. Im Rahmen der anaeroben Fermentation werden die E. coli deutlich um ca. 2 Zehnerpotenzen bis auf die Nachweisgrenze (10² KBE/g) und die Fäkalstreptococcen um ein bis zwei Zehnerpotenzen reduziert.

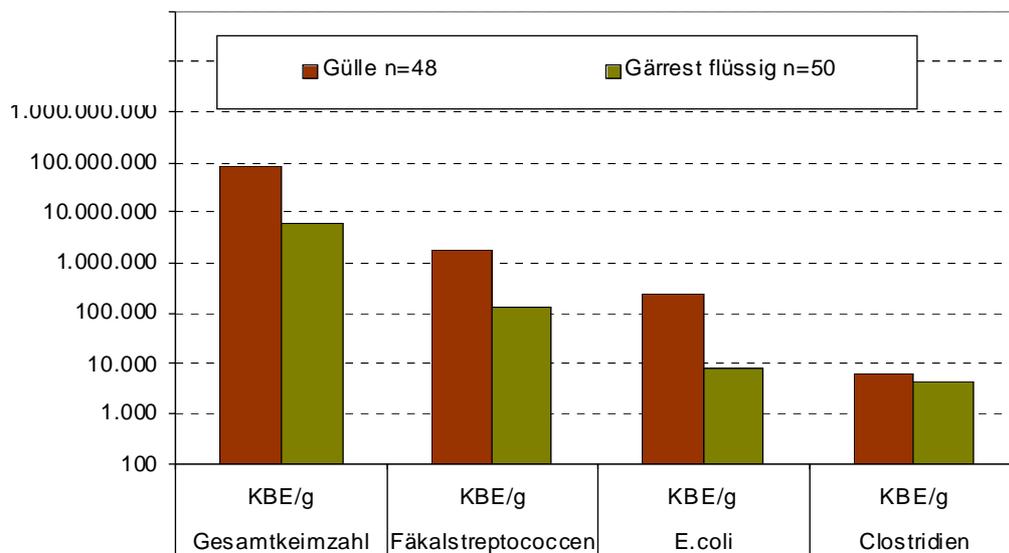


Abbildung 36: Wirkung der Biogaserzeugung auf den hygienischen Status der Gärreste

Trotz der nachgewiesener Keimminderung sind BGA keine Sterilisierungs- bzw. Pasteurierungsanlagen in hygienischer Hinsicht sind. Somit ist Gärrest aus mesophil arbeitenden BGA wie Gülle einzustufen. Gärreste dürfen damit, wie auch Gülle, nicht auf Flächen, die für Gülle ungeeignet sind, ausgebracht werden (z. B. WSZ II, schneebedeckt, tief gefrorene Böden, ...)

7.4 Biogas steht nicht in direkter Konkurrenz zur Tierhaltung und führt zur keiner Verdrängung der Tierproduktion

Mais bietet den höchsten Methanhektarertrag aller pflanzlichen Substrate und ist damit das kostengünstigste Einsatzsubstrat. Die Einführung des NAWARO-Bonus mit der EEG-Novellierung 2004 hat folgerichtig zu einem verstärkten Maisanbau geführt. Da mit dem EEG 2004 nur geringe Anreize für eine Güllevergärung gesetzt wurden und über den NAWARO-Bonus ein Einsatz von Feldfrüchten möglich wurde, stieg der Maiseinsatz in Biogasanlagen deutlich.

Biogasanlagen wurden zwischen 2004 und 2008 bedingt durch das EEG 2004 oft in einer dafür optimalen Anlagengröße von 500 kW errichtet. Um hier hohe Gülleanteile an der Vergärung zu gewährleisten, fehlen selbst in diesen viehstarken Gebieten die Güllemengen am Standort der BGA. Die notwendigen Gülletransportkosten wurden dann ab dem EEG 2009 jedoch nur bis zur Einsatzgrenze von 30 % in Kauf genommen.

Mit dem EEG 2009 wurden, ausgehend vom Güllebonus, kleine Anlagen (150 kW) mit 30 % Gülleinsatz zum Erfolgsmodell. Durch die Kopplung von Gülle- und NAWARO-Bonus bestand jedoch kein Anreiz zum Gülleinsatz über den Schwellenwert von 30 % hinaus. Auch kam es durch das differenzierte Bonisystem im EEG 2009 zu Mitnahmeeffekten. Der Güllebonus wurde ab 30 % Gülleinsatz in voller Höhe gezahlt und stützte somit den Maiseinsatz.

BGA wirken in der Agrarstruktur ähnlich wie die Tierhaltung. Sie greifen ähnlich wie die Rinderhaltung auf die Fläche zu und benötigen Fläche zur Verwertung der Gärreste. Deshalb werden sie auch oft als

„Betonkühe“ bezeichnet. Allerdings bestehen auch Unterschiede wenn man die „Verfahrenstechnik“ vergleicht (Tab. 10).

Tabelle 10: Unterschiede zwischen Milchkuh und BGA bei der Verdauung

Parameter	Milchkuh	Biogasanlage
Produkt	Milch (Eiweiß; Fett; Zucker)	Biogas (CH ₄ + CO ₂)
pH-Wert	6,0 ... 7,0 Pansen	7,0 ... 8,5 Fermenter
TS - Gehalt	20 ... 30 (Kot)	5 ... 12
Durchmischung	Peristaltik	mech. Rührwerke
Verweilzeit	24 h	50 ... 150 d
Raumbelastung	50 kg oTS/m ³ d	2...4 kg oTS/m ³ d

Die wesentlichen Gemeinsamkeiten bestehen im Flächenbedarf und in der Höhe der Stickstoff und Phosphorausscheidung mit der Gülle bzw. dem Gärrest. Überschlägig ergibt sich, dass eine Milchkuh wie auch eine BGA mit einem kW installierter Leistung 0,5 ha für die Substratbereitstellung benötigt. Mit der Gülle bzw. dem Gärrest werden 80 - 90 kg Stickstoff und 14 -16 kg Phosphor düngewirksam (Tab. 11).

Tabelle 11: Gemeinsamkeiten von Milchkuh und BGA

Parameter	Milchkuh (1 GV)	BGA-Mais (1 kW)
Flächenbedarf	0,5 ha/GV Grundfutter	0,5...0,55 ha/kW _{inst}
N-Anfall	80 - 90 kg/GV Netto (120 kg/GV brutto)	86 - 95 kg/kW
P-Ausscheidung	14 - 16 kg/GV	16 – 18 kg/kW
K-Ausscheidung	100 - 110 kg/GV	85 - 95 kg/kW

Damit ist festzustellen, dass die These:“ Biogas vernichtet Tierhaltung“ bei standortangepassten BGA mit Synergie von Tierhaltung und Biogas mit „Nein“ beantwortet werden muss. Dagegen ist in Regionen mit hoher Viehdichte bei der Errichtung großen BGA und BGEA auf den Konfliktfeldern Flächenverbrauch für Futter bzw. Substrat und Wirtschaftsdünger bzw. Gärrestrückführung eine direkte Konkurrenz gegeben.

Eine hohe Viehdichte, wie z. B. in der norddeutschen Region ist kein Garant für die Nutzung der Wirtschaftsdünger als Substrat (Abb. 37). Es zeigt sich, dass z. B. in Niedersachsen trotz sehr hohen Tierbesatzes die geringste Güllenutzung in Verbindung mit dem höchsten Maisanteil im Substratmix festzustellen ist (Tab. 12). Das Betriebswachstum in den Veredlungsregionen mit hohem Tierbesatz geht in Richtung Biogas, da die Betriebe bei der Ausweitung des Tierbesatzes an genehmigungsrechtliche Grenzen stoßen. Die BGA im Norden haben trotz wesentlich kleinerer Betriebe im Vergleich zu Mitteldeutschland eine ähnliche installierte Leistung und müssen vermehrt Substrat in der Region zukaufen. Gülle wird aufgrund der Transportkosten und der Verringerung der Verweilzeit nicht vermehrt eingesetzt.

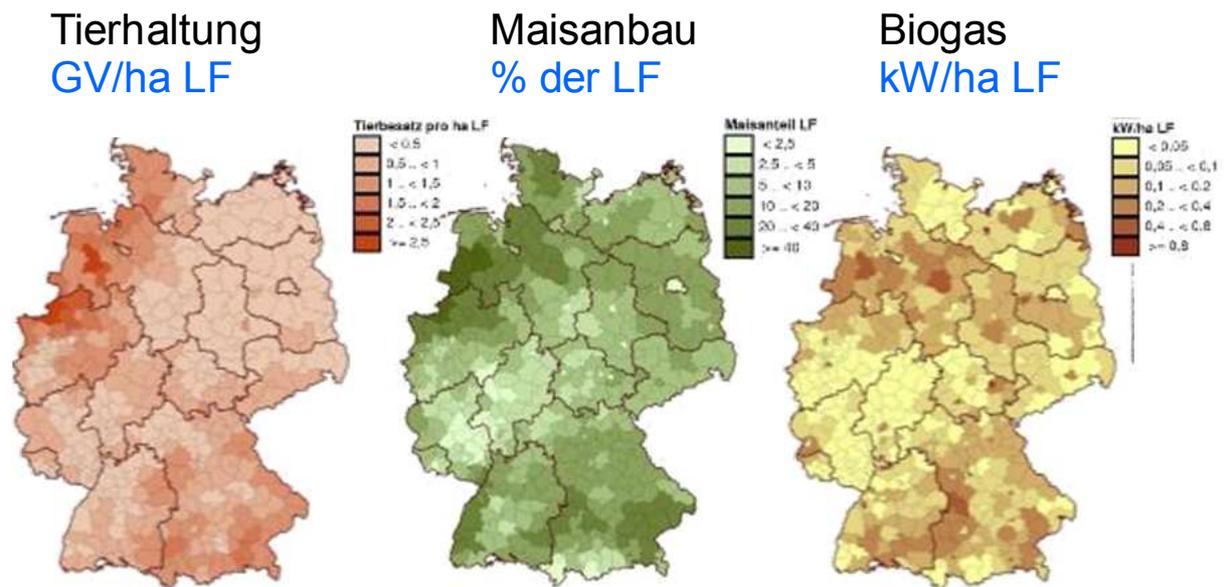


Abbildung 37: Tierbesatz, Maisanbau und BGA-Besatz in den Landkreisen Deutschlands (2010)

Die Größe der BGA wird nicht durch den Tierbesatz bestimmt wie sich aus dem Vergleich der Region Süd mit der Region Nordwest erkennen lässt. Vielmehr wurde mit den einzelnen EEG Novellen eine optimale Anlagengröße vorgegeben (Tab. 12). Der Gülleanteil am Substratmix ergibt sich aus der Größe der Tierhaltungsanlagen und nicht aus dem GV-Besatz wie sich aus dem Vergleich der Regionen ableiten lässt.

Tabelle 12: Substrateinsatz, BGA-Anlagengröße und GV-Besatz in den Biogasregionen

Region		n	Inst. Leistung	Verweilzeit	Substratanteil (FM-Bezug)		Tierbesatz GV pro	
					kW	d	% WD	% Mais
Süd	BW	34	250	89	29	38	0,76	30
	BY	120	278	93	28	52	0,95	33
Nordwest	SH	15	540	86	23	60	1,05	75
	NS	55	641	91	22	70	1,14	75
Ost	SN	21	693	47	79	11	0,54	78
	TH	12	799	58	81	11	0,47	100

7.5 Biogas führt nicht zu Raubbau am Boden

Die These, dass Biogas zum Raubbau am Boden führt, wird mit dem erhöhten Anbau von starken Humuszehrer (Mais) begründet. Zu beachten ist aber, dass die Werte für die Humuszehrung von Mais aus einer Zeit stammen, als der Mais noch gehackt wurde. Weiter wird auf die Reduzierung des TS-Gehaltes bei der Vergärung von Gülle hingewiesen und damit die Verringerung der Kohlenstoffrückführung in den Boden begründet.

Dem steht entgegen, dass vorrangig nur die leicht abbaubaren oTS-Anteile zu Biogas konvertiert werden, Biomasseanteile mit der höheren Stabilität und Humuswirksamkeit werden schlechter abgebaut und verbleiben im Gärrest. Die Biogaserzeugung wirkt somit ähnlich wie Stallmistrotte bzw. Kompostierung positiv auf die Stabilisierung des Kohlenstoffs.

Die getrennte Auswertung der wirksamen Humus-C-Anteile von Wirtschaftsdünger und Gärrest entsprechend VDLUFA-Standpunkt zeigt einen deutlichen Unterschied. Wirtschaftsdünger haben einen Faktor von 87 kg Humus-C/t TS und Gärreste von 142 kg Humus-C/t TS (Abb. 38). Somit bedingen hohe Maisanteile an der Ackerfläche einen negativen Humussaldo nur, wenn keine Rückführung organischer Dünger (z. B. Gülle, Gärreste) erfolgt.

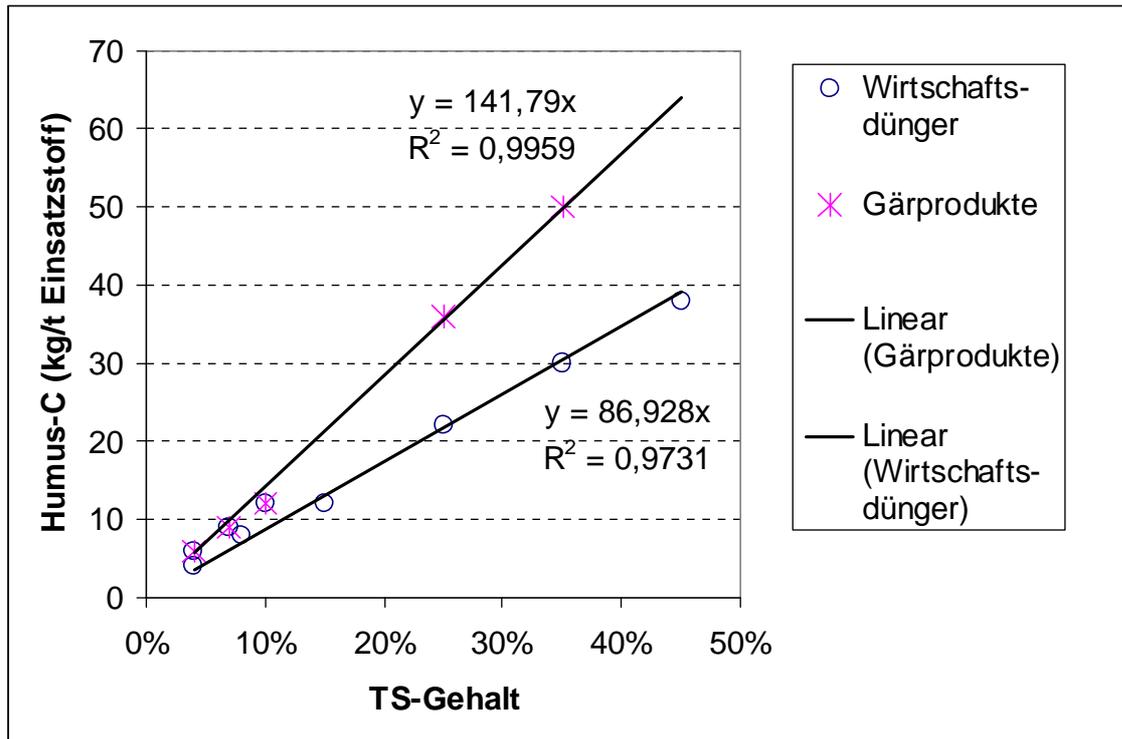


Abbildung 38: Vergleich der Humus-C-Anteile von Wirtschaftsdünger und Gärrest nach VDLUFA Standpunkt

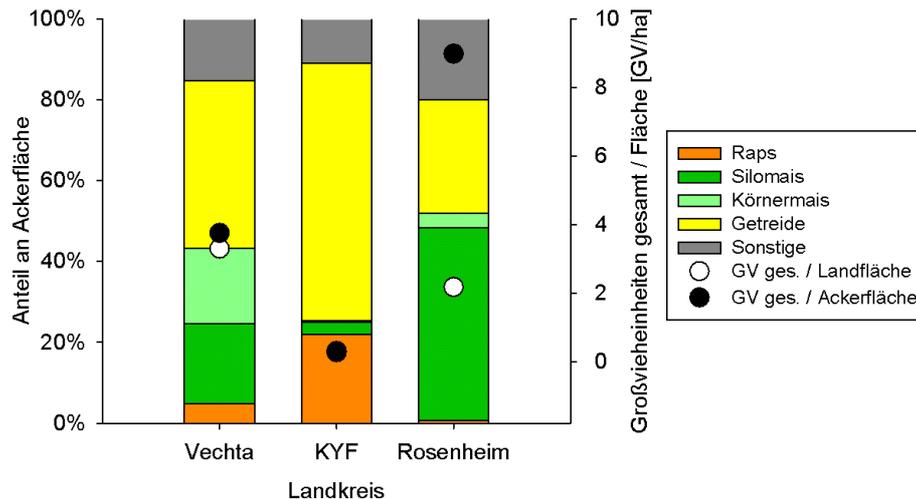
7.6 Biogas führt nicht zur Intensivierung der Flächennutzung oder Vernichtung von Nährstoffen

Mais ist zurzeit aufgrund der hohen Ertragsleistung und Verdaulichkeit sowie der geringen Produktionskosten das kostengünstigste Einsatzsubstrat für die Biogasproduktion. Andere Fruchtarten können das Substratspektrum ergänzen, ein umfangreicher Ersatz von Mais durch andere Kulturarten, würde u. a. aufgrund der geringeren Ertragsleistungen (Trockenmasse, Methan), zu einer Flächenausdehnung von mindesten 20 ... 30 % für die Substratbereitstellung führen. An Substrate für BGA werden geringere Qualitätsanforderungen gestellt, woraus folgend sich ggf. ein geringerer PSM-Einsatz ableiten lässt.

Ein Ersatz von Mais durch den Anbau alternativer Fruchtarten ist in Regionen mit hohem Tierbesatz oder ausgeweitetem Körnermaisbau eine notwendige Maßnahme. In Regionen mit geringem Maisanbau wie z. B. Thüringen besteht hierfür aber keine Notwendigkeit. Eine Begrenzung des Maisan-

teils in Biogasanlagen, oder besser des Anbauanteils sollte sich an den regionalen Gegebenheiten orientieren.

Anhand der unterschiedlichen Anbaukonzentrationen in drei ausgewählten Regionen zeigt sich, dass unterschiedliche Bewertungen eines steigenden Maisanteils erforderlich sind (Abb. 39). Während in Thüringen die Getreidedominanz gebrochen würde, könnte in Rosenheim Mais zur alleinigen Fruchtart werden.



VEREDELUNG	ACKERBAU	MILCHVIEH
Vechta (NI)	Kyffhäuser (TH)	Rosenheim (BY)
3,2 GV/ha LN	0,27 GV/ha LN	2,2 GV/ha LN
2 GV/LN Schwein		1 GV Milchvieh

Abbildung 39: Anbauunterschiede in ausgewählten Regionen

Durch die Rückführung der Gärreste fließen Nährstoffe im internen Kreislauf. Dies kann in Regionen mit hohem Tierbesatz zu deutlichen Verwerfungen führen. Modellhaft stellt sich die Situation für einen 250 ha großen Betrieb mit 125 Milchkühen und einer BGA mit 125 kW anhand des Stoffflusses wie folgt dar:

Der Betrieb sichert die Substratversorgung der BGA selbst ab. Die Gülle- und Gärrestnutzung substituiert ca. 20 ha Maisanbau. Der Betrieb kann aber noch Marktfrüchte auf 82 ha anbauen, muss aber das Kraftfutter (90 ha) zukaufen. Ohne diesen Zukauf wäre kaum noch Marktproduktion möglich. Der Anfall von organischem N liegt mit 107 kg/ha in einem noch tolerierbaren Bereich (Abb. 40).

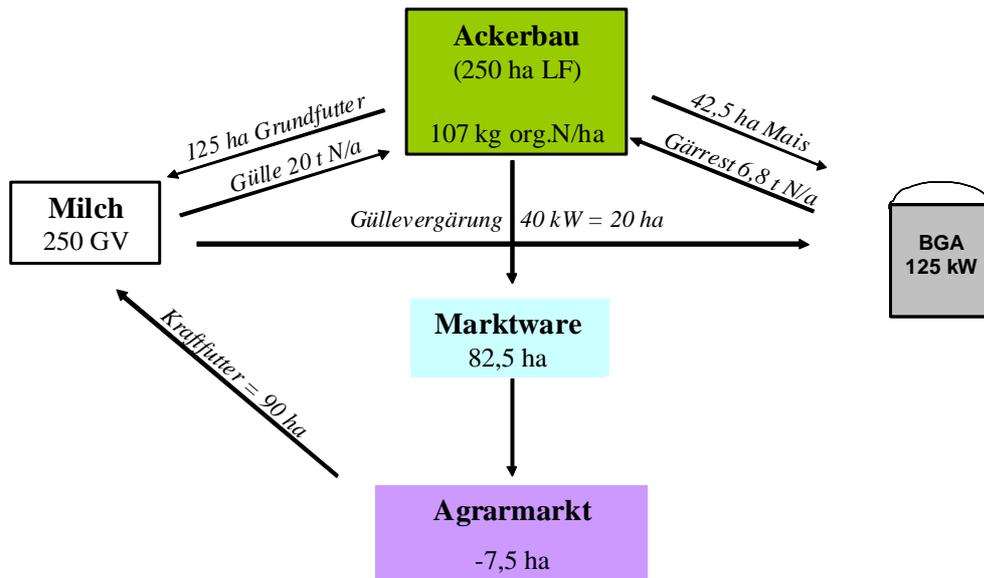


Abbildung 40: Stoffströme in einem 250 ha Betrieb mit 1 GV/ha und einer 125 kW Biogasanlage

Errichtet der Betrieb allerdings eine 500 kW BGA, ist deutlicher Zukauf von Maissilage (105 ha) und auch zwingend des Kraftfutters für die Tierhaltung (90 ha) erforderlich. Die Verwertung der Gärreste im Betrieb ist nicht mehr möglich und es müssen Gärreste abgegeben bzw. durch vollständige Aufbereitung entsorgt werden (Abb. 41). Der N-Überschuss liegt bei 16 t/a.

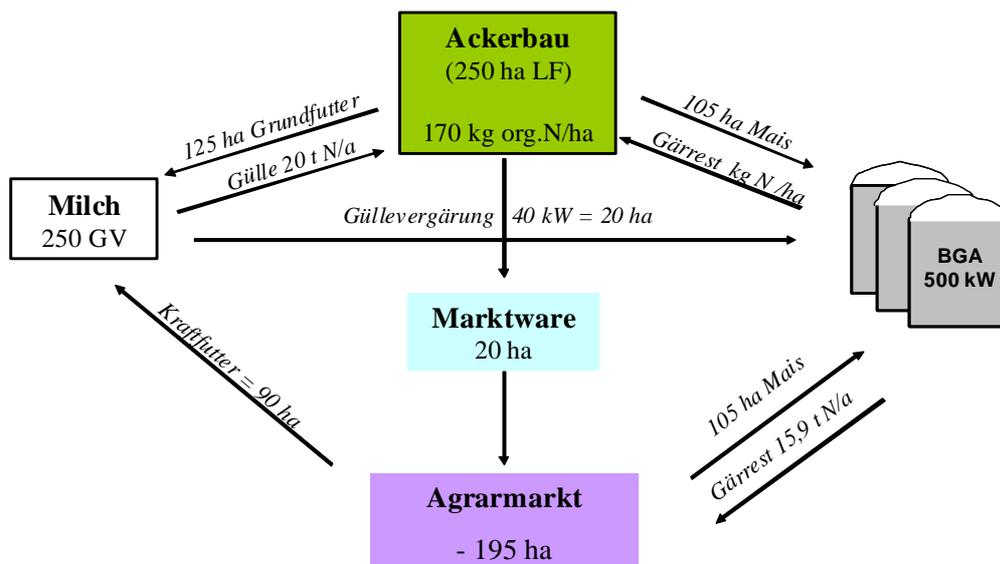


Abbildung 41: Stoffströme in einem 250 ha Betrieb mit 1 GV/ha und einer 500 kW Biogasanlage

Zu erkennen ist die Problemlage deutlich am Veredlungsbesatz, der sich aus Addition der GV/ha LF und der installierten kW/ha LF errechnet. Nach Errichtung der 125 kW BGA beträgt dieser 1,5 (GV+kW)/ha und erhöht sich auf 3 (GV+kW)/ha durch die 500 kW BGA. Ein aus Sicht des Anbaus und der möglichen Verwertung der Gärreste sinnvolle Grenze von 2 wird deutlich überschritten.

Durch die Errichtung einer Biogasanlage verändert sich der Nährstofffluss deutlich. Dies ist am Vergleich von Getreide- und Silomaisanbau zu erkennen. Durch die alleinige Entnahme von Kohlenstoff aus dem Kreislauf, der über das Biogas und die Verstromung zu elektrischer Energie konvertiert, werden Energie-Ressourcen, die sonst für die Erzeugung von mineralischen Stickstoffdüngern benötigt werden, geschont (Abb. 42). Im Vergleich zu Getreideanbau verbleiben mehr als die Hälfte des Stickstoffs im Kreislauf. Nur die durch entsprechenden Technikeinsatz minimierbaren Verluste müssen ausgeglichen werden. Bei der Getreideproduktion wird der Stickstoff mit verkauft.

Getreideanbau oder Silomais für BGA

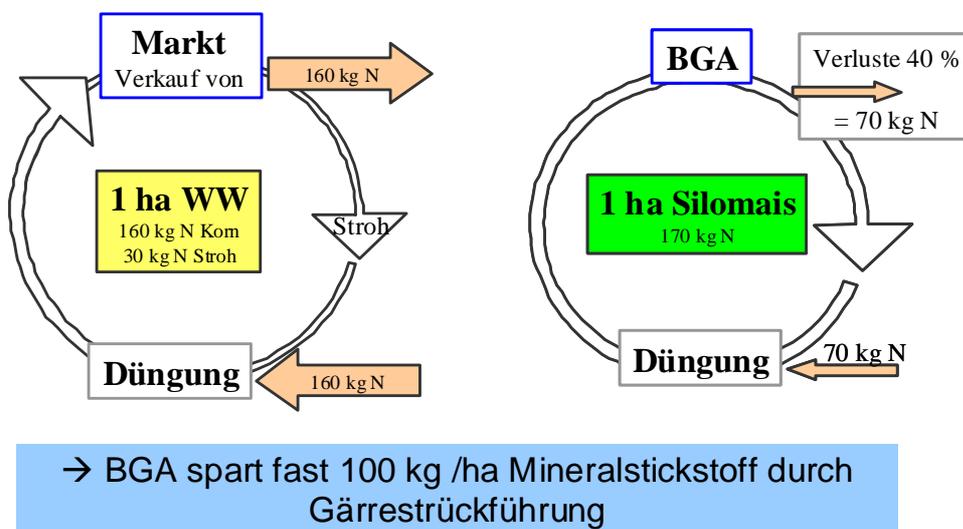


Abbildung 42: Vergleich der N-Bilanz von WW-Anbau für den Markt und Silomaisproduktion für die BGA

Ebenso erfolgt keine Inanspruchnahme der sehr begrenzten Phosphorressourcen (Abb. 43). Da Phosphor im Fermentationsprozess nicht verändert wird, ist bei der Silomaisproduktion von einem geschlossenen Kreislauf auszugehen. Bei Getreideproduktion gelangt der Phosphor in die Nahrungskette und eine mögliche Rückführung über den Klärschlamm findet in der Praxis kaum noch statt. Nur bei Verfütterung des Getreides ist eine Rückführung gegeben. Die Errichtung von NAWARO BGA in Ackerbauregionen ersetzt fehlende Tierhaltung und liefert org. Dünger und Humus. In Ökobetrieben konservieren BGA den Stickstoff aus dem Klee-grasanbau und liefern org. Dünger.

Getreideanbau oder Silomais für BGA

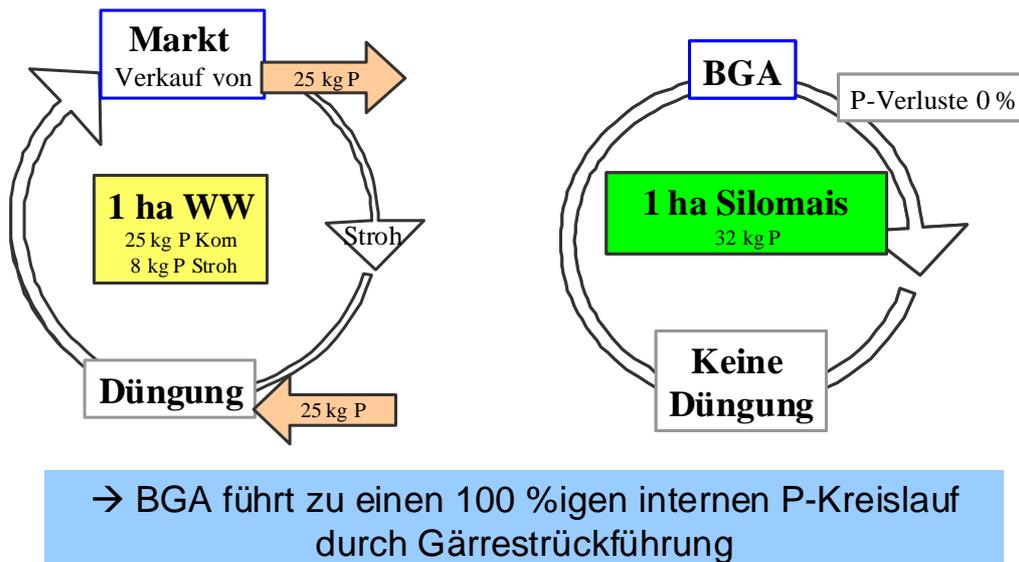


Abbildung 43: Vergleich der P-Bilanz von WW-Anbau für den Markt und Silomaisproduktion für die BGA

7.7 Biogasanlagen lassen sich nicht unabhängig von der Landwirtschaft errichten

Biogasanlagen sind eng mit der Landwirtschaft verbunden, indem einerseits die Landwirtschaft mit der Lieferung von Biomasse (direkt als NAWARO, Reststoffe, Wirtschaftsdünger bzw. indirekt als Bioabfälle) die Grundlagen für die Fermentation bereitstellt und andererseits die Gärreste als wertvoller organischer Dünger in die Agrarlandschaft zurückfließen. Alle Versuche, wie z. B. der Biomasseimport aus anderen Regionen aber auch besonders die mit dem EEG sanktionierte Gärresttrocknung wirken gegen das natürliche Gleichgewicht zwischen Biomasseproduktion auf der Fläche und Veredlung der Produkte in einen der Produktionshöhe angepasstem Umfang. Biogasanlagen als „Betonkühe“ wirken hier nicht anders als die klassische Veredlung, wie unter den Abschnitten 5.4 bis 5.6 gezeigt werden konnte.

Ausgehend von einem ähnlichen Flächenbedarf für eine GV und ein kW installierter Leistung sowie ein in der Größenordnung vergleichbarer Anfall an zu verwertenden Nährstoffen, ergibt sich die Überlegung, dass eine Gleichbehandlung von GV und kW in der Agrarstrukturplanung angeraten ist. Den so entstehenden Parameter könnte man als Veredlungsbesatz definieren. Auf Ebene der Bundesländer werden schon Tendenzen sichtbar, in welchen Regionen perspektivisch die Ausweitung der Veredlung noch möglich ist. Die Flächeneinheit Bundesland ermöglicht aber nur begrenzt tragfähige Aussagen, da auch innerhalb der Länder deutliche Unterschiede gegeben sind (Abb. 44).

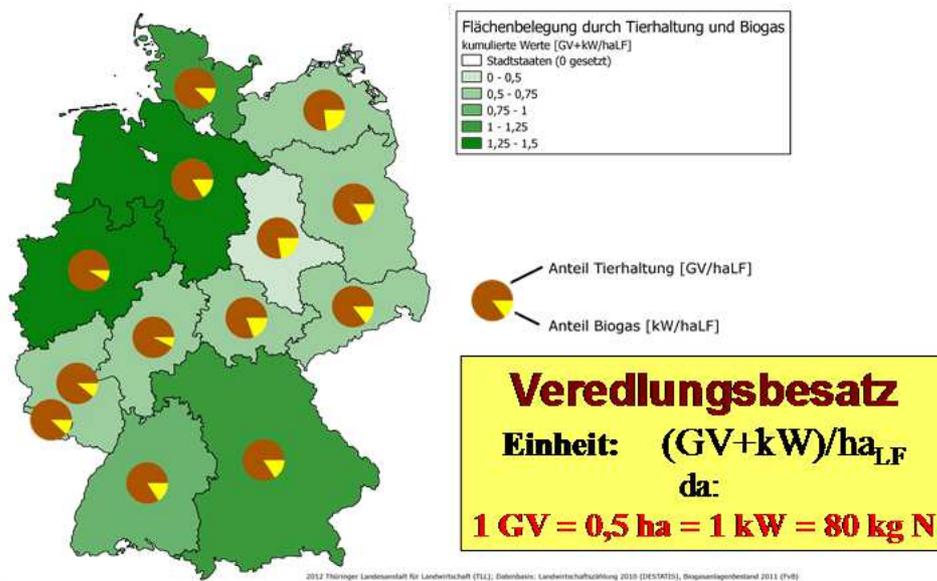


Abbildung 44: Unterschiede im Veredlungsbesatz in Deutschland

Deutlich aussagekräftiger wird der Veredlungsbesatz auf Landkreisebene, wie im Vergleich der Werte in den Landkreisen von Niedersachsen und von Thüringen zu erkennen ist. Es zeigt sich, dass (Abb. 45 und 46)

- in beiden Bundesländer keine direkte Beziehung zwischen Höhe des Tierbesatzes und der BGA–Dichte (kW/ha LF) festzustellen ist
- im Mittel der Anteil der Biogaserzeugung am Veredlungsbesatz um die 25 % liegt
- zwischen beiden Regionen große Unterschiede in der Höhe des absoluten Veredlungsbesatzes zu erkennen sind
- in Thüringen flächendeckend kein Landkreis über 1 (GV+kW)/ha liegt und die Spannweite von 0,25 bis 0,9 (GV+kW)/ha vorhanden ist
- in Thüringen kaum Begrenzungen für den Zubau von Veredlungsbereichen bestehen in 4 Landkreisen Niedersachsens aufgrund des Veredlungsbesatzes von > 2 ein Rückbau von Veredlung (GV und BGA) zu empfehlen ist
- aber auch in Niedersachsen ca. 30 % der Landkreise unter einem Veredlungsbesatz von 1 (GV+kW)/ha liegen und somit hier ein Biogasanlagenzubau möglich ist.

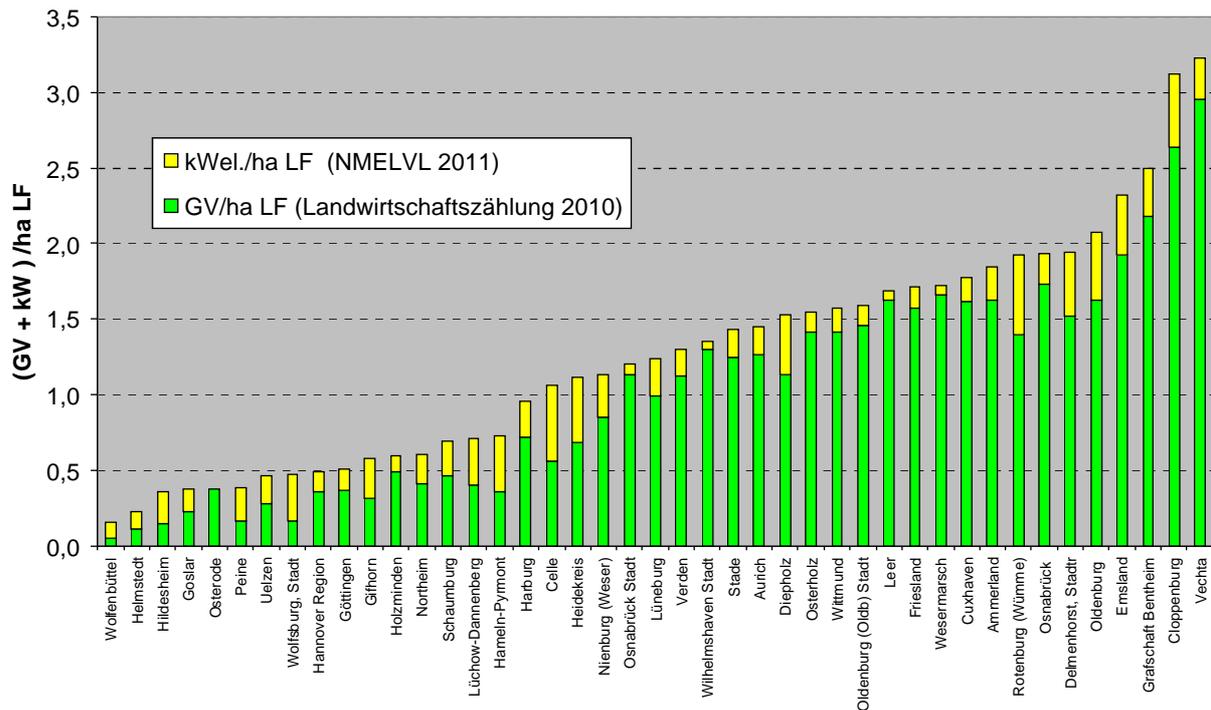


Abbildung 45: Veredlungsbesatz in Niedersachsen

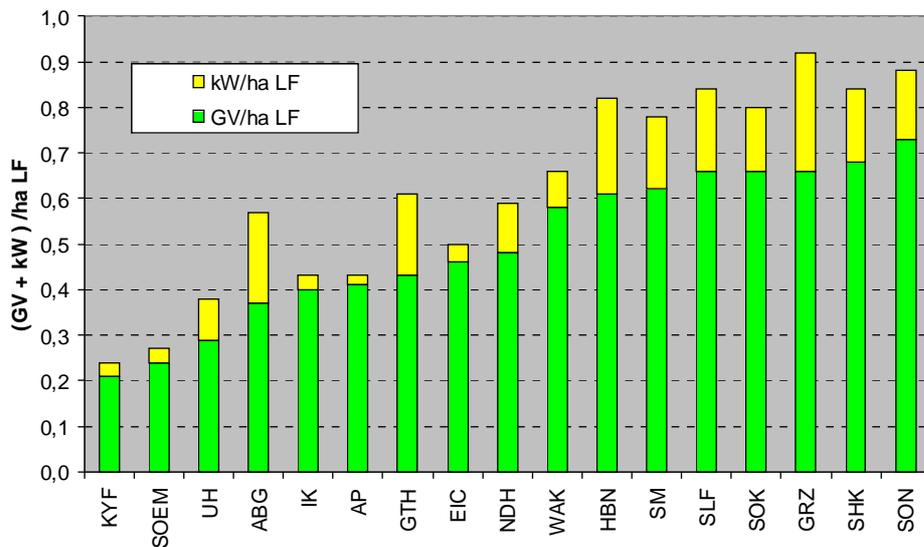


Abbildung 46: Veredlungsbesatz in Thüringen

Der Veredlungsbesatz je ha LF als zusammengefasster Kennwert für die Summe aus GV-Besatz und installierten kW der Biogaserzeugung ist auch auf die Biomethaneinspeiseanlagen anzuwenden, indem die Rohgasmenge über den Methangehalt und den Wirkungsgrad (38 %) in elektrische Leistung umgerechnet wird. Die Richtwerte sind auf die unterschiedlichen Bezugsflächen anzupassen. So ist auf Betriebsebene ein maximaler Veredlungsbesatz von maximal 2,0 (GV+kW)/ha der dem Grenzwert von 170 kg N aus Wirtschaftsdünger in der Größenordnung entspricht, anzuwenden. Aus Sicht einer umweltver-

träglichen Landwirtschaft sollte ein Zubau von Veredlung ab einen Veredlungsbesatz von 1,5 (GV+kW)/ha auf Landkreisebene nicht, oder nur unter strengen Auflagen möglich sein.

Weiterhin sollte die schon diskutierte Anrechnung der Nährstoffe der Gärreste, d. h. Biogasgülle aus NAWARO auf die 170 kg N Grenze für Wirtschaftsdünger in der Düngeverordnung festgeschrieben werden.

8 Zusammenfassung

Mit über 7 500 landwirtschaftlichen Anlagen in 2012 und einer installierten Leistung von 3 180 MW wird mit den Biogasanlagen ein wesentlicher Beitrag für die Energiewende geleistet. Das EEG 2012 steht neben dem EEG 2009, so dass für die nächsten 20 Jahre beide EEG nebeneinander wirksam sind. Unklarheiten im Anlagenbegriff und undefinierte Rechtslagen bei Erweiterung bestehender Anlagen verkomplizieren die Situation deutlich, so dass zurzeit Investoren keine Rechtssicherheit haben.

Die Entwicklung der Biogasanlagen wird in den einzelnen Regionen deutlich durch den vorhandenen Tierbesatz, die Größe der Tierproduktionsanlagen und den möglichen Anbau von Substraten auf den landwirtschaftlichen Flächen bestimmt. Mitteldeutschland ist durch einen niedrigen Tierbesatz von 0,4 bis 0,5 GV/ha in Verbindung mit großen landwirtschaftlichen Betrieben gekennzeichnet. Im Gegensatz zur Dominanz der Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen in Regionen mit z. T. deutlich höherem Tierbesatz, etablierte sich in Mitteldeutschland die Vergärung von Wirtschaftsdüngern, die mit nachwachsenden Rohstoffen als Substrat ergänzt wurde.

Durch die Diskussion von Thesen zur Biogastechnologie wird auf fachlicher Grundlage ein Beitrag zur Versachlichung der öffentlichen Diskussion geleistet. Am Beispiel von Thüringen zeigt sich deutlich, dass die Bedingungen einer großräumig strukturierten Landwirtschaft mit großen Einheiten der Tierhaltung zu anderen Anpassungsreaktionen an die EEG-Novellen führen, als z. B. in Norddeutschland. Die „Gratiseffekte“ des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern werden genutzt und Konflikte, wie Pachtpreissteigerung, Kampf um die Fläche, Konkurrenz zwischen Tierhaltung und Biogas werden nicht durch die Biogaserzeugung verursacht.

Anhang: Nachweis der Leistungen

Veröffentlichungen 2010

Autor/en	Bibliographisch Beschreibung	Themennummer
Reinhold, G.	Welche Faktoren bestimmen die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage In: Tagungsband „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“. – Gülzower Fachgespräche , Band 32 FNR 2009. – S. 76-86	96.08
Kohlhase, M.; Reinhold, G.; Gödeke, K.	Vergleich der Restgaspotenziale von Gärresten verschiedener Biogasanlagen bei drei Temperaturstufen . – VDLUFA Tagung 2010 . – Kurzfassung der Vorträge	96.08
Vetter, A.; Reinhold, G.	Gärrestanfall und Verwertung. – In: Anbausysteme für Energiepflanzen. – DLG Verlag, Hrg. Vetter, Heiermann, Toews. – S. 193-205	96.08
Reinhold, G.; Degner, J.	Substratliefverträge – Flexible Bindung. – Neue Landwirtschaft, Berlin Bauernverlag 11/2010 . – S 74-78	96.08
Reinhold, G.	Merkblatt Gestaltung von Substratliefverträgen für Biogasanlagen in der Landwirtschaft. – TLL, Eigenverlag. – 8 S. (www.tll.de/ainfo)	96.08
	Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. – KTBL Verlag, Heft Nr. 88 . - 36 S.	96.08
Reinhold, G.; Kohlhase, M.; Gödeke, K.	Bedeutung verfahrenstechnischer Parameter für Biogasausbeute und Restgaspotential. – Tagungsband . Rostocker Bioenergieforum 27.- 28.10.2010. – S.	96.08
Reinhold, G.	Betriebswirtschaftliche Relevanz biologischen Korrosion in BGA - Bedeutung Umfang Prognosen. – Tagungs-CD -1.GECO Praxisforum „Geruch und biogene Korrosion in Abwasser-, Abluft- und Biogasanlagen – effiziente Kostenoptimierung“ - Erfurt 2.12.2010	96.08
Hartmann, S.; Wirth, B.; Niebaum, A.; Döhler, H.; Keymer, U.; Reinhold, G.	Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung, Kapitel 8 Ökonomie. – DBFZ , Leipzig 2010. - S. 172- 191	96.08
Reinhold, G.; Hartmann, S.; Niebaum, A.; Stephany, R.; Jäger, P.; Schwab, M.	Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung, Kapitel 9 Betriebsorganisation. – DBFZ, Leipzig 2010. - S. 192- 209	96.08
Kohlhase, M.; Reinhold, G.; Gödeke, K.	Restgaspotenziale von Gärresten verschiedener Biogasanlagen. – VDLUFA 2010 Tagungsband 66/2010	96.08

Poster 2010

Datum	Veranstaltung	Ort	Thema / Autoren
24.09.2010	VDLUFA Tagung	Kiel	Vergleich der Restgaspotenziale von Gärresten verschiedener Biogasanlagen bei drei Temperaturstufen / M. Kohlhase, G. Reinhold, K. Gödeke

Vorträge 2010

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
14.01.2010	TLL, TBV, Thüringer Beratungsgesellschaft	Knau	Biogasstammtisch Ost/ Wie effektiv und wirtschaftlich sind die in BGA eingesetzten Substrate?
28.01.2010	TLL, LWA Leinefelde	Leinefelde	Vortragsveranstaltung / Perspektiven von Biogas – Hofanlage oder Gaseinspeisung ?

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
18.02.2010	TLL, TBV, Thüringer Beratungsgesellschaft	Gahma	Biogasstammtisch Südost/ Prozesskontrolle und Wirtschaftlichkeit der BGA ?
02.03.2010	TLL, LWA Zeulenroda	Zeulenroda	Meisterschulung / Biogasanlagen wirtschaftlich betreiben!
24.02.2010	LLFG Sachsen- Anhalt	Bernburg	Tagung Betriebsergebnisse landwirtschaftlicher Unternehmen in Sachsen-Anhalt / Biogasanlagen – Wirtschaftlichkeit unter den Bedingungen des neuen EEG
02.03.2010	TLL,LWA Zeul.	Zeulenroda	Meisterschulung / Biogasanlagen wirtschaftlich betreiben!
16.03.2010	TLL, TB AG Biogas, Fachverband Biogas	Pfiffelbach	Fachtagung / Wirtschaftlichkeitsaspekte von Hofanlagen und Substratlieferrung an Gaseinspeiser
17.03.2010	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
23.03.2010	TLL, TBV, Thüringer Beratungsgesellschaft	Veilsdorf	Biogasstammtisch Süd/ Wirtschaftlichkeit der BGA ?
26.03.2010	TLL, Uni Göttingen	Jena	Exkursion Uni Göttingen/ Bioenergie in Thüringen
15.04.2010	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung
17.05.2010	TLL , TBV	Niederorschel	Biogasstammtisch Nordwest/ Ergebnisse der BZA Biogas
17.06.2010	TLL Biogasunion	Soltau	10 Jahre Begleitung von Biogas-Projekten Entwicklungstendenzen in Technik und Verfahren
08.07.2010	TLL , TBV	Niederdorla	Biogasstammtisch West/ Wirtschaftlichkeit von BGA
27.08.2010	TLL, DBFZ	Berlin	Fachgespräch EEG / Wirkung von Agrarstruktur und EEG, auf Substrateinsatz und Ausrichtung der Biogaserzeugung am Beispiel von Thüringen
01.09.2010	TLL , SLAL	Trossin	Energiepflanzen tag / Gaserträge von Energiepflanzen – eine kritische Bewertung des Datenpotentials
06.09.2010	TLL	Jena	Fachgespräch 600 / BWR für Durchwachsenen Silphie
23.09.2010	TLL	Merseburg	13. Merseburger Solartag SACHSEN- ANHALT- das Symposium / Biogas eine Chance für die Landwirtschaft Stand und Perspektiven
04.10.2010	TLL TBV	Thonhausen	Biogasstammtisch Ost/ BZA als Instrument zur Wirtschaftlichkeitsanalyse der BGA
07.10.2010	TLL TBV FvB	Niederdorla	Fachtagung Biogas FVB – TBV – TLL / Restgaspotenzial in Biogasanlagen – Bedeutung verfahrenstechnischer Parameter
25.10.2010	TLL, Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e. V.	Körmern	8. Treffen BioMethanKuratorium BBK - FEE „Wirtschaftlichkeit von Biomethananlagen in unterschiedlichen Betriebsvarianten“ / Wirtschaftlichkeit von BGA

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
27.10.2010	TLL	Rostock	4. Rostocker Bioenergieforum 27.- 28.10.2010/ Bedeutung verfahrenstechnischer Parameter für Biogas- ausbeute und Restgaspotenzial
02.12.2010	TLL	Erfurt	1. GECO Praxisforum „Geruch und biogene Korrosion in Abwasser-, Abluft- und Biogasanlagen – effiziente Kos- tenoptimierung“ - Erfurt 2.12.2010 / Betriebswirtschaftliche Relevanz biologischen Korrosion in BGA - Bedeutung Umfang Prognosen

Interview 2010

Tag	Org.	Name	Erschienen
02.03.2010	Neue Thüringer Illustrierte	Pospischill	Neue Thüringer Illustrierte, 2/2010. – S. 11-15

Gutachten/Stellungnahmen 2010

Datum	Auftraggeber	Gutachten
07.07.2010	Amt für Landent- wicklung und Flumeuordnung Gotha	Innovative Projektförderung im Rahmen von LEADER Energieoptimierte Biogasproduktion mit Einspeisung in das Erdgasnetz (Rein- hold)
20.10.2010	TMLNU	Betriebswirtschaftliche Wertung der Getreideernte 2010 - Einsatz von Aus- wuchsgetreide in BGA Thüringens
12.08.2010	BMVEL, KTBL	Vorschläge zur effizienteren Gestaltung des EEG-Vergütungssystems unter Berücksichtigung des Ressourcen- und Umweltschutzes sowie der Nachhaltig- keitsanforderungen

Veranstaltungen 2010

Datum	Veranstalter / Titel der Veranstaltung	verantwortlich in der TLL	Ort	Teilnehm- er
14.01.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch OST	Reinhold	Knau	25
18.02.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch Süd/OST	Reinhold	Gahma	20
16.03.- 17.03.2010 und 13.04- 15.04.2011	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirt- schaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Fors- ten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Biogas- schulung	Reinhold	Köllitsch / Iden	25
23.03.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch Süd	Reinhold	Veilsdorf	22
17.05.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch West	Reinhold	Niederorschel	18
17. - 18. 05 2010 und 14. - 16. Juni 2010	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirt- schaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Fors- ten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Biogas- schulung	Reinhold	in Köllitsch / Iden	24
30.06.2010	TLL TBV FvBiogas / Biogasfachtagung Um- weltgutachter	Reinhold	Jena	65
08.07.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch West	Reinhold	Niederdorla	20

Datum	Veranstalter / Titel der Veranstaltung	verantwortlich in der TLL	Ort	Teilnehmer
07.09.2010	TBV FvB TLL / Biogasexkursion	Reinhold	Körner	35
05. - 06. 10. 2010 und 14. - 16. 10. 2010	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Biogasschulung	Reinhold	Köllitsch / Stadtroda	25
04.10.2010	TLL TBV / Biogasstammtisch OST	Reinhold	Thonhausen	15
05.10.2010	FvB TLL /EEG Tour 2010	Reinhold	Leipzig	65
07.10.2010	TBV FvB TLL / Biogasfachtagung	Reinhold	Niederdorla	80

Betreuung Diplomarbeiten 2010

Thema der Arbeit	Name	FHS / Uni	Betreuer / Ref.	zugeordnetes Forschungsthema
Restgaspotenziale von Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen Thüringens unter verschiedenen Temperaturbedingungen im Labormaßstab	Marcus Kohlhase	Fachhochschule Jena Fachbereich Medizintechnik/ Biotechnologie	Gödeke 450 Reinhold 620	

Forschungsberichte 2010

Verteidigung des 1. Zwischenberichtes des Projektes „Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG“ am 17.12.2010 in Berlin

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse
Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138)
3. Zwischenbericht, März 2010

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse
Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138)
4. Zwischenbericht, September 2010

Veröffentlichungen 2011

Autor/en	Bibliographisch Beschreibung	Themennummer
Reinhold, G.; Gödecke, K.	Restgaspotential in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. – 20. Biogasjahrestagung Nürnberg 11.-13.1.2011 . Tagungsband S. 65 - 74	96.08
Reinhold, G.; Peyker, W,	Wirkung von Silagequalität auf den ökonomischen Erfolg von Biogasanlagen, - Jubiläumstagungsband zur 20. Biogasjahrestagung Nürnberg. - S. 206 - 267	96.08
Reinhold, G.	Landwirtschaftliche Biogaserzeugung (Pkt 6.2) In: Agrarbericht Thüringen 2011	96.08
Hartmann, S.; Wirth, B.; Niebaum, A.; Döhler, H.; Keymer, U.; Reinhold, G.	Ökonomie. – In: Leitfaden Biogas von der Gewinnung zur Nutzung. – FNR, Gülzow. – 5., vollst. Über. Auflage. – S.173 - 192	96.08
Reinhold, G.; Hartmann, S.; Niebaum, A.; Stephany, R.; Jäger, P.; Schab, M.	Betriebsorganisation. – In: Leitfaden Biogas von der Gewinnung zur Nutzung. – FNR, Gülzow. – 5., vollst. Über. Auflage. – S. 193 -210	96.08
Reinhold, G.; Gödeke, K.	Verfahrenstechnische Bedeutung von Gülle bei der Fermentation . – Jahresbericht TLL 2010. – Jena, S. 33-35	96.08

Autor/en	Bibliographisch Beschreibung	Themennummer
Reinhold, G.	Restgas muss nicht entweichen. – Bauernzeitung, 11. Woche 2011. – S 34-35	96.08
Reinhold, G.; Peyker, W.; Zorn, W.; Strauß, C.; Strümpfel, J.; Vetter, A.; Degner, J.	Standpunkt Maisanbau für die Biogaserzeugung in Thüringen. – TLL Jena Eigenverlag. – Jena, 2011. – 8 S.	96.08
Reinhold, G.; Weiser, Ch.	Nutzung von Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Biogasanlagen - Gülle statt Mais!. – Neue Landwirtschaft, Berlin. – Bauernverlag, Heft 5 2011 . – S 29 - 31	96.08
Reinhold, G.	Verfahrenstechnische und ökonomische Bedeutung von Gülle bei der Fermentation. - Tagungsbuch zur Internationalen Bio- und Deponiegastagung 2011, Das IB . – S311-322	96.08
Reinhold, G.	Restgasemissionen vermeiden. – Bauernblatt Schleswig-Holstein, 25. Ausgabe, 18. 6. 2011. – S. 33- 37	96.08
Reinhold, G.	Thüringen: Vorreiter bei der Gülleverwertung . – Top agrar, Energiemagazin 2/2011. – S.32 - 34	96.08
Reinhold, G.	EEG 2012 – Vergütungsrechner. – www.tll.de/ainfo . - Einstellung am 22.7.2011	96.08
Reinhold, G.; Weiser, Ch.	Gülle statt Mais spart Fläche. – Joule, München. – Deutscher Landwirtschaftsverlag, Heft 4 2011 . – S 50-53	96.08
Reinhold, G.; Gödeke, K.; Peyker, W.; Strauß, C.;	Anlagenplanung Vernunft erspart Probleme. – Neue Landwirtschaft, Berlin. – Bauernverlag, Heft 8 2011 . – S 46 - 80	96.08
REINHOLD, G.	Wie sich das Gesetz auswirkt. – Bauernzeitung, Sonderheft: „Ratgeber Biogas 2011“ 2011. – S 7 -10	96.08
Gödeke, K.; Gerd Reinhold, G.; Vetter, A.; Peyker, W.; Graf, T.; Warsitzka, C.; Schubert, K.	Sachstandsanalyse Energiemais „Energiemaisanbau - Auswertung agrarstatistischer Daten und Studien, Einordnung und Bewertung der Wirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Agrarflächennutzung“. - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), 2011. – 52 S.	96.08
Illing, D.; Dotzauer, M.; Reinhold, G.	Vermarktung von Biogasstrom- Marktintegration von Regelenergie aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. – TLL, Nov. 1011. – 12 S.	96.08

Vorträge 2011

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
11.01.2011	TLL, FvBiogas	Nürnberg	20. Biogasjahrestagung 11.-13.01.2011/ Restgaspotential in landwirtschaftlichen Biogasanlagen
19.01.2011	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
25.01.2011	TLL, SLL	Leipzig	aktuellen Stunde im Rahmen der enertec „Aktuelle Probleme in der Praxis landwirtschaftlicher Biogasanlagen“ / Umweltwirkungen von landwirtschaftlichen Biogasanlagen
08.02.2011	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
08.03.2011	TLL	Jena	Biogasstammtisch SHK/ EEG 2012 – Veranlassung, Ziele und Lenkungsmöglichkeiten
16.03.2010	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
17.03.2011	TLL, TBV, FvBiogas	Bösleben	Biogas - Fachtagung Thüringen 1 / 2011 / Restgaspotenzial in Biogasanlagen – Bedeutung verfahrenstechnischer Parameter

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
17.3.2011	TLL, TBV, FvBiogas	Bösleben	Biogas - Fachtagung Thüringen 1 / 2011 / EEG 2012 – Veranlassung, Ziele und Lenkungsmöglichkeiten
23.03.2011	TLL, KoNaRo	Bernburg	Fachtagung/ Soll der Landwirt Biomethan einspeisen? - Wirtschaftlichkeitsaspekte -
14.04.2011	TLL	Stadtroda	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
04.05.2011	TLL, Das IB	Erfurt	Internationale Bio- und Deponiegas Fachtagung & Ausstellung in Erfurt t 2011/ Verfahrenstechnische Bedeutung von Gülle bei der Fermentation
04.05.2011	TLL, BMVEL	Berlin	Stakeholder-Workshop „Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG“ / Fehlentwicklungen im EEG - Ursachen und Wirkungen
05.05.2011	TLL	Bad Wildungen	Treffen Biogasfachberater / Strohvergärung – Stand des Wissens
14.06.2011	TLL	Stadtroda	Dienstberatung/ EEG-Novelle 2012 Stand - Wirkung
16.06.2011	TLL, TBV, FvBiogas	Jena	2. Biogasfachtagung 2011/ EEG 2012
06.07.2011	TLL, BioBeTh	Jena	Fachtagung/ Probleme und Herausforderungen der bedarfsgerechten Biogasverstromung - Kosten und Anreizsysteme
15.09.2011	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallma- nagement
29.09.2011	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
10.10.2011	TLL,	Jena	Fachgespräch Energiepflanzen - Ackerbauliche Gärrest- verwertung / Anfall und Zusammensetzung von Gärresten aus der Biogasanlage
13.10.2011	Hochschule Anhalt, TLL	Köthen	Internationale wissenschaftliche Konferenz Regenerative Energien als Zukunftstechnologien / Wirtschaftlichkeit von BGA - Einfluss von EEG 2012 und Agrarpreisen
14.10.2011	eurolins Jena	Jena	Tagung: 20 Jahre Umwelt und Agraranalytik in Jena / Effizienzreserven in Biogasanlagen - Potential und Lei- stungsangebote von Untersuchungslaboren
26.10.2011	DKB, TLL	Gut Liebenberg	DKB Eliteforum Landwirtschaft/ Verfahrenstechnische und betriebswirtschaftliche Aspek- te der Energiepflanzenproduktion Vergären oder Verbrennen
17.11.11	TLL, TLR	Jena	TLR Jahreshauptversammlung / Biogasanlagen –eine wichtige Säule für die Landwirt- schaft ?
29.11.2011	TLL, Fraunhofer IKTS	Hernsdorf	Projektgespräch / Strohvergärung – Ziele und Möglichkeiten von Pilotpro- jekten
07.12.2011	TLL, DBFZ	Leipzig	Leipziger Biogasfachgespräche 2011/2012 - Veränderte Stoff- und Energieströme / Wirtschaftsdüngereinsatz in BGA - eine lohnende Alter- native?

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
13.12.2011	Landesbetrieb Hessen, TLL	Eichhof	Baulehrschau am Landwirtschaftszentrum Eichhof, Bad Hersfeld / Biogasanlagen mit hohem Wirtschaftsdüngeranteil - Welche Empfehlungen ergeben sich für die Praxis?

Interview 2011

Tag	Org.	Name	Erschienen
22.03.2011	DPA	Fuchs.sabine@dpa.de	
13.05.2011	Bauernzeitung	Hartmann	Bauernzeitung 23/2011 S.27
25.11.2011	Herr Rudolph-Reportagen - Das Medienbüro für den Fachverband Biogas	Herr Rudolph- Reportagen - Das Medienbüro	Biogasjournal

Gutachten/Stellungnahmen 2011

Datum	Auftraggeber	Gutachten
Jan 2011	TMLNU	Beurteilung des Flächenbedarf der Thüringer BGA Reinhold, G.
März 2011	BVMVEL, KTBL	Vorschläge zur effizienteren Gestaltung des EEG-Vergütungssystems unter Berücksichtigung des Ressourcen- und Umweltschutzes sowie der Nachhaltigkeitsanforderungen. – KTBL. März 2011 Dederer, M.; Döhler, H.; Gers-Grapperhaus, G.; Gruber, W.; Hartmann, S.; Jäkel, K.; Keymer, U.; Reinhold, G.; Welsch, W.;
März 2011	TMLNU	Methode Zur Ermittlung der Hauptfutterfläche im Rahmen der KULAP Kontrollen unter Berücksichtigung der Biogaserzeugung Dr. Degner, Dr. Reinhold

Veranstaltungen 2011

Datum	Veranstalter / Titel der Veranstaltung	verantwortlich in der TLL	Ort	Teilnehmer
18.-19.01.2011 und 6.02-8.02.2011	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Mehrländerprojekt Biogasschulung	Reinhold / Pleßke	Köllitsch / Iden	20
17.03.2011	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung Umweltgutachter	Reinhold	Bösleben	100
15.-16.03.2011 und 12.04.-14.04.2011	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Mehrländerprojekt Biogasschulung	Reinhold / Pleßke	Köllitsch / Stadtroda	25
16.6.2011	TLL, TBV, FvBiogas / 2. Biogasfachtagung 2011 BHKW	Reinhold	Jena	
14.-15.09.2011 und 27.09.-29.09.2011	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Mehrländerprojekt Biogasschulung	Reinhold / Pleßke	Köllitsch / Iden	25
08.11.2011	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung 2011 EEG	Reinhold	Dermbach	80

Betreuung Diplomarbeiten 2011

Thema der Arbeit	Name	FHS / Uni	Betreuer / Ref.	zugeordnetes Forschungsthema
Substratveränderung durch Biogas	Mundey	FH Jena	Reinhold	

Forschungsberichte 2011

2. Zwischenbericht des Projektes „Nachhaltige Biogasenerzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG“ am 25.2.2011 in Berlin

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. - Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138), 5. Zwischenbericht, März 2011

Sachstandsanalyse Energiemais „Energiemaisanbau – Auswertung agrarstatistischer Daten und Studien, Einordnung und Bewertung der Wirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Agrarflächennutzung“ Dr. Katja Gödeke, Dr. Gerd Reinhold, Dr. Amin Vetter, Dr. Walter Peyker, Torsten Graf, Christina Warsitzka (alle TLL) und Karen Schubert (BIOBETH). - TLL im Auftrag des BMU. – Jena 25.5.2011 . – 52 S. unveröffentlicht

Fortschreibung des Konzeptes für eine Biogasanlage im TLPVG Buttelstedt. - Kurztitel: BGA Buttelstedt 2011, G. Reinhold. - Jena, im Mai 2011. – 24 S.

Abschlussbericht des Projektes „Nachhaltige Biogasenerzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG“ . – Endbericht (FKZ: 10NR034). – Leipzig, 2011. – 235 S.

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. - Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138), 6. Zwischenbericht, Sept. 2011

Veröffentlichungen 2012

Autor/en	Bibliographisch Beschreibung	Themennummer
Trommler, M. et al	Abschlussbericht des Projektes „Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG“. – Endbericht (FKZ: 10NR034). – Leipzig, 2011. – 235 S.	96.08
Illing, D.; Dotzauer, M.; Reinhold, G.	Vermarktung von Biogasstrom- Marktintegration von Regelenergie aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. – TLL, Nov. 1011. – 12 S.	96.08
Dotzauer, M.; Reinhold G.; Illing, D.	Stabile Stromnetze dank Biogas. – Bauernzeitung 4/2012 S. 32-33	96.08
Vetter, a.; Reinhold, G.	Energiepflanzenanbau – welche Stimuli setzt die novellierte Biomasseverordnung für den Substratanbau. - 18. Thüringer Bioenergietag, „Das EEG 2012- Chancen und Möglichkeiten für Thüringen, 28.02.2012 in Jena. – Schriftenreihe Heft 1/2012. – S. 22-35	96.08
Reinhold, G; Friedrich, E	Vergärung von Stroh - Stand und Perspektiven. - 2. Internationale Fachtagung Strohennergie Berlin, 29.3.-30.3.Tagungsband. – 2 S	96.08
Dotzauer, M.; Reinhold, G.	Stabile Netze dank Bioenergie? Bedarfsgerechte Stromerzeugung aus Biogasanlagen zur Stabilisierung immer flexiblerer Stromnetze . – Bauernzeitung Sonderheft Ratgeber Biogas. – S. 12-15	96.08
Reinhold, G	Prozesskontrolle in landwirtschaftlichen Biogas-Anlagen – Was müssen Mess- und Auswerteverfahren leisten. – Simba Workshop Biogas „Steuerung, Regelung und Simulation von Biogasanlagen. – Tagungsband 2012	96.08
Degner, Gräfe, Müller, Reinhold	4. Betriebswirtschaftliche Richtwerte der TLL. – 20 Jahre LUFA Thüringen / TLL. – Schriftenreihe Heft 3 2012. – S. 71-73	96.08
Dotzauer, M.; Reinhold, G.	AUSGANGSLAGE UND REGIONALE STANDORT-BEDINGUNGEN In: ENERGIEPFLANZEN FÜR BIOGASANLAGEN – Thüringen. – Herausg. FNR 2012. – S. 6-8	96.08
Nehring, A.; Oswald, M.; Reinhold, G.	Effiziente Nutzung von Biogasgülle und Gärresten In: ENERGIEPFLANZEN FÜR BIOGASANLAGEN – Thüringen. – Herausg. FNR 2012. – S. 57-60	96.08
Reinhold, G.; Hering, T.	Betriebswirtschaftliche Richtwerte für die Produktion von Holzhackschnitzel. - 1. Auflage, 2012 Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. - Juli 2012	96.08
Reinhold, G.	Das Endlager unter die Haube bringen. – In: top agrar Energiemagazin. – Nr. 2/2012 . – S12-12	96.08
Bärwolff, M.; Reinhold, G.; Graf, T.; Jung, L.; Vetter, A.	Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes zum Thema Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme. – Herausgeber: VAFB und Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena.. – August 2012, – 84 S.	96.08
Mumdey, A.; Zorn, W.; Reinhold, G.	Charakterisierung der Eigenschaften von Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen . – 124. VDLUFA-KONGRESS Kurzfassung der Referate, 18. - 21. September 2012 Universität Passau. – S.81	96.08
Reinhold, G. ; Mumdey, A.	Inhaltsstoffe von Biogassubstraten und Gärresten (Datenblätter) . - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, September 2012. – 12 S	
Reinhold, G.	Biogasdüngungsrechner - Anfall, Inhaltsstoffe, Kosten und Wert der Biogasgülle . – www.tll.de/ainfo . - eingestellt am 30.8.2012	96.08
Reinhold, G.; Riedel, R.; Zorn, W.; König, V.	Merkblatt Eigenschaften von Biogasgülle . - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, September 2012. – 12 S.	96.08
Reinhold, G.; Mumdey, A.	Merkblatt Inhaltsstoffe von Biogassubstraten und Gärresten (Datenblätter) . - Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft September 2012. – 8 S.	96.08

Autor/en	Bibliographisch Beschreibung	Themennummer
Reinhold, G.; Riedel, R.; Zorn, W.; König, V.	Merkblatt Einsatz von Biogasgülle. – Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, November 2012. – 12 S	96.08
KTBL Agru „Gaseinspeisung“	Biomethaneinspeisung in der Landwirtschaft- Geschäftsmodelle – Technik – Wirtschaftlichkeit. – KTBL Schrift 495. - Darmstadt, 2012. – 84 S.	96.08
Reinhold, G.	Gärrestlager unter die Haube bringen. – In: top agrar Ratgeber „Biogas Rendite steigern“ 2012. – S 64-67	96.08
Witt, J.; Thrän, D.; Rensberg, N.; Henning, C.; Naumann, K.; Billig, E.; Sauter, P.; Daniel-Gromke, J.; Krautz, A.; Weiser, C.; Reinhold, G.; Graf, T.	Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energieen-Gesetz auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. - DBFZ Report Nr.12. – Leipzig 2012. -126 S.	96.08
Autorenkollektiv	VII Düngung mit Reststoffen aus de Biogaserzeugung. – In Energiepflanzen. – KTBL Datensammlung. – Darmstadt 2012. – S287-292	96.08
Reinhold, Gerd	Güllenutzung im EEG 2012 – Ziele und Wirklichkeit. – CD zum INTERNATIONALES BAUBERATERSEMINAR 2012	96.08
Mumdey, A.; Zorn, W.; Reinhold, G.	Charakterisierung der Eigenschaften von Gärresten aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen . – 124. VDLUFA-KONGRESS 18. - 21. September 2012. - Universität Passau. -Tagungsband S.433- 427	96.08

Poster 2012

Datum	Veranstaltung	Ort	Thema / Autoren
11.04.2012	Thüringer Referratenachmittag	Jena	HYGIENISCHER STATUS DER BIOGASERZEUGUNG - ERSTE ZWISCHENERGEBNISSE / G. Reinhold und R. Neumann
18.-21.9.2012	124. VDLUFA-Kongress	Passau	EIGENSCHAFTEN LANDWIRTSCHAFTLICHER BIOGASSUBSTRATE UND GÄRRESTE A. Mumdey, W. Zorn und G. Reinhold

Vorträge 2012

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
Reinhold, G.			
19.01.2012	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
03.02.2012	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
08.02.2012	TLL	Westhausen	sechsten Biogas – Stammtisch in Nordthüringen / EEG2012 und Biogasverstromung am Markt
15.02.2012	TLL	Altengönna	Biogasstammtisch SHK / Neuheiten des EEG2012 und Biogasstrom am Markt
28.02.2012	TLL	Jena	18. Bioenergietag / Energiepflanzenanbau – welche Stimuli setzt die novelierte Biomasseverordnung für den Substrateinsatz – ökonomischen Aspekte
02.03.2012	TLL, SLAL	Großweitzschen, OT Westewitz	1. Arbeitskreis der landwirtschaftlichen Biogasanlagenbetreiber 2012 / Gülle in 75 kW-Biogasanlagen – (k)eine Chance für die ostdeutsche Landwirtschaft?

Datum	Auftraggeber	Ort	Veranstaltung / Thema
21.03.2012	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
21.03.2012	TLL, DBFZ, FNR	Leipzig	Workshop „Flächenerhebung für die Biogasproduktion in Deutschland“/ Ermittlung des Wirtschaftsdünger- und Flächeneinsatz für BGA in Thüringen
26.03.2012	TLL	Jena	Fachgespräch Energiepflanzen/NAWARO / Dauerkulturen und Exoten im Energiepflanzenanbau
30.03.2012	TLL, FNR	Berlin	2. Internationale Fachtagung Strohenergie / Vergärung von Stroh - Stand und Perspektiven
11.04.2012	TLL, LTKT	Jena	Thüringer Referatenachmittag „Biogasanlagen – ein Segen für den Landwirt oder ein Fluch für den Tierarzt?“ / / Funktionsweise von Biogasanlagen – Basics für den Tierarzt
13.04.2012	TLL	Stadtroda	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
17.04.2012	Simba Workshop	Weimar	SIMBA Biogas-Workshop / Prozesskontrolle in landwirtschaftlichen Biogas-Anlagen – Was müssen Mess- und Auswerteverfahren leisten?
11.06.2012	Verband der Landwirtschaftskammern, TLMNFUN,	Pfiffelbach	INTERNATIONALES BAUBERATERSEMINAR 2012 / Güllennutzung im EEG 2012 – Ziele und Wirklichkeit
18.06.2012	Verband der Landwirtschaftskammern, TLMNFUN,	Pfiffelbach	INTERNATIONALES BAUBERATERSEMINAR 2012 / Güllennutzung im EEG 2012 - Perspektiven für die BGA's
29.08.2012	SLAL	Trossin	Energiepflanzen für die Biogasproduktion/ Potenziale und Wirtschaftlichkeit von Stroh als Substrat in Nassvergärungsanlagen
26.09.2012	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
10.10.2012	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
05.11.2012	Fachgespräch Energiepflanzen	Jena	Fachgespräch Energiepflanzen / NAWARO Thema: Effiziente Nutzung biogener Wärmequellen/ Wärmepotential Landwirtschaftlicher Biogasanlagen
06.11.2012	TLL, TBV, FvBiogas	Jena	Biogas - Fachtagung Thüringen 3 / 2012 (Ökonomie landwirtschaftlicher BGA) / Ökonomische Perspektiven von Biogas
19.11.2012	TLL	Jena	Fachgespräch 620 / Inhaltsstoffe von Gärresten und deren Wirkung als Dünger
23.11.2012	TLL	Köllitsch	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Prozessoptimierung in Biogasanlagen und Störfallmanagement
06.12.2012	TLL	Iden	Drei-Länder-Projekt Biogasschulung / Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung
07.12.2012	TLL	Jena	Fachgespräch ADM / Ergebnisse des Biogas- Monitoring 2012
14.12.2012	TLL, VAFB	Jena	Jahresabschlussveranstaltung / Biogas – die Betonkuh des Ostens
20.12.2012	TLL	Domburg	Fachgespräch KUP / Ökonomie KUP

Interview 2012

Tag	Org.	Name	Erschienen /Anlass
19.06.2012	Sächsische Zeitung	Frau Wendt	
29.03.2012	Online Magazin Herd- und-Hof (ISSN 1866-0630)	Thomas Krieg	2. Internationale Fachtagung Stroheergie Berlin, 29.3.-30.3.
25.10.2012	Freier Journalist	Herr Rudolf	Trend oder Lückenbüser –Repowering. - Biogas spezial . – Beilage zur nl. 12/2012. – S.33-36
05.11.2012	Freier Journalist	Dietrich von Richthofen	FNR Broschüre

Gutachten/Stellungnahmen 2012

Datum	Auftraggeber	Gutachten
14.05.2012	Umweltbundesamte	Gutachten im Auftrag des zum Thema Gewässerrandstreifen als Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme
15.11.2012	TMLNU	Stellungnahme zum Bericht: „Untersuchung zu Möglichkeiten der Kofermentation von Rindermist mit nachwachsenden Rohstoffen“ erstellt durch: BTN Biotechnologie Nordhausen GmbH (Prof. Vollmer)
21.11.2012	TMLNU	Stellungnahme zum Antrag des Landes Brandenburg zur Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie Industrieemission ... (4. BIMSCH V) auf der 798 Sitzung des Ausschusses für Agrarpolitik und Verbraucherschutz.

Veranstaltungen 2012

Datum	Veranstalter / Titel der Veranstaltung	verantwortlich in der TLL	Ort	Teilnehmer
18.-19.01.2012 und 1.02-3.02.2012	TLL, Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt / Mehrländerprojekt Biogasschulung	Reinhold / Pleßke	Köllitsch / Iden	20
08.02.2012	Biogasstammtisch Nord/ EEG 2012 und Optimierung	Reinhold	Westhausen	25
15.02.2012	Biogasstammtisch SHK/ EEG 2012 – Veranlassung, Ziele und Lenkungsmöglichkeiten	Reinhold	Golmsdorf	20
22.03.2012	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung Regelenergie	Reinhold	Dernbach	80
23.03.2012	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung Regelenergie	Reinhold	Werther	85
11.04.2012	Tierärztekammer Thüringen, TLL / Referatenachmittag	Reinhold	Jena	95
05.07.2012	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung Sicherheit	Reinhold	Bösleben	100
06.11.2012	TLL, TBV, FvBiogas / Biogasfachtagung Ökonomie	Reinhold	Jena	100

Betreuung Diplomarbeiten 2011

Thema der Arbeit	Name	FHS / Uni	Betreuer / Ref.	zugeordnetes Forschungsthema
Auswirkungen der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung auf die Substrateigenschaften	Mundey	FH Jena	Reinhold	

Forschungsberichte 2011

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. - Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138), 6. Zwischenbericht, März 2012

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse (FZK: 03MAP138) Endbericht zur EEG-Periode 2009 bis 2011. - März 2012 In Kooperation mit: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Mitarbeit in Gremien

DLG

- Arbeitskreis Biogas
- Betriebszweiganalyse Biogasanlagen

KTBL

- Mitglied Arbeitsgemeinschaft Energie
- Mitglied Arbeitsgruppe Störfälle in BGA
- Vorsitzende der Arbeitsgruppe Gaserträge
- Mitglied Arbeitsgruppe Gaseinspeisung
- Mitglied der Arbeitsgruppe EEG
- Mitglied Arbeitsgruppe Bundeswettbewerb