

## Modellierung von Angebot und Nachfrage landwirtschaftlicher Biogassubstrate – ein Ergebnisvergleich für Baden-Württemberg

Eckart Petig<sup>1</sup>, Elisabeth Angenendt<sup>1</sup> und Enno Bahrs<sup>1</sup>

**Abstract:** Die Biogasproduktion hat sich in den letzten Jahren fest im landwirtschaftlichen Sektor etabliert. Aus diesem Grund ist die Betrachtung der Biogassubstratproduktion für landwirtschaftliche Politikfolgenabschätzung notwendig, um die Nutzungskonkurrenz mit anderen landwirtschaftlichen Produktionen abbilden zu können. Hierzu können Modellansätze einen wertvollen Beitrag leisten. Im Rahmen dieses Beitrages wird ein Standortmodell für Biogasanlagen einem landwirtschaftlichem Regionalmodell gegenübergestellt, um die regionalen Angebots- und Nachfragemengen landwirtschaftlicher Biogassubstrate in Baden-Württemberg zu vergleichen. Hierdurch können die Ergebnisse eines hochaufgelösten Standortmodells auf Gemeindeebene, das aber jeweils nur den Produktionszweig der landwirtschaftlichen Biogasproduktion (Nachfrage) betrachtet, mit dem eines Regionalmodells (Angebot), das alle wichtigen landwirtschaftlichen Produktionszweige simultan aber mit niedriger regionaler Auflösung berücksichtigt, gegenübergestellt werden. Der Vergleich beider Modellergebnisse zeigt eine hohe Übereinstimmung für das Substrat Silomais in den meisten Regionen und insgesamt für Baden-Württemberg. Außerdem konnte insgesamt für Baden-Württemberg ein zusätzliches ökonomisches Biogassubstratpotential modelliert werden, das überwiegend aus Biogassubstraten von Grünland stammen würde.

**Keywords:** Biogassubstratproduktion; Agrarökonomische Modellierung; Regionalmodell

### 1 Einleitung

In den vergangenen Jahren hat sich die Biogasproduktion durch politische Förderung fest in den landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen in Deutschland etabliert. Dadurch konkurriert die landwirtschaftliche Biogassubstratproduktion mit anderen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (bspw. Nahrungs- und Futtermittel) um den knappen Faktor Boden. Um die Auswirkungen der Biogasproduktion auf die anderen landwirtschaftlichen Produktionen abbilden zu können, ist eine Betrachtung auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen notwendig [BD13]. In diesem Beitrag wird ein Standortmodell für Biogasanlagen „Biogas Biogassubstratanalyse-Tool (BSAT)“ dem landwirtschaftlichen Regionalmodell „Economic Farm Emission Model (EFEM)“ gegenübergestellt. Dadurch können sowohl standortspezifische Eigenschaften bei der Ableitung des Substratbedarfs berücksichtigt, als auch die regionale Nutzungskonkurrenz der verschiedenen Produktionszweige integriert werden. Nachfolgend werden zunächst beide Modellansätze vorge-

---

<sup>1</sup> Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre/Universität Hohenheim (410b), Schloss Osthof-Süd, 70593 Stuttgart; eckart.petig@uni-hohenheim.de

stellt und anschließend die berechnete Biogassubstratnachfrage dem modellierten Angebot für unterschiedliche Regionen in Baden-Württemberg gegenübergestellt.

## 2 Methodik

Das Basisjahr für die Betrachtung ist 2010, da EFEM die Tierzahlen und Flächenumfänge der Landwirtschaftszählung als Datengrundlage für die Modellierung benötigt. Als räumliche Auflösung für die Betrachtung in EFEM dienen die sogenannten Vergleichsgebietsgruppen (VGG) in Baden-Württemberg. Die VGG bilden die unterschiedlichen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen in Baden-Württemberg ab. In diesem Kontext ist mit den verfügbaren Daten keine höhere regionale Auflösung möglich.

### 2.1 Biogassubstratanalyse-Tool (BSAT)

Für das Basisjahr liegen die Daten von 734 georeferenzierten Biogasanlagen in Baden-Württemberg auf Gemeindeebene vor. Diese Daten bilden die Grundlage des an die Produktionsbedingungen in Baden-Württemberg angepassten Modellansatzes von Auburger et al. (2016) [Au16]. Der Modellansatz optimiert mit der Methode der linearen Optimierung und mit den Daten der Übertragungsnetzbetreiber sowie regionaler Produktionsbedingungen die Biogassubstratzusammensetzung und -menge für jede einzelne Biogasanlage. Als Zielfunktion werden die variablen Substratbereitstellungskosten unter Berücksichtigung von massebezogenen und gärbioologischen Restriktionen minimiert. Die Produktionsbedingungen beinhalten unterschiedliche Ertragsniveaus und Pachtpreise. Der Modellansatz berücksichtigt die Substrate Silomais, Winterweizen Ganzpflanzen-Silage (GPS), Zuckerrüben, Winterweizenkorn, Grassilage und Gülle. Anhand der Ergebnisse wird der Substratbedarf für die Biogasproduktion auf Gemeindeebene abgeleitet und für die Gegenüberstellung mit EFEM auf Ebene der VGG hochgerechnet.

### 2.2 Economic Farm Emission Model (EFEM)

EFEM [Kr16] ist ein landwirtschaftliches Angebotsmodell und basiert auf statisch linearer Programmierung. Die Betriebsmittel- und Erzeugerpreise sind dabei exogen vorgegeben. Ebenso die Kapazitätsgrenzen der im Modell abgebildeten Betriebe. Das Modell kann sowohl auf betrieblicher Ebene als auch auf regionaler Ebene (Bottom-up Ansatz) eingesetzt werden. Die betriebliche Ebene basiert auf typischen Betrieben, die auf Grundlage der Testbetriebsnetz-Datensätze (FADN) bestimmt werden. Die Regionalisierung erfolgt dabei durch die Hochrechnung einzelbetrieblicher Ergebnisse. Die Kapazitäten der ausgewählten typischen Betriebe bilden die Grundlage für das Betriebsstrukturmodul und erzeugen den Restriktionsrahmen des linearen Optimierungsprozesses. Zielfunktion ist die Maximierung des betrieblichen Deckungsbeitrags. Dabei werden die wichtigsten Produktionsverfahren der Tier- und Pflanzenproduktion abgebildet. Diese lassen sich hinsichtlich Erträge, Intensitäten, Leistungen und Kosten regional unter-

scheiden. Ebenso wird der Anbau der wichtigsten einjährigen Energiepflanzen wie z.B. Silomais, GPS und Grassilage als Biogassubstrat berücksichtigt. Die Preise für die Biogassubstrate werden dem Modell, basierend auf der Umfrage vom IER [In13], exogen vorgegeben. Grassilage kann aus Ackergras oder Dauergrünland produziert werden.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

In Abb. ist die berechnete Biogassubstratnachfrage (BSAT) und das modellierte Biogassubstratangebot (EFEM) der drei wichtigsten flächengebundenen Substrate in MWh (brutto) vergleichend dargestellt.

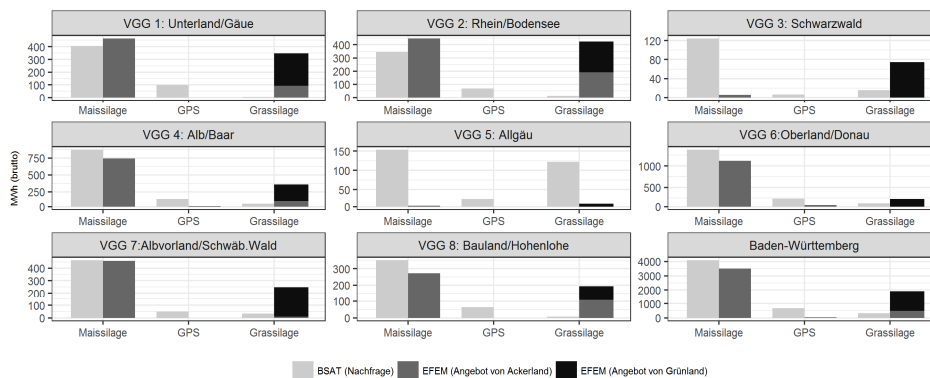


Abb. 1: Vergleichende Betrachtung des modellierten Biogassubstratangebots (BSAT) und -nachfrage (EFEM) in MWh (brutto) in den VGG in Baden-Württemberg (2010)

Die Modellergebnisse zeigen für Maissilage eine vergleichsweise hohe Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage für die meisten VGG und für Baden-Württemberg. Unterschiede gibt es bei VGG 3 und 5. Bei VGG 3 handelt es sich um eine extensive Futterbauregion, die durch einen geringen Anteil der Ackerfläche (15 % der LF) gekennzeichnet ist. Dadurch steht die Biogasproduktion in starker Konkurrenz zum etablierten Futterbau um die knappe Ackerfläche und ist unter den gegebenen Rahmenbedingungen kaum konkurrenzfähig. Grassilage von Dauergrünland als Substrat wird in dieser Region über die berechnete Nachfrage hinaus bereitgestellt. Bei VGG 5 handelt es sich um eine intensive Futterbauregion, die neben einem großen Anteil von Ackerfutter, durch eine intensive Grünlandnutzung gekennzeichnet ist. Durch die ökonomische Vorzüglichkeit des Futterbaus werden in dieser Region nur sehr geringe Mengen an Biogassubstraten produziert. Die benötigten Substrate müssen deswegen in beiden Regionen, unter anderem von Flächen aus benachbarten VGG, geliefert werden. Zu bedenken ist, dass in VGG 5 in der Praxis auch vermehrt Grassilage von minderer Futterqualität für die Biogasproduktion eingesetzt wird, die aus schlechten Erntebedingungen resultiert oder bei einem späteren Schnitzeitpunkt geerntet wurde. Qualitativ höherwertige Schnitte gehen als Futter in die Milchproduktion. Diese differenzierte Nutzung der unterschied-

lichen Schnittqualität von einer Fläche wird in EFEM bisher nicht abgebildet. Darüber hinaus ist GPS als Hauptfrucht in EFEM gegenüber den anderen Erzeugnissen nicht konkurrenzfähig. Das liegt unter anderem daran, dass bislang nicht alle Produktionsverfahren des GPS Anbaus (bspw. als Zwischenfrucht), die eine betriebswirtschaftlich vorzüglichere Anbaumethode darstellen können, in EFEM integriert sind. Dies ist bei einer Weiterentwicklung von EFEM zu berücksichtigen. Des Weiteren zeigt EFEM für Baden-Württemberg unter den Modellannahmen ein ungenutztes Substratpotential für die Biogasproduktion. Dabei handelt es sich überwiegend um Dauergrünland, das in der Realität extensiv genutzt wird und nur bedingt als Biogassubstrat genutzt werden könnte. Die Abbildung dieser Flächen ist in EFEM aufgrund der niedrigen räumlichen Auflösung nur bedingt möglich. Zwar wird der Anteil niedriger Nutzungsintensitäten infolge der Teilnahme am Agrarumweltprogramm in Baden-Württemberg und der naturräumlichen Gegebenheiten durch die Berücksichtigung der Gliederung nach VGG berücksichtigt, aber eine differenzierte Einbeziehung von speziellen Schutzgebietskategorien wie z.B. FFH Gebiete ist mit diesem Modellansatz nicht möglich. Somit überschätzt das EFEM Ergebnis die Verfügbarkeit der Grünlandfläche zur Biogasnutzung. Dies könnte durch eine Kopplung mit Landnutzungsmodellen verbessert werden. Die Weiterentwicklung und Kopplung der Modellansätze wird u. a. im Rahmen des Forschungsprogramms Bioökonomie Baden-Württemberg<sup>2</sup> für Szenarienrechnungen genutzt, die unterschiedliche Entwicklungen der Biogasproduktion und eine Ausweitung der stofflichen Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse berücksichtigt.

## Literaturverzeichnis

- [Au16] Auburger, S. et al.: Economic optimization of feedstock mix for energy production with biogas technology in Germany with a special focus on sugar beets – Effects on greenhouse gas emissions and energy balances. *Renewable Energy* 89; S. 1–11, 2016.
- [BD13] Britz, W.; Delzeit, R.: The impact of German biogas production on European and global agricultural markets, land use and the environment. *Energy Policy* 62; S. 1268–1275, 2013.
- [In13] Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER): Biogasanlagen in Baden-Württemberg. Stand der Technik, wirtschaftliche Aspekte, Klimarelevanz und Optimierungspotenziale. Ergebnisse aus einer Umfrage für das Betriebsjahr 2012, 2013.
- [Kr16] Krimly, T. et al.: Global warming potential and abatement costs of different peatland management options. A case study for the Pre-alpine Hill and Moorland in Germany. *Agricultural Systems* 145; S. 1–12, 2016.

---

<sup>2</sup> Diese Forschungsarbeit wurde durch das MWK Baden-Württemberg unterstützt.