



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

AUSWIRKUNGEN DER NOVELLIERUNG DES ERNEUER- BARE-ENERGIEN-GESETZES AUF DIE LANDWIRTSCHAFT IN DEUTSCHLAND

Horst Gömann¹, Peter Kreins¹, Julia Münch¹ und Ruth Delzeit²

¹ Institut für Ländliche Räume, von Thünen-Institut, Braunschweig

² Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik, Universität Bonn

horst.goemann@vti.bund.de



*Vortrag anlässlich der 50. Jahrestagung der GEWISOLA
„Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Politikanalyse“
Braunschweig, 29.09. – 01.10.2010*

Copyright 2010 by authors. All rights reserved. Readers may make verbatim copies of this document for non-commercial purposes by any means, provided that this copyright notice appears on all such copies.

AUSWIRKUNGEN DER NOVELLIERUNG DES ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZES AUF DIE LANDWIRTSCHAFT IN DEUTSCHLAND

Zusammenfassung

Die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahre 2008 beinhaltete die Einführung eines Bonus für kleinere Biogasanlagen, die einen Substratanteil von mind. 30 % Gülle einsetzen. In diesem Beitrag werden die Auswirkungen der EEG-Novellierung auf die Landwirtschaft mit Hilfe des regionalen Agrarsektormodells RAUMIS und des Standortmodells ReSI-M im Jahr 2020 untersucht. Nach den Modellanalysen führt die Gewährung des Gülle-Bonus' gegenüber einer Referenzsituation mit dem EEG 2004 einerseits zu der gewollten Zunahme der Gülleverwendung in der Biogaserzeugung. Andererseits resultieren auch deutlich höhere Energiemaispreise, die eine nochmalige Ausweitung des Energiemaisanbaus auf rund 2 Mio. ha induzieren. Um negative Folgeeffekte einer drastischen Ausdehnung des NawaRo-Anbaus zu vermeiden, ist die Ausgestaltung des Güllebonus beispielsweise dahingehend anzupassen, dass nur der auf Gülle einfallende Strom eine Bonusvergütung erhält.

Keywords

Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG 2009, Energiemais, Agrarsektormodell, Landnutzung, RAUMIS, Gülle, Biogas, Gülle-Bonus

1 Einleitung

Erneuerbare Energien spielen eine immer bedeutender werdende Rolle. Sie sind ein wichtiger Bestandteil in allen Klimaschutz- und Energieversorgungszenarien. Nach europäischen Vorgaben sollen bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 20 % reduziert, die Energieeffizienz um 20 % gesteigert und der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch auf 20 % erhöht werden. Darüber hinaus sollen Biokraftstoffe 10 % am gesamten Diesel- und Benzinverbrauch in der EU stellen. In Deutschland wird eine Erhöhung des Stromanteils aus erneuerbaren Energien auf 30 % bis 2020 und eine Erhöhung der Wärmeerzeugung auf 14 % angestrebt (BMU, 2008a, BMU, 2009a). Gefördert werden die erneuerbaren Energien unter anderem durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Das EEG hat mit seiner ersten Novellierung im Jahr 2004 einen regelrechten Biogasboom ausgelöst. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wie Energiepflanzen und tierischen Exkrementen wurde ab diesem Zeitpunkt durch Bonuszahlungen belohnt (EEG, 2004). Dies machte besonders den Anbau von Energiepflanzen interessant, die sich durch eine hohe Energieausbeute pro Masse auszeichnen. Waren vor 2004 in Biogasanlagen hauptsächlich landwirtschaftliche Reststoffe oder Abfälle verwendet worden, so verschob sich dieser Schwerpunkt in den folgenden Jahren auf den Einsatz von Energiepflanzen. Unter diesen dominierte als Substrat Silomais, da die Landwirte damit schon Erfahrung damit hatten, er am günstigsten zu produzieren und auch züchterisch erprobt war. Bei der Vergärung ist vor allem die Masse an kohlenstoffreichem Pflanzenmaterial entscheidend für die Energieausbeute; daher ist die vermehrte Züchtung spezieller Energiemaisarten in den nächsten Jahren zu erwarten (LfL, 2008), so dass sich Energiemais zukünftig vom Anbau von Futtermais hinsichtlich des Ertrages und des Vorleistungseinsatzes unterscheiden wird. Angesichts des erst im Jahr 2004 eingeführten Maßnahmenpaketes dürften die Anpassungen daran in der sich neu etablierenden Biogasbranche (einschl. der Landwirtschaft) noch nicht abgeschlossen sein.

Vor diesem Hintergrund brachte die erneute Novellierung des EEG im Jahre 2008, dessen Regelungen seit dem 1.1.2009 in Kraft sind (EEG, 2009), zahlreiche Änderungen mit sich. Durch einen neu eingeführten so genannten Güllebonus wird z. B. für die Verwendung von Gülle in Biogasanlagen ein Anreiz gegeben, und darüber hinaus die Wettbewerbsfähigkeit sonstiger Biomassesubstrate - wie beispielsweise Energiemais - insbesondere in kleineren Biogasanlagen gestärkt. Anlagenbetreiber sind damit in der Lage, für das restliche Substrat, z. B. den Mais, einen höheren Preis zu zahlen, wenn sie Gülle verwenden, so dass eine Ausdehnung des Energiemaisanbaus zu erwarten ist. Der Biogasverband e.V. prognostiziert für 2009 eine Zunahme der Biogasanlagen auf ca. 4.800 Anlagen mit einer geschätzten elektrischen Leistung von 1.600 MW (FACHVERBAND BIOGAS, 2010).

Die Förderung des NawaRo-Anbaus wirkt sich auf die Landnutzung und Umwelt aus; bereits durch die Maßnahmen des EEG 2004 wurde ein spürbarer Anstieg der Landnutzungsintensität und -konkurrenz mit Konsequenzen für die natürlichen Ressourcen festgestellt (PETERS ET AL., 2008). Mit dem EEG 2009 kommt eine weitere substanzielle Förderung hinzu. Aufgrund der heterogenen Standortbedingungen ist zu erwarten, dass sich die Maßnahmen des EEG 2004 und EEG 2009 regional sehr unterschiedlich auswirken. So ist zusätzlich zu den heterogenen natürlichen Anbaubedingungen die regionale Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe von Bedeutung, durch die beispielsweise das Gülleaufkommen determiniert wird, das potenziell für die Biogasproduktion verwendet werden kann. Darüber hinaus bedingen hohe Transportkosten des Energiemaisses, dass auch die Nachfrage nach Energiemaissubstrat von regionalen Standortbedingungen abhängt.

Quantitative Abschätzungen zu den regionalen Auswirkungen des EEGs auf die landwirtschaftliche Landnutzung, Produktion, Einkommen sowie die Umwelt stellen für den politischen Entscheidungsträger eine wichtige Grundlage zur Weiterentwicklung des EEGs dar. Diese Informationen bereitzustellen, ist das Ziel dieses Beitrags. Dazu wurde das Regionalisierte Agrar- und UmweltInformationssystem RAUMIS (HENRICHSMEYER ET AL., 1996) mit dem Regionalen Standort-Informationssystem für Mais ReSI-M gekoppelt.¹

Der Beitrag ist wie folgt gegliedert: An die Einleitung schließt sich ein Überblick über die Modelle RAUMIS und ReSI-M und deren Kopplung an. Kapitel 3 widmet sich der Beschreibung der Referenzsituation und der analysierten Szenarien. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse präsentiert und diskutiert und im Kapitel 5 Schlussfolgerungen gezogen.

2 Methodik zur integrierten Abbildung der regionalen Potenziale des Angebots von und der Nachfrage nach Energiemais

Die Modellierung des regionalen Angebotspotenzials für Energiemais erfordert eine simultane Berücksichtigung aller um knappe Produktionsfaktoren konkurrierenden Verfahren in der Landwirtschaft. Dies erfolgt in RAUMIS, über das zunächst ein kurzer Überblick gegeben wird. Anschließend wird die Abbildung des Nachfragepotenzials nach Energiemais seitens der Biogasproduktion durch das ReSI-M erläutert, um schließlich die Kopplung von RAUMIS mit ReSI-M vorzustellen.

2.1 Überblick über RAUMIS

Das partielle Angebotsmodell RAUMIS bildet den deutschen Agrarsektor mit einem Prozessanalyseansatz regional differenziert ab. Die landwirtschaftliche Produktion sowie der dazu erforderliche Input werden durch rund 40 Aktivitäten und über 50 Produkte dargestellt. Das Modell ist in enger Anlehnung an die offizielle landwirtschaftliche Gesamtrechnung (LGR)

¹ Die Kopplung der beiden Modelle erfolgte im Rahmen des Projektes „Nachwachsende Rohstoffe und Landnutzung – Integration der Bioenergie in ein nachhaltiges Energiekonzept“ (NaRoLa). Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms „Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit“ gefördert (Förderkennzeichen: 01UN0611B).

konzipiert und entspricht den Regeln und Definitionen des „Europäischen Systems Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen“ (ESVG) (EUROSTAT, 1989). Auf der Grundlage einer geschlossenen und konsistenten Datengrundlage werden 326 so genannte „Modellregionen“ unterschieden, die auf einer Zuordnung der meisten der kreisfreien Städte zu benachbarten Landkreisen basieren.²

Im Hinblick auf das Angebotsverhalten der Landwirtschaft wird Gewinnmaximierung unterstellt, wobei optimale Produktionsstrukturen in den Modellregionen im Rahmen eines Positiv Mathematischen Programmierungsansatzes (PMP) (HOWITT, 1995) bestimmt werden.

Bei Wirkungsanalysen unterschiedlicher Rahmenbedingungen wird in RAUMIS ein komparativ-statischer Ansatz verfolgt. In einem ersten Schritt werden die für das Zieljahr geltenden Produktionsalternativen und Restriktionen definiert sowie die PMP-Terme fortgeschrieben. Die Spezifizierung nicht optimierungsendogener Variablen basiert auf Trendfortschreibungen von Ertrags- und Inputkoeffizienten, Kapazitäten sowie auf exogenen Informationen, beispielsweise Preisen bzw. Preisindizes aus anderen Modellen (wie CAPRI und AGMEMOD) oder von Marktexperten, z. B. BMELV, vTI. Die Anpassung der optimalen speziellen Intensität der Pflanzenproduktion orientiert sich an geänderten Produkt-Faktorpreisrelationen.

Viele der in RAUMIS integrierten Anbauverfahren produzieren Biomasse, die sowohl als Nahrungs- und Futtermittel dienen als auch energetisch genutzt werden kann. Eine Differenzierung der Verfahren bezüglich der Verwendung ihrer Produkte war bislang nicht erforderlich. Beim so genannten Energiemais für die Biogasproduktion sind die Anforderungen jedoch andere als beim „Silomais“, der als Grundfutter dient, so dass zunehmend spezielle Energiemaissorten gezüchtet werden. Daher wurde auf der Grundlage des Silomaises ein Verfahren Energiemais in RAUMIS integriert (GÖMANN, KREINS & BREUER, 2007) und in Nutzungskonkurrenz zu anderen landwirtschaftlichen Verfahren gestellt. Zur Bestimmung des Vorleistungseinsatzes (z. B. Saatgut, Düngung, Pflanzenschutzmittel, Maschinen, usw.) wurden die funktionalen Beziehungen vom Silomaisverfahren verwendet, ebenso die regionale Ertragsdifferenzierung. Beim Ertragsniveau wird von einer stärkeren Differenzierung zwischen Silomais- und Energiemaissorten ausgegangen. Für den Silomais wird ein jährliches Ertragswachstum von 0,8 %, für den Energiemais um 1,7 % unterstellt.

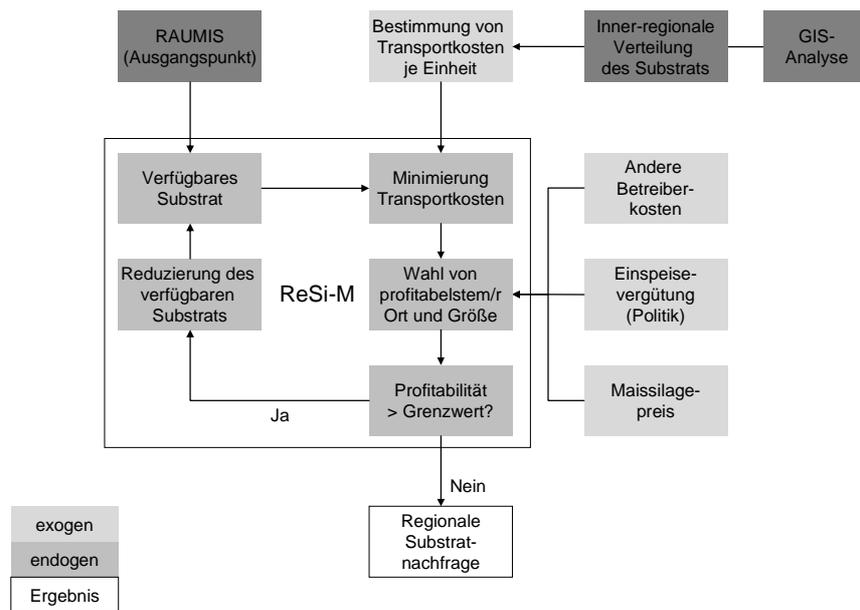
Entscheidend für das simulierte Anpassungsverhalten der Landwirtschaft in Bezug auf die regionalen Anbauumfänge des Energiemaises ist der Verlauf der Grenzkosten, die im nicht-linearen Programmierungsmodell RAUMIS durch die oben genannten PMP-Terme abgebildet werden. Sie werden in der Regel aus ex-post Analysen und Basisjahrkalibrierungen abgeleitet und repräsentieren in aggregierter Form unterschiedliche Effekte wie beispielsweise nicht lineare Produktionsfunktionen, Heterogenität der Standortbedingungen innerhalb der als homogen betrachteten Modellregion sowie Fruchtfolgeeffekte und Risikoaversion (CYPRIS, 2000).. In der Summe führen diese Effekte zu steigenden Grenzkosten. Informationen zu regionalen Anbauentwicklungen des Energiemaises, die zur Ableitung von Grenzkostenfunktionen genutzt werden könnten, sind zur Abschätzung zukünftiger Anbauumfänge nur bedingt belastbar, da das Verfahren erst seit 2004 etabliert ist.

Zur Modellierung des erwartbaren Anbauumfangs mit RAUMIS wird Energiemais als eine Marktfrucht eingestuft, für die ähnliche Produktionsbedingungen gelten wie beispielsweise für Getreide und Ölsaaten, und die daher einen vergleichbaren Anstieg der Grenzkosten aufweist. Aus diesem Grund wurden die PMP-Terme des Energiemaisverfahrens für eine Modellregion jeweils aus einem mit den Anbauflächen gewogenen Durchschnitt der PMP-Terme der vier bedeutendsten Ackerbauverfahren (ohne Hackfrüchte und Gemüse) berechnet.

² Beim Konzept des Regionshofes wird die gesamte Produktion einer Region als ein Betrieb aufgefasst und implizit völlige Produktionsfaktormobilität innerhalb der Region unterstellt. Das Anpassungsverhalten von Betrieben in der Region kann mehr oder minder stark vom dargestellten Regionsdurchschnitt abweichen, woraus ein gewisser Aggregations- bzw. Disaggregationsfehler resultiert.

2.2 Überblick über ReSI-M

Zur Ermittlung des regionalen Maisnachfragepotenzials für die Biogaserzeugung wurde am Institut für Lebensmittel- und Ressourcenökonomik an der Universität Bonn das Modell ReSI-M (Regionalisiertes Standortinformationssystem-Mais) entwickelt. Ziel des Modells ist, die potenzielle Maisnachfrage seitens Biogasanlagen durch eine Kopplung an RAUMIS in die Simulation von Landnutzungsänderungen einzubeziehen. Unter der Annahme eines gewinnmaximierenden Investors bestimmt das Modell sequenziell für verschiedene Maispreise Größe und Anzahl von Biogasanlagen auf Landkreisebene (vgl. Abbildung 1). Angelehnt an Einspeisevergütungen des EEGs kann zwischen vier Anlagengrößen (150, 500, 1000 und 2000 kW_{el}) mit unterschiedlichen Substratanteilen von Mais und Gülle gewählt werden. Eine detaillierte Modellbeschreibung kann Delzeit et al. (im Druck) entnommen werden.



Quelle: Delzeit et al. (2009)

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Aufbaus von ReSI-M

ReSI-M verwendet wichtige regionale Einflussfaktoren und deren Interaktionen. Dazu liefert eine Analyse anhand eines Geographischen Informationssystems (GIS) Daten über die Möglichkeiten, Wärme zu nutzen sowie aufbereitetes Biogas in das Erdgasnetz einzuspeisen. Außerdem wurden verdichtete Landkreise identifiziert. Des Weiteren wird die Verfügbarkeit von Rohstoffen berücksichtigt. So bestimmen die Verfügbarkeit, Erträge und die Verteilung landwirtschaftlicher Nutzfläche Transportkosten von Mais. Daten über verfügbare Güllemengen stammen aus einer Simulation von RAUMIS. Neben diesen regional unterschiedlichen Parametern beinhaltet das Modell weitere Faktoren wie Einspeisevergütungen, Produktions- und Weiterverarbeitungskosten.

In diesem Beitrag wird mit ReSI-M das Nachfragepotenzial für Szenarien der Novellierung des EEG 2004 bzw. EEG 2009 berechnet, wobei jeweils der Rohstoffbedarf bestehender Biogasanlagen berücksichtigt ist.

2.3 Kopplung von RAUMIS mit ReSI-M

Die Kopplung der Modelle zur Abbildung regionaler Märkte für Energiemais erfolgt in einem iterativen Prozess. In einem ersten Schritt werden mit RAUMIS für spezifische Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Baseline, für unterschiedliche Energiemaispreise die jeweiligen Produktionsmengen ermittelt. Aus diesen Preis-Mengen-Beziehungen werden regionale

Angebotspotenzialfunktionen für Energiemais abgeleitet. In einem zweiten Schritt werden aus dem Verlauf der Angebots- und Nachfragepotenziale die Gleichgewichtspreise und –mengen für das Energiemaissubstrat berechnet. In einem dritten Schritt gehen die regionalen Gleichgewichtspreise bei einer abschließenden Simulation als exogene Größen in RAUMIS ein, um die Anpassungen der Landwirtschaft insgesamt zu ermitteln.

3 Szenarien

3.1 Referenzszenario

Das Referenzszenario (Referenz) basiert auf der vTI-Baseline für den deutschen Agrarsektor (OFFERMANN ET AL., 2010), die für die Analysen in diesem Beitrag bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben wird. Als Basisjahr dient der Durchschnitt aus den Jahren 2005-2007. Der agrarpolitische Rahmen ist durch die im Health Check (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2009) beschlossenen Maßnahmen gegeben, deren Beibehaltung bis zum Jahr 2020 unterstellt wird. Wichtig für die Produktionsentscheidungen und Anbau-Allokation ist, dass die Direktzahlungen an die Landwirtschaft entkoppelt sind, keine Flächenstilllegungsverpflichtungen bestehen, die Zuckerquote beibehalten wird, während die Milchquote zum Jahr 2015 wie beschlossen ausläuft. Es wird von einem langfristigen Anstieg der Agrarpreise für pflanzliche Produkte ausgegangen. Allerdings werden auch Preise für landwirtschaftliche Betriebsmittel, getrieben von einem steigenden Ölpreis deutlich zunehmen, wenn der Trend der letzten Jahre fortgesetzt wird (OFFERMANN ET AL., 2010).

Die Förderung von Energiepflanzen im Rahmen des EEG 2004 ist Bestandteil des Referenzszenarios. Durch die hohen garantierten Stromeinspeisevergütungen konnten bisher Ankaufspreise für Energiemais frei Siloplatte zwischen 24-28 Euro/t (mit 30 % Trockensubstanz in der Frischmasse) gezahlt werden.³ Aufgrund von Effizienzsteigerungen durch technischen Fortschritt bei den Biogasanlagen wird trotz sinkender garantierter Stromeinspeisevergütung und steigender Getreidepreise ein weitgehend konstantes Preisniveau im Referenzszenario bis 2020 unterstellt. Zur Darstellung der Effekte der Kopplung von RAUMIS mit ReSI-M wird zunächst ein einheitlicher Energiemaisspreis unterstellt. Es wird ein in der oben genannten Spanne mittleres Preisniveau von 25,5 Euro/t Substrat gewählt, zu dem Energiemais völlig elastisch nachgefragt wird (Referenz). Anschließend werden die in der Kopplung RAUMIS mit ReSI-M ermittelten regionalen Gleichgewichtspreise verwendet und ein modifiziertes Referenzszenario berechnet (Referenz*). Das Referenzszenario dient in der komparativstatischen Analyse als Vergleichssituation zur Darstellung der Auswirkungen der im Folgenden kurz skizzierten Novellierungen des EEG 2009 auf die Landwirtschaft (EEG 2009).

3.2 EEG 2009

In dem seit 2009 geltenden EEG sind einige Veränderungen in den Einspeisevergütungen gegenüber 2004 vorgenommen worden. Insbesondere sind die Vergütungssätze für Kleinanlagen erhöht worden, während die Sätze für Anlagen über 150 kW elektrischer Leistung abgesenkt wurden. Neu ist der sogenannte Güllebonus, der besagt, dass bei einem Anteil von mindestens 30 % Gülle am Substrat (Masse) der gesamte aus dem Substrat gewonnene Strom pro Kilowattstunde bis zu 150 Kilowatt mit 4 Eurocent, darüber hinaus bis zu 500 Kilowatt immerhin noch mit 1 Eurocent vergütet wird. Die Vergütung gilt nur bei direkter Nutzung von Biogas, nicht bei einer Aufbereitung zu Biomethan. Das regionale Gülleaufkommen wird durch die neue Regelung zu einem entscheidenden Faktor der Wettbewerbsfähigkeit der Bio-

³ Erhebungen für Energiemaisspreise gibt es derzeit noch nicht. In der Praxis werden die Auszahlungspreise für den Gärrohstoff in der Regel von den Opportunitätskosten zu verdrängender Verfahren abgeleitet. In der Regel wird hierfür der Deckungsbeitrag für Winterweizen herangezogen, aus dem sich im Durchschnitt ein Substratpreis von 20 Euro/t ergibt. Hinzu kommen Häcksel- und Transportkosten zur Siloplatte von rund 6 Euro/t.

gaserzeugung und letztlich auch für die Preisbildung für Gärsubstrat aus NawaRos (vgl. Kap. 4.2). Im Folgenden wird der Begriff „Gülle“ für alle tierischen Exkremente verwendet und umfasst damit sowohl Gülle als auch Festmist.

Darüber hinaus wurde der Bonus für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) angehoben; Anlagen über 5 MW_{el} erhalten nun nur noch dann eine Vergütung, wenn der Strom in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird. Der Trockenfermentationsbonus wurde abgeschafft, da er die ausschließliche Nutzung von Energiepflanzen als Substrat beförderte. Gesondert vergütet wird nun auch die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan, in Abhängigkeit von der Kapazität der Aufbereitungsanlage und nur unter Einhaltung von gewissen Auflagen zu Methanemissionen, Stromverbrauch und Art der Bereitstellung der Prozesswärme. Der NawaRo-Bonus bleibt bestehen, allerdings wird Biogas-Strom besonders gefördert, indem in Anlagen bis 500 kW_{el} noch ein Zuschlag von 1 Eurocent pro Kilowattstunde gewährt wird.

4 Ergebnisse

4.1 Auswirkungen auf den Agrarsektor

Die erwartbare Entwicklung in der Referenzsituation bis zum Zieljahr 2020 wurde mit Hilfe von RAUMIS in einem Basislauf abgeleitet. Dabei ist der erwartete kontinuierliche Anstieg der Agrarpreise bis zum Zieljahr 2020 ein wichtiger Einflussfaktor. Ausgehend von einem im Vergleich zur Periode 1996 bis 2005 relativ hohen Agrarpreisniveau im Mittel der drei Jahre 2005 bis 2007 steigen die Preise für Weizen um rund 15 %, für Futtergetreide um 9 % und für Ölsaaten um 33 %. Aufgrund der im Vergleich zu Getreide günstigeren Entwicklung der Ölsaatenpreise wird deren Anbaufläche von 2005/07 bis zum Jahr 2020 um rund 10 % zu Lasten von Getreide ausgedehnt. Die Zuckermarktreform sowie der Ertragsfortschritt bei Zuckerrüben führen zu einem Rückgang der Anbaufläche um rund 200.000 ha (vgl. Tabelle 1). Mit dem Auslaufen der Flächenstilllegung stehen etwa 600.000 ha für den Anbau zur Verfügung, insbesondere zu Gunsten des Energiemaisanbaus. Dieser dürfte sich im Jahr 2009 bundesweit auf etwa 600.000 ha belaufen⁴ und wird unter den Rahmenbedingungen des EEG 2004 auf knapp 1,1 Mio. ha ausgedehnt. Die Grundlage für den im Referenzszenario erwarteten Flächenumfang ist der unterstellte bundesweit einheitliche Preis für Energiemais von rund 25,5 Euro/t Substrat (vgl. Kap. 3.1).

Die simultane Berücksichtigung von regional differenzierten Preisen für Energiemais, die aus der Kopplung von regionalen Nachfragepotenzialen aus ReSI-M und Angebotspotenzialen für Energiemais entstehen, führen im Szenario Referenz* im bundesweiten Durchschnitt zu einem um etwa 6 % höheren Energiemaispreis. Auf die regionalen Ergebnisse wird in Kap. 4.2. eingegangen. Infolge des durchschnittlich höheren Preises wird seine Anbaufläche sektoral um rund 160.000 ha bzw. 15 % gegenüber dem Referenzszenario ausgedehnt. Diese Angebotsreaktion verdeutlicht die hohe Preiselastizität des Energiemaisangebots, die aus der in Kap. 2.1 dargestellten Spezifikation der Grenzkosten für das Verfahren Energiemais resultiert. Etwa die Hälfte der Ausdehnung erfolgt zu Lasten von Getreide (vgl. Tabelle 1). Die hohe Angebotselastizität ergibt sich auch bei einem Anstieg der Agrarpreise (vgl. GÖMANN, KREINS & BREUER, 2008)

⁴ Die Anbaufläche für Energiemais von 600.000 ha wurde für das Jahr 2009 residual aus den von den statistischen Landesämtern gemeldeten Flächenumfang für Silomaisfläche in Höhe von rund 1,67 Mio. ha und dem geschätzten Flächenbedarf für Grundfutter in Höhe von knapp 1,1 Mio. ha ermittelt.

Tabelle 1: Landwirtschaftliche Landnutzung und Produktion (im Jahr 2020)

	Einheit	2005/07 abs.	Referenz ¹ abs.	Referenz* ² % vs. Ref.	EEG2009 ² % vs. Ref.
Erzeugerpreise					
Weizen	Euro / t	136	156	0.0	0.0
Sonstiges Getreide	Euro / t	123	134	0.0	0.0
Ölsaaten	Euro / t	224	303	0.0	0.0
Energiemais	Euro / t	26	26	5.5	26.2
Landnutzung					
Getreide	1.000 ha	6,704	6,234	-1.2	-7.5
Weizen	1.000 ha	3,093	2,820	-0.8	-5.8
Sonstiges Getreide	1.000 ha	3,611	3,414	-1.6	-9.0
Ölsaaten	1.000 ha	1,466	1,616	-1.8	-11.6
Hülsen- u. Hackfrüchte	1.000 ha	818	585	-0.2	-3.1
Silomais	1.000 ha	1,010	987	-0.6	-3.0
Sonst. Ackerfutter	1.000 ha	550	533	-1.6	-8.6
Energiemais	1.000 ha	370	1,073	14.9	82.9
Stilllegung	1.000 ha	727	111	-8.3	-42.0
Produktion					
Getreide	Mio. t	44.9	45.8	-1.1	-7.2
Ölsaaten	Mio. t	5.3	6.3	-1.7	-11.4
Energiemais	Mio. t	20.0	66.8	14.5	80.3

1) Mit bundesweit einheitlichem Preis für Energiemais. - 2) Mit regional differenzierten Preisen für Energiemais.

Quelle: BMELV, Stat. Jb, versch. Jgg. - Eigene Berechnungen mit RAUMIS und ReSI-M.

Die Einführung des Güllebonus für kleine Biogasanlagen ist ein zentraler Einflussfaktor im Szenario EEG 2009. Da Gülle im Vergleich zu anderen Gärsubstraten eine herausgehobene Rolle spielt, gewinnt das regionale Gülleaufkommen, auf dessen Ermittlung in Kap. 4.2 eingegangen wird, enorm an Bedeutung. Aufgrund des kontinuierlichen Abbaus der Rinderbestände (OFFERMANN ET AL., 2010), vor allem infolge steigender Milchleistung, entwickelt sich das Gülleaufkommen rückläufig. Für das Jahr 2020 wird in den Analysen ein sektorales Gülle- und Festmistaufkommen von 228 Mio. t ermittelt. Die Einbeziehung des Güllebonus in ReSI-M führt grundsätzlich zu einem Anstieg der Nachfragepotenziale für Energiemais, d. h. die Betreiber kleinerer Biogasanlagen sind wegen der höheren Einspeisepreise in der Lage höhere Preise für Energiemais zu zahlen. In der Kopplung mit RAUMIS ergibt sich ein gegenüber dem EEG 2004 mit regional differenzierten Energiemaispreisen (Referenz*) um rund 20 % höherer sektoraler Durchschnittspreis für Energiemais. Gegenüber dem Referenzszenario beträgt der erwartete Preisanstieg sogar insgesamt 26 %, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit des Energiemais gegenüber anderen Verfahren enorm gesteigert wird. Nach Analysen mit RAUMIS wird seine Anbaufläche auf knapp 2 Mio. ha bzw. um rund 83 % gegenüber dem Referenzszenario ausgedehnt.

4.2 Regionale Auswirkungen

Die regionale Verfügbarkeit von Gülle spielt für die Biogaserzeugung eine wichtige Rolle. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die potenziell erschließbaren regionalen Güllemengen. Darin spiegeln sich die regionale Verteilung der Viehbestände sowie die Betriebsstrukturen deutlich wider, wobei die viehstarken Gegenden im Nordwesten Deutschlands erwartungsgemäß die höchsten Güllemengen aufweisen. Diesen regionalen Potenzialen liegt die regionale Betriebsstruktur als zentraler und messbarer Faktor für die Erschließbarkeit der Gülle zugrunde.⁵ In einem ersten Schritt wurden die regionalen Anteile der Viehbestände differenziert nach

⁵ Dafür stand eine Sonderauswertung auf Kreisebene für das Jahr 2003 zur Verfügung (DESTATIS, 2003). Individuelle Parameter, wie beispielsweise die Aufgeschlossenheit oder Neigung einzelner Landwirte, in die Biogasproduktion einzusteigen, werden im Rahmen der Analyse nicht betrachtet.

Milchkühen, anderen Rindern und Schweinen für die ausgewiesenen Betriebsgrößenklassen ermittelt. Es wurde unterstellt, dass die Erschließung erst ab einer gewissen betrieblichen Güllemenge wirtschaftlich ist⁶ und demzufolge das Gülleaufkommen in kleineren Betrieben unberücksichtigt bleibt. Die auf diese Weise ermittelten regionalen Anteile der Gülleverfügbarkeit im Gülleaufkommen wurden auf das erwartbare Gülleaufkommen im Jahr 2020 angewendet, das aus den RAUMIS-Ergebnissen mit Hilfe von Umrechnungskoeffizienten (GÄRTNER ET AL., 2008) abgeleitet wurde. Während für die Weidehaltung von Rindern pauschal 10 % des Gülleaufkommens abgezogen wurden, wurde für Schweine und Hühner keine Freilandhaltung angesetzt. Bedingt durch die große Betriebsstruktur ist in Nord- und Ostdeutschland nur ein sehr kleiner Teil des Gülleaufkommens nicht erschließbar. Dieser Teil fällt im südlicheren Teil Deutschlands dagegen aufgrund der kleineren Betriebsstruktur höher aus.

Die Bedeutung des Gülleaufkommens für die Biogasproduktion resultiert zum einen daraus, dass Gülle vor der Novellierung des EEG im Jahr 2004 das bei weitem überwiegende Substrat für die Biogasproduktion war, so dass Biogasanlagen insbesondere in Regionen mit intensiver Viehhaltung entstanden. Aufgrund des dadurch erlangten Vorsprungs an Erfahrungen dürften diese Regionen auch Vorreiter bei der Ausdehnung des NawaRo-Anbaus für die Biogasproduktion sein. Dies zeichnet sich bereits in der regionalen Ausdehnung des Silomaisanbaus ab. Wird die oben erläuterte residuale Ermittlung der Energiemaisflächen angewendet, errechnet sich ein Anteil der Energiemaisfläche von bundesweit rund 5 % der Ackerfläche im Jahr 2009. In den vergleichsweise viehintensiven Bundesländern Niedersachsen und Schleswig-Holstein lagen die Flächenanteile mit rund 8 bzw. 6 % über dem Durchschnitt. Zum anderen

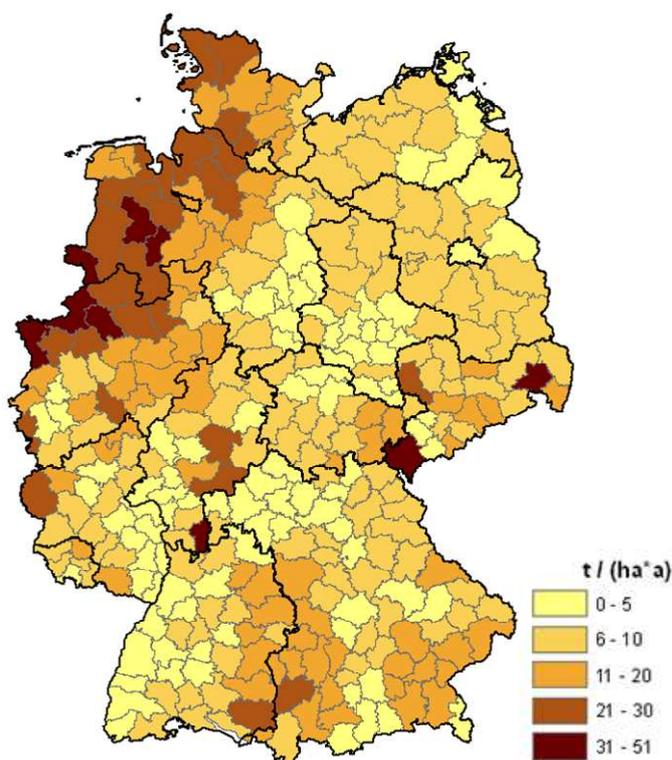
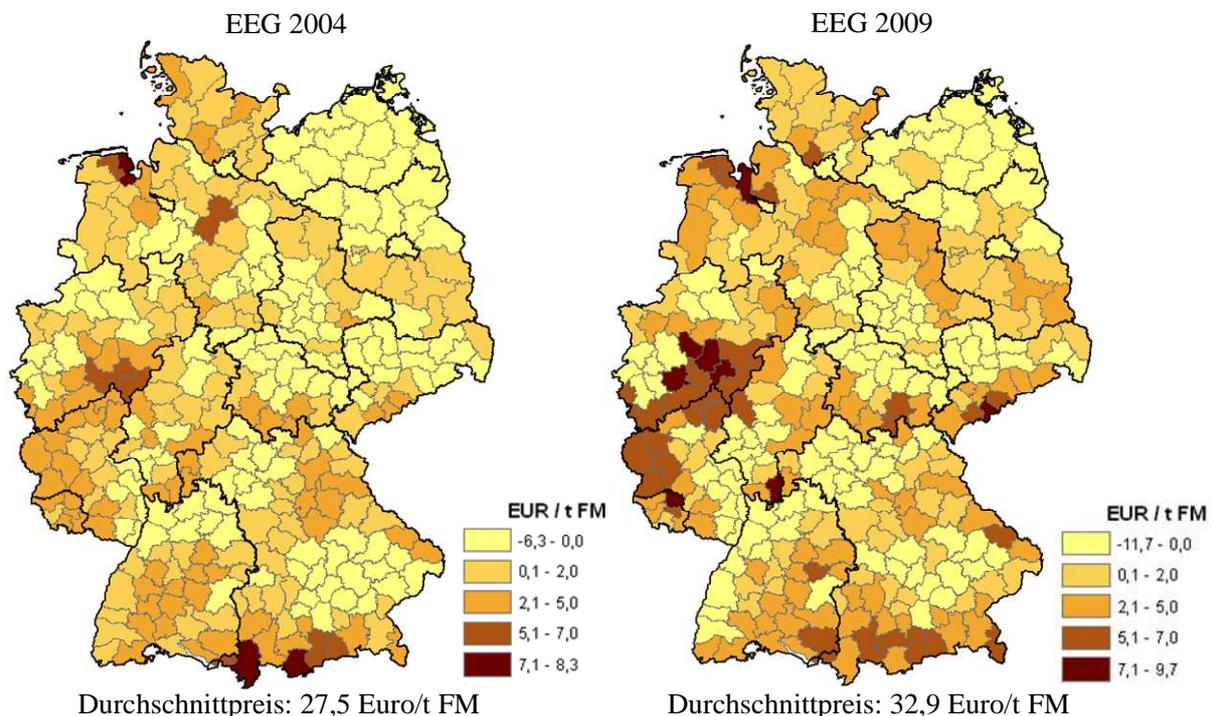


Abbildung 2: Gülleverfügbarkeit für die Biogasproduktion (t je ha LF; im Jahr 2020)

anderen macht Gülle nach wie einen großen Teil des Gärsubstrats aus. Eine Umfrage von THRÄN et al. (2009) bei Biogasanlagenbetreibern ergab, dass der Masseanteil tierischer Exkremente über 50 % am Gärsubstrat beträgt. Nach Angaben des BMU (2008b) lag der Anteil bei 41 % im Jahr 2007. Darüber hinaus nimmt die Verfügbarkeit von Gülle durch die Ausgestaltung des Güllebonus im Rahmen des EEG 2009 Einfluss auf die Preisbildung auch bei anderen Gärsubstraten wie dem Energiemais. Einen Überblick über die regionalen Preisunterschiede beim Energiemais, die sich durch die Koppelung von RAUMIS mit ReSI-M ergeben, jeweils unter den Bedingungen des EEG 2004 (Referenz*) sowie EEG 2009, zeigt Abbildung 3. Demnach ergeben sich aufgrund günstiger Produktionsbedingungen in den Ackerbaugebieten eher unterdurchschnittliche Preise und höhere Preise auf Grünlandstandorten und in Mittelgebirgsla-

⁶ In der Realität kann es sicherlich auch zu Güllieferungen kleinerer Betriebe an Biogasanlagen kommen. Dennoch wird als Mindestbestandsgröße bei Milchkühen 30 Tiere, bei anderen Rindern 50 Tiere und bei Schweinen 200 Tiere angenommen. Da Geflügel kommerziell vor allem in großen Anlagen gehalten werden, wird hier keine Differenzierung vorgenommen, sondern von 100 % Erschließbarkeit ausgegangen.

gen, in denen vermutlich die Hektarerlöse bedingt durch die geringere Erträge niedriger ausfallen.



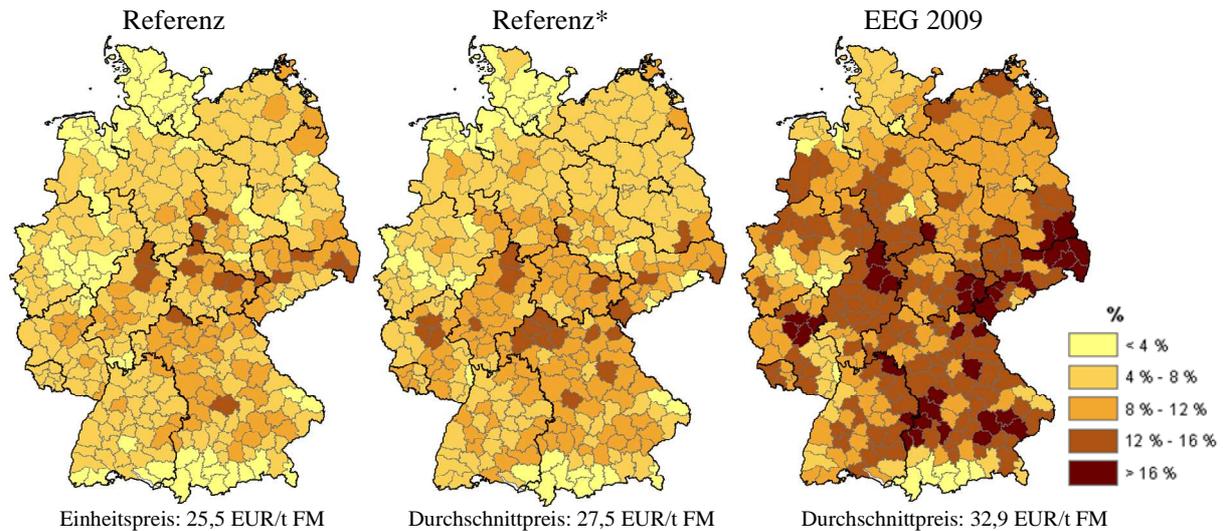
Quelle: Eigene Berechnungen mit RAUMIS und ReSI-M.

Abbildung 3: Regionale Preisdifferenzierung für Energiemais beim EEG 2004 bzw. EEG 2009 (in EUR je t FM gegenüber dem Durchschnittspreis; im Jahr 2020).

Nach den Modellergebnissen erfolgt im Referenzszenario die stärkste regionale Ausdehnung des Energiemaisanbaus auf Ackerbaustandorten in Mecklenburg-Vorpommern, Südniedersachsen bis Sachsen, der Soester Börde, der Köln-Aachener Bucht, im Kraichgau und den Bayerischen Gäuegebieten (vgl. Abbildung 4). In diesen Regionen wird den Modellberechnungen zufolge die Energiemaisfläche bei einem Preis von 25,5 Euro/t auf mehr als 10 % der LF ausgedehnt, insbesondere in den ostdeutschen Regionen, wobei dieser Indikator auch stark durch den Ackerbauanteil an der LF geprägt wird. In den westlichen Regionen ist die Landnutzung stärker durch die Viehhaltung bzw. durch einen höheren Hackfruchtanteil (z. B. Kartoffeln einschl. Gemüse und Zuckerrüben) beeinflusst, die gegenüber dem Energiemais eine höhere Wettbewerbsfähigkeit aufweisen.

Unter Einbeziehung der Nachfragepotenziale nach Energiemais ergibt sich neben einer infolge des höheren Preises allgemeinen Ausdehnung des Energiemaisanbaus eine teilweise Verschiebung der regionalen Anbauswerpunkte. Diese Verlagerung beruht im Wesentlichen auf den in ReSI-M berücksichtigten Standortfaktoren, die die Nachfrage nach Energiemais beeinflussen. Die Novellierung des EEG 2009 wird insbesondere aufgrund des Güllebonus zu einer starken Ausdehnung des Energiemaisanbaus führen. Die deutlichsten Zunahmen sind in den viehstarken Regionen mit intensiver Viehhaltung und hohem Ackerflächenanteil in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen sowie Mecklenburg-Vorpommern und Bayern zu verzeichnen. Unter der implizit in ReSI-M implementierten Annahme, dass der Güllebonus die Biogasanlagenbetreiber dazu veranlasst, bei regional limitierend wirkender Gülleverfügbarkeit nur die mindestens vorgeschriebene Güllemenge von 30 Masse-% einzusetzen und als restliches Substrat Energiemais zu verwenden, da dieser für die höhere Energieausbeute sorgt, erfolgt nach den Modellergebnissen eine nahezu flächendeckende Ausweitung der Energiemaisanbaufläche. In der Praxis könnten Anlagenbetreiber (Landwirte) den über einen Masse-

anteil von 30% hinausgehenden Gülleanfall an andere Anlagenbetreiber zu einem Preis der internen Verwertung plus einen Zuschlag verkaufen. Der aufnehmende Anlagenbetreiber zahlt diesen Preis gerne, weil er dann die gesamte Stromeinspeisung höher vergütet bekommt.



Quelle: Eigene Berechnungen mit RAUMIS und ReSI-M.

Abbildung 4: Regionale Anteile der Energiemaisfläche (in % der LF; Jahr 2020).

In den Modellanalysen sind einige Faktoren nicht berücksichtigt, welche die regionale Ausdehnung des Verfahrens beeinflussen können. Dazu zählen natürliche Anbaubedingungen, die einen umfangreichen Maisanbau beispielsweise aufgrund der Höhenlage und geringen Temperatursumme nicht zulassen. Angesichts der beachtlichen züchterischen Fortschritte dürften jedoch auch für solche Regionen zukünftig geeignete Maissorten zur Verfügung stehen, so dass die Anbaubedingungen eine weniger starke Restriktion als derzeit darstellen werden. Ferner wird unterstellt, dass bei gegebener Wirtschaftlichkeit Investoren auch bereit sind, das Risiko einer Investition in die Biogasproduktion zu tragen. Vielerorts formieren sich Widerstände in der Bevölkerung gegen die enorme Zunahme der Biogasproduktion, die eine Lärm- und/oder Geruchsbelästigung verursachen kann, was in entsprechenden kostenverursachenden Auflagen in Baugenehmigungen zum Ausdruck kommen kann.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zum Jahr 2009 wurde die Förderung der Biogasproduktion insbesondere auf kleinere Anlagen und die Verwendung tierischer Exkremente gelenkt. Ziel war unter anderem die Erschließung des vorhandenen Güllepotenzials. Für die Landwirtschaft ist der eingeführte Güllebonus interessant. Dieser sieht vor, dass der von kleineren Biogasanlagen (bis 150 kW_{el}) eingespeiste Strom zusätzlich mit 4 Eurocent je kWh vergütet wird, wenn das verwendete Gärsubstrat einen Masseanteil von mindestens 30 % Gülle aufweist. Die Auswirkungen des EEG auf die Landwirtschaft wurden mit Hilfe des Regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems RAUMIS analysiert, das mit dem Regionalisierten Standort-Informationssystem ReSI-M gekoppelt wurde. In einem komparativ-statischen Ansatz wurden die Anpassungen in der Landwirtschaft aufgrund des EEG 2009 gegenüber einem Referenzszenario, dem das EEG 2004 zu Grunde liegt, im Zieljahr 2020 verglichen.

Nach den Modellanalysen führt die Neuregelung des EEG zu einer starken Ausweitung des Anbaus von Energiemais, dem derzeit wettbewerbsfähigsten Biomasseverfahren. Ausgehend von einem geschätzten Flächenumfang von 600.000 ha für das Jahr 2009, der sich im Refe-

renzenszenario bis 2020 verdoppelt, bewirkt das EEG 2009 eine Ausweitung der Energiemaisfläche auf rund 2 Mio. ha, auf der eine Substratmenge von rund 120 Mio. t produziert wird. Aufgrund des hohen wirtschaftlichen Anreizes nimmt die Verwendung von Gülle zur Biogasproduktion wie beabsichtigt insgesamt zu. Allerdings geht der Masseanteil der Gülle am Gesamtsubstrat, der derzeit weit über den geforderten 30 % liegt, tendenziell zurück. Unter der Annahme, dass die durch das EEG 2009 gesetzte Anreizstruktur zu einem Substratverhältnis Energiemais zu Gülle von 70 zu 30 führt, würden lediglich 51 Mio. t Gülle für zur energetischen Nutzung erschlossen. Grob gerechnet könnten etwa 48 TWh Strom pro Jahr produziert werden, was einem Anteil von 7,7 % des antizipierten Gesamtbruttostromverbrauchs im Jahre 2020 (BMU, 2009b) bedeutet, der allerdings im Wesentlichen (7,3 %) der Ausbeute aus dem Energiemais zu verdanken ist. Nicht berücksichtigt wurden die positiven Effekte der Wärmegewinnung, die sich ebenfalls ergeben würden. Allerdings bleiben ca. 78% des potenziell energetisch nutzbaren Gülleaufkommens von rund 230 Mio. t ungenutzt. Dieses Potenzial zu aktivieren, sollte ein Ziel des EEG sein.

Auf der einen Seite können die daher Vorteile, die sich durch Verwendung von Gülle und Festmist ergeben, realisiert werden. Für den Klimaschutz wirkt sich eine zwischengeschaltete energetische Verwertung uneingeschränkt positiv aus, da Gülle als Koppelprodukt der Tierhaltung ohnehin anfällt. Eine Aktivierung des gesamten Güllepotenzials könnte 2 % des prognostizierten Gesamtbruttostromverbrauchs in Deutschland im Jahr 2020 abdecken. Zum zweiten stehen Wirtschaftsdünger als Reststoffe nahezu kostenlos zur Verfügung und können daher eventuell Schwankungen bei Energiepflanzenpreisen ausgleichen. Zum dritten wirkt Gülle in Biogasanlagen prozessstabilisierend und kann durch Synergieeffekte in Mischsubstrat zu höheren spezifischen Gaserträgen führen, als das bei einer Monovergärung möglich ist. Auf der anderen Seite lässt das EEG 2009 nach den Analysen einen nochmalig deutlichen Anstieg der Energiemaisproduktion erwarten, mit allen problematischen Begleiterscheinungen. Diese reichen von der Verdrängung traditioneller Anbauverfahren für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion über den verstärkten Anreiz zum Grünlandumbruch bis hin zu negativen Folgen für die Biodiversität, insbesondere in Regionen die bereits durch einen hohen Maisanteil in der Fruchtfolge geprägt sind.

Zur Erreichung eines höheren Anteils der Gülleverwendung in der Biogasproduktion, ohne gleichzeitig eine deutliche Ausdehnung des NawaRo-Anbaus auszulösen, bedarf es einer Modifikation der Ausgestaltung des Güllebonus. Eine Möglichkeit ist, den Masseanteil der Gülle am Gärsubstrat zu erhöhen, so dass die regionale Gülleverfügbarkeit stärker zum begrenzenden Faktor wird. Allerdings würde dadurch das Problem in Regionen mit intensiver Viehhaltung nur graduell entschärft. Eine andere Möglichkeit ist es, nur den auf Basis von Gülle gewonnenen Strom höher zu vergüten, so dass kein zusätzlicher Anreiz besteht, den NawaRo-Anbau auszudehnen.

Literatur

- BMU (2009a): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung. http://www.erneuerbare-energien.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_bf.pdf (Zugriff im Oktober 2009).
- BMU (2009b): Leitszenario 2009 - Kurzfassung. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitszenario2009_kurzfassung_bf.pdf (Zugriff im Februar 2010).
- BMU (2008a): Nitsch J.: Leitstudie 2008 – Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2008.pdf> (Zugriff im Oktober 2009).

- BMU (2008b): Vogt R. & 17 weitere AutorInnen: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland. Verbundprojekt gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Durchgeführt vom IFEU, Öko-Institut, Fachhochschule für Wirtschaft Berlin, TU Berlin, Peters Umweltplanung. Endbericht mit Materialband. <http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/BMU-Biogasprojekt%202008-Gesamtband.pdf> (Zugriff im Januar 2010).
- Council of the European Union (2009): Council Regulation establishing common rules for direct support schemes for farmers under the common agricultural policy and establishing certain support schemes for farmers, amending Regulations (EC) No 1290/2005, (EC) No 247/2006, (EC) No 378/2007 and repealing Regulation (EC) No 1782/2003. Brussels, 16 January 2009. (OR. en) Interinstitutional File: 2008/0103 (CNS) 16765/08.
- CYPRIS, CH. (2000): Positive mathematische Programmierung (PMP) im Agrarsektormodell RAUMIS. Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V. Bd. 313, zugl. Dissertation Universität Bonn, Bonn.
- DELZEIT, R., W. BRITZ AND K. HOLM-MÜLLER (2009): Modeling regional maize demand for biogas production in Germany, selected paper presented at the 8th International Conference of the European Society for Ecological Economics Biotechnical Faculty, Ljubljana, Slovenia, 29th June - 2nd July 2009
- DELZEIT, R., W. BRITZ AND K. HOLM-MÜLLER (im Druck): Modelling regional maize market and transport distances for biogas production in Germany. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V. "Agrar- und Ernährungsmärkte nach dem Boom"
- DESTATIS (2003): Sonderauswertung der regionalen Betriebsstruktur auf der Grundlage der Agrarstrukturerhebung.
- EEG (2009): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074). Online erhältlich unter: <http://www.bgblportal.de/BGBl/bgbl1f/bgbl108s2074.pdf> (28.01.2010).
- EEG (2004): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2004 (BGBl. I S. 1918), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. November 2006 (BGBl. I S. 2550). Online erhältlich unter: <http://www.bgblportal.de/BGBl/bgbl1f/bgbl104s1918.pdf> (28.01.2010).
- EUROSTAT (1989): Handbuch zur landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung, Luxemburg.
- FACHVERBAND BIOGAS E. V. (2010): Die Biogasbranche 2009. Online erhältlich unter: http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen_2009?open&l=DE&ccm=060040 (02.03.2010).
- GÄRTNER ET AL. (2008): Ökobilanzen. Materialband E. aus: Vogt R. & 17 weitere AutorInnen: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland. Verbundprojekt gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Durchgeführt vom IFEU, Öko-Institut, Fachhochschule für Wirtschaft Berlin, TU Berlin, Peters Umweltplanung. Materialband.
- GÖMANN H., KREINS P., BREUER T. (2007): Deutschland – Energie-Corn-Belt Europas? *Agrarwirtschaft* 55, Heft 5/6, 2007.
- GÖMANN H, KREINS P, BREUER T (2008) Einfluss steigender Weltagrarpreise auf die Wettbewerbsfähigkeit des Energiemaisanbaus in Deutschland. *Schr Ges Wirtsch Sozialwiss Landbaues* 43:517-527
- HENRICHSMEYER, W., CYPRIS, CH., LÖHE, W., MEUDT, M., SANDER, R., SOTHEN, F. VON, ISERMEYER, F., SCHEFSKI, A., SCHLEEF, K.H., NEANDER, E., FASTERDING, F., HELMKE, B., NEUMANN, M., NIEBERG, H., MANEGOLD, D., MEIER, TH. (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BML (94 HS 021). Vervielfältigtes Manuskript, Bonn/Braunschweig.
- LFL (2008): Energiemaisanbau – Maissorten für die Biogasanlage. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, September 2008. Online erhältlich unter: http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_32406.pdf (15.02.2010).

- OFFERMANN F., BROCKMEIER M., GÖMANN H., KLEINHANß W., KREINS P., LEDEBUR, OLIVER VON, OSTERBURG B., PELIKAN J., SALAMON P. (2010): vTI-Baseline 2009 – 2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Landbauforsch. SH 333.
- PETERS W. ET AL. (2008): Naturschutzfachliche Anforderungen an den Energiepflanzenanbau & Naturschutzfachliche Bewertung von Anbaufrüchten und-verfahren. Materialband I & J. aus: Vogt R. & 17 weitere AutorInnen: Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland. Verbundprojekt gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Durchgeführt vom IFEU, Öko-Institut, Fachhochschule für Wirtschaft Berlin, TU Berlin, Peters Umweltplanung. Materialband.
- THRÄN D. ET AL. (2009): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Zwischenbericht „Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse 2008“. Deutsches Biomasse Forschungszentrum (DBFZ), März 2009.