

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 66

ERARBEITUNG EINER METHODIK ZUR ANALYSE DES BIOGASPOTENZIALS VON LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTER REGIONEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER BIOGASEINSPEISUNG IN DAS ERDGASNETZ

Bunturi Yu.V., Shestopalov O.V., Tykhomyrova T.S.
National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»

Es wurde eine Methodik zur Analyse des Biogaspotenzials von landwirtschaftlich genutzter Regionen am Beispiel Deutschlands erarbeitet. Biogas wird aus Energiepflanzen hergestellt. Biogas sollte in das Erdgasnetz eingespeist werden. Für die Einschätzung Biogases wurde Geoinformationsprogramm ArcGis verwendet. Mit Hilfe dieses Programms wurde ein Modell erstellt und ein Algorithmus entwickelt, die dank speziellen für ArcGis geeigneten Karten und Datenmaterialien über Biogasanlage ermöglichen, Biogaspotenzial einzuschätzen.

Schlagwörter: Biogas, Biogaspotenzial, Erdgas, Biogasanlagen, Geoinformationsprogramm ArcGis, Energiepflanzen.

Aufstellung des Problems. Eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien ist für den Aufbau von zukunftsfähigen Energiesystemen in Deutschland sehr wichtig. Hierbei nimmt gerade die Biomasse national wie international an Bedeutung zu, weil sie bedeutsame Potenziale aufweist, in der Regel speicherfähig ist und eine Vielzahl von unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten zulässt.

Innerhalb der Bandbreite der Biomasseoptionen wird der Energieträger Biogas bisher meist mit Bezug auf die Vergärung von Rückständen wie Gülle oder Bioabfall und die traditionelle Nutzung für eine lokale Stromerzeugung am Ort der Biogasanlage erforscht. Die Potenziale zu diesem Zweck sind aber begrenzt und entsprechend gering.

Der Anteil des Biogases aus Energiepflanzen erhöht sich im Vergleich mit dem Biogas aus Gülle. Durch die Einspeisung des Biogases ins Erdgasnetz kann man neue Verbraucher versorgen, die sich nicht mehr zwangsläufig in direkter Nähe zu einer Biogasanlage befinden müssen. Angesichts dieser Möglichkeiten nimmt das Thema Biogaseinspeisung in der deutschen Energiepolitik und Energiemarkt an Bedeutung zu.

Nach Angaben der Agentur für erneuerbare Energie rund 8.000 Biogasanlagen mit ca. 3.860 Megawatt installierter Leistung erzeugten 2014 in Deutschland rund 29 Milliarden Kilowattstunden Strom für fast acht Millionen Haushalte sowie Wärme und Kraftstoffe. Damit wurden insgesamt 16 Millionen Tonnen Treibhausgase vermieden [1]. Biogas ist ein brennbares Gas, das durch Vergärung von Biomasse entsteht. Es ist eine vielseitige erneuerbare Energiequelle, deren Potenziale man in Deutschland entdeckte. Mit Hilfe von Biogasanlagen wird Biogas nicht nur aus Abfällen, sondern auch aus nachwachsenden Rohstoffen produziert. Dazu kommt ein Begriff «Biogaspotenzial». Biogaspotenzial zeigt eine maximale Obergrenze der Energienutzung aus Biomasse auf. Deswegen ist es wichtig, die landwirtschaftliche Fläche aus nachwachsenden Rohstoffen einzuschätzen, damit man die Biogasherstellung genauer planen kann. Weil die Biogasher-

stellung einen kontinuierlichen Zustandsverlauf hat, ist es sinnvoll, Biogas nach der Aufbereitung ins Erdgasnetz einzuspeisen. Dank dem Geoinformationsprogramm ArcGis ist es möglich geworden, Biogaspotenzial grafisch darzustellen und schneller zu berechnen.

Analyse allerletzter Durchforschungen und Publikationen. Im Artikel «Flächennutzungswandel durch Biogaserzeugung» [2] werden eine systematische Auswertung des Energiepflanzenanbaus, speziell des Silomaisanbau, in Reinland-Pfalz und einigen ausgewählten Landkreisen in der Region Trier dargestellt und Zusammenhänge zur Biogaserzeugung aufgezeigt.

In anderem Artikel «Biogasaufbereitung in Deutschland und Europa – ein Blick über den Tellerrand» [3] wird die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan beschrieben. Dazu wird die Statistik über Anlagen zur Aufbereitung von Biogas zu Erdgas dargestellt.

Deutsches Biomasseforschungszentrum hat die Information über globale und regionale räumliche Verteilung von Biomassepotenzialen veröffentlicht [4].

Im Abschlussbericht des Landkreises Südwestpfalz wird über integriertes Klimaschutz- und Energiekonzept für den Landkreis Südwestpfalz berichtet [5].

In der Diplomarbeit des Institutes für physische Geographie und Landschaftsökologie Leibniz Universität Hannover wird ArcGis als geschützte Untersuchung des Pflanzenanbaus für Biogasanlagen und dessen potentieller Auswirkung auf Beschaffenheit und den Zustand von Boden und Wasser in Schleswig-Holstein durchgeführt [6].

Die wichtigste Information kommt aus der Diplomarbeit mit dem gleichen Titel wie das Thema der wissenschaftlichen Arbeit [7], wo das Ganze zusammengefasst und dank ArcGis graphisch dargestellt wird.

Darlegung des hauptsächlichen Materials. Das sind drei Teile: Methodik zur Analyse von Biogaspotenzial, ausgewählte Region in Deutschland und Geoinformationssystem ArcGis.

Methodik zur Analyse von Biogaspotenzial. Um eine Methodik zur Biogaspotenzialanalyse zu erarbeiten, müssen die landwirtschaftliche Situation (tierische Exkremente und Ernterückstände, Nachwachsende Rohstoffe, Biogaspotentiale, Stoffströme, Gaserträge und Gasqualitäten) und die Einflussfaktoren (Flächenerträge, Methanbeute, Biogasqualität und Biogasquantität, Einspeisung in das vorhandene Erdgasnetz, Standort, Betriebsform und Substrat) betrachtet werden. Dazu sollten noch Transportfähigkeit unter ökonomischen Aspekten, Eingrenzung durch äußere Bedingungen

und regionale Unterschiede der Biogaseinspeisung im Betracht genommen werden [8]. In der Tabelle 1 wird die Untergliederung des Biogaspotentials in Deutschland präsentiert.

Eine allgemeine Methodik zur Analyse des Biogaspotenzials für die beliebige landwirtschaftliche Region unter Berücksichtigung der Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz wird nach alle vorher beschriebenen Kenntnissen in Abbildung 1 zusammengefasst [7].

Um das Biogas zu gewinnen, braucht man ein Substrat aus der Landwirtschaft. Das können im

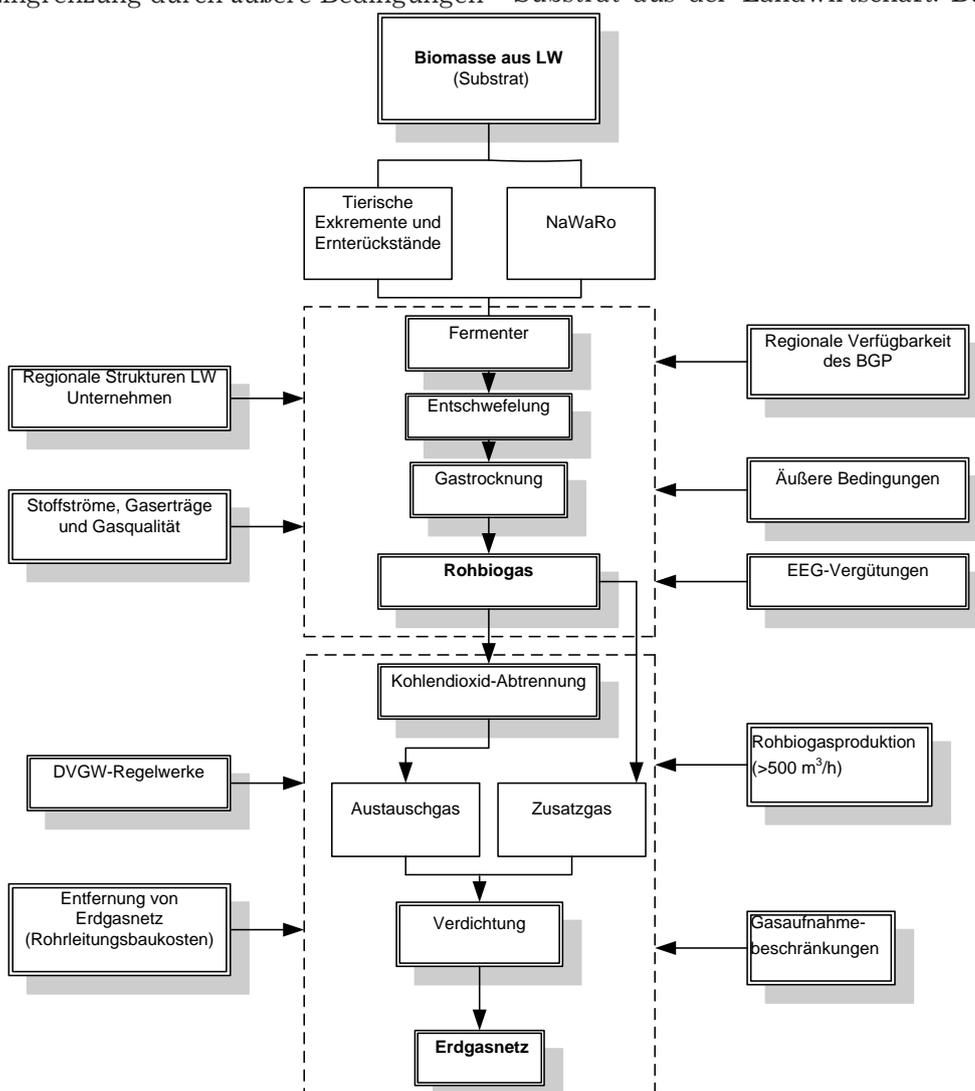


Abbildung 1. Methodik zur Analyse des Biogaspotenzials unter Berücksichtigung der Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz

Tabelle 1

Beschreibung der Untergliederung des Biogaspotenzials in Deutschland

№	Potentiale	Kommentar	Quellen
1	Theoretisches Potenzial	In der Praxis ist es nicht von Bedeutung, da es kaum Aussagen über praktische Nutzarmachung ermöglicht, wird hier nicht betrachtet.	[8]
2	Technisches Potenzial	Beschreibt den technisch möglichen Beitrag zur Nutzung regenerativer Energien (ca. 17 Mio. ha der landwirtschaftlichen Fläche [18] entspricht 260 PJ/a). Es wird aufgrund von Transportrestriktionen auf 190 PJ/a reduziert.	[8]
3	Wirtschaftliches Potenzial	Wegen seiner vielfältigen Einflussgrößen nur bedingt geeignet, wird in Diplomarbeit nicht ermittelt.	[8]
4	Erschließbares Potenzial	Kleiner als das wirtschaftliche Potenzial aufgrund noch vorhandener, aber bereits abgeschriebener Altanlagen (Variante 1) oder größer als das Wirtschaftliche Potenzial durch staatliche Unterstützung (Variante 2). Nach Konversion in einer Biogasanlage steht in Form von Biogas bereit. Es entspricht ca. 44 PJ/a [14].	[8]

Fall der Biogaserzeugung aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen (BGA) tierische Exkrememente und Ernterückstände oder/und nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) sein.

Die Biogaserzeugung findet in einer Biogasanlage (Fermenter) statt. In dem gesteuerten Prozess der Biogasbildung sind verschiedene Arten von anaeroben Mikroorganismen beteiligt, deren Mengenverhältnis zueinander durch Ausgangsstoffe, pH-Wert, Temperatur- und Faulungsverlauf beeinflusst wird. Aufgrund der Anpassungsfähigkeit dieser Mikroorganismen an die Prozessbedingungen können nahezu alle organischen Stoffe durch Verfaulen abgebaut werden. So entsteht Rohbiogas. Die Entfeuchtung und Entschwefelung des Rohbiogases können bei allen Anwendungen jedoch als zwei minimale grundlegend erforderliche Reinigungsschritte angesehen werden und sie sind Stand der Technik.

Bei Rohbiogaserzeugung spielen fünf Einflussfaktoren sehr wichtige Rolle:

(1) Regionale Strukturen landwirtschaftlichen Unternehmen (landwirtschaftliches Einzelunternehmen, Gemeinschaftsanlage oder industrieller Betreiber);

(2) Regionale Verfügbarkeit des BGP (landwirtschaftliche Fläche für NaWaRo-Anbau oder/und Anzahl von Großvieheinheiten je landwirtschaftliche Fläche);

(3) Äußere Bedingungen (Topographie und Infrastruktur);

(4) Stoffströme, Gaserträge und Gasqualität (Herkunft der Substrate und deren wichtigste Eigenschaften wie Trockensubstanz, organische Trockensubstanz, Nährstoffe oder vorhandene organische Stoffe);

(5) Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)-Vergütungen (Grundvergütung, NaWaRo-Bonus, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Bonus und Technologie-Bonus).

Zur Erdgaseinspeisung muss das Rohbiogas entweder als Austauschgas oder als Zusatzgas noch aufbereitet werden.

Das Biogas als Austauschgas muss von Kohlendioxid durch verschiedene Verfahren wie z.B. Druckwechseladsorption oder absorptive CO₂-Abtrennverfahren abgetrennt werden.

Das Biogas als Zusatzgas benötigt keine Kohlendioxid-Abtrennung und kann genau wie Biogas als Austauschgas nach CO₂-Abtrennung auf bestimmte Druckstufe verdichtet werden, damit es ins Erdgasnetz eingespeist werden kann.

Speist man das Biogas nach der Aufbereitung ins Erdgasnetz ein, wird die Einspeisung von vier der wichtigsten Faktoren beeinflusst:

(1) Rohbiogasproduktion (ab 500 m³/h des Biogases wirtschaftlich);

(2) Deutsches Verein des Gas und Wasserfaches (DVGW) – Regelwerke (DVGW G 260, G 262, G 280 und G 685);

(3) Entfernung von Erdgasnetz (Rohrleitungsbaustufen);

(4) Gasaufnahmebeschränkungen (Es darf nur so viel Biogas ins Gasnetz eingespeist werden, wie ihm auch entnommen wird.).

Ausgewählte Region in Deutschland. Es wurde Ostachsen ausgewählt. Ostachsen hat vier Landkreise sowie zwei kreisfreie Städte. Die Gesamtfläche beträgt 4.495,4 km² [9]:

– Landkreis Niederschlesischer Oberlausitzkreis: Fläche von 1.340,30 km²

– Landkreis Löbau-Zittau: Fläche von 698,50 km²

– Landkreis Bautzen: Fläche von 955,45 km²

– Landkreis Kamenz: Fläche von 1.339,10 km²

– Stadtkreis Hoyerswerda: Fläche von 94,76 km²

– Stadtkreis Görlitz: Fläche von 67,22 km²

In Sachsen gab es im März 2008 139 Biogasanlagen (Ostsachsen: 23 in Betrieb, vier in der Planung und eine im Bau) im landwirtschaftlichen Bereich und der verarbeitenden Nahrungsmittelproduktion (Stand 03.2008) [10]. Im Vergleich zum 08.2003 existierten in Sachsen nur 30 Biogasanlagen (Ostsachsen – fünf in Betrieb und zwei im Bau) [11].

Geht man in Deutschland von einer installierten Leistung von ca. 200-220 MW_{el} (Stand 08.2003) [11] aus, trug Sachsen mit 4,3-6,8% bei.

Im Jahr 2003 wurden von 30 Biogasanlagen für eine Untersuchung der 20 landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Sachsen bereits fertig gestellt, davon 14 Biogasanlagen auf Milchproduktions-, eine Biogasanlage auf Bullenmastproduktions- und fünf Biogasanlagen auf Schweineproduktionsbasis [11].

In Sachsen ließen sich unter Verwendung der durchschnittlichen Sommergrundlast 13% des Potenzials als Zusatzgas einspeisen [8]. Das entsprach einer Menge von 48.618 m³/h. Wird wieder mit dem Tagesgangfaktor und mit dem landwirtschaftlichen BGP gerechnet und dazu auf Ostachsen bezogen, kommt man auf 3.744 m³/h Biogase.

Vergleicht man diese beiden Werte mit der realen Biogasproduktion von landwirtschaftlichen Biogasanlagen, ergeben sich etwa 2.800 m³/h Biogas zur theoretischen Einspeisung ins Erdgasnetz und 500 m³/h Biogas werden zum Eigenbedarf (Heizen) verwendet.

Geoinformationssystem ArcGis. Ein ArcGIS oder ist ein rechnergestütztes Informationssystem, das aus Hardware, Software, Daten und Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie grafisch präsentiert werden [12]. Es vereint eine Datenbank und die zur Bearbeitung und Darstellung dieser Daten erforderlichen Methoden.

Eine Potenzialstudie Biogas im Netzgebiet kann durch [13]:

– Erfassung des landwirtschaftlichen Potenzials,

– Ermittlung möglicher Bioerdgasmengen, die im Netzgebiet produziert und in dieses eingespeist werden können,

– Definition von Vorzugsstandorten für Biogasanlagen mit Einspeisung im Versorgungsgebiet und Analyse für ein Optimum aus netztechnischer Sicht in ArcGIS erarbeitet werden.

Die GIS-Schwerpunkte werden im Wesentlichen in zwei Fälle eingeteilt und danach bewertet.

Der erste Fall betrachtet die Visualisierung und die Berechnung der Biogaspotenziale für die existierenden Biogasanlagen.

Beim Fall 2 handelt es sich um ein selbst entwickeltes Modell, mit dem das Biogaspotenzial einer zukünftigen Biogasanlage an einem vordefinierten Ort eingeschätzt werden kann und womit man Vorzugsstandorte für Biogasanlagen, welche ins Erdgasnetz einspeisen können, suchen kann.

Im ersten Fall werden folgende Daten (vor und nach Bearbeitung) in ArcGIS 9.2 verwendet:

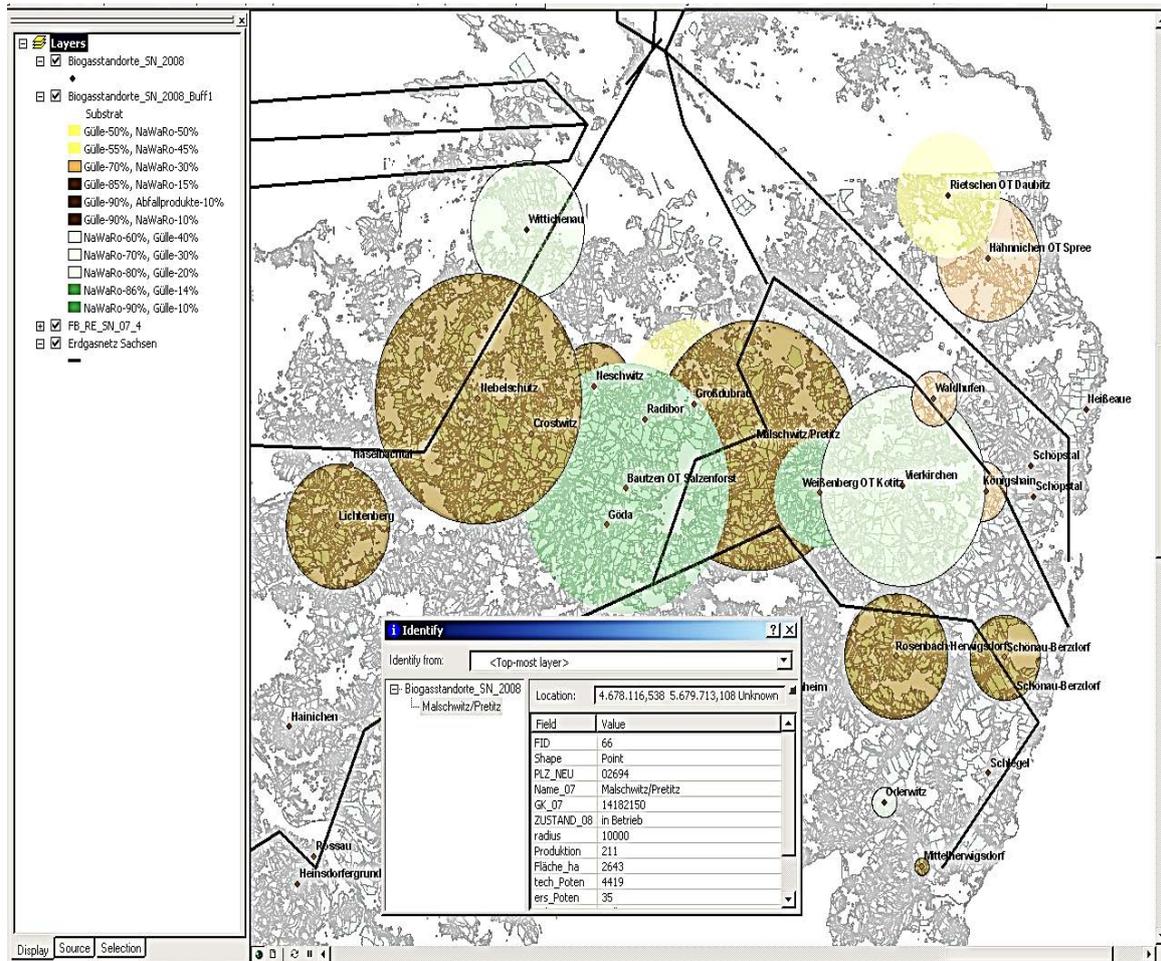


Abbildung 2. Visualisierung im ArcGIS (Fall 1)

Tabelle 2

Beschreibung des Algorithmus «Methodik zur Biogaspotenzialanalyse»

Schritt	kurze Beschreibung	Kommentar	benötigte Karten (Dateien)
1	Standort auswählen	Es wird ein oder mehrere Standorte für BGA festgelegt.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile) und landwirtschaftliche Fläche (Shapefile)
2	Substrat angeben	%-Anteil an Gülle- und NaWaRo-Substrat wird eingeschätzt.	--
3	Maximale Entfernung von Substrat angeben	Maximale Entfernung von NaWaRo-Substrat wird für eine BGA bewertet.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile) und landwirtschaftliche Fläche (Shapefile)
4	Geplante Biogasproduktion angeben	Biogasproduktion wird eingeschätzt.	--
5	Berechnung des erschließbaren Potenzials	Das erschließbare Potenzial wird ermittelt.	--
6	Berechnung der gesamten Fläche in Einzugsradius	Gesamte Fläche, die im Radius (Schritt 3) von einer BGA liegt, wird berechnet.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile) und landwirtschaftliche Fläche (Shapefile)
7	Berechnung des technischen Potenzials	Das technische Potenzial wird ermittelt.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile) und landwirtschaftliche Fläche (Shapefile)
8	Vergleich zwischen erschließbaren und technischen Potenzial	Es wird verglichen, wie groß das Verhältnis zwischen erschließbaren und technischen Potenzial ist.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile) und landwirtschaftliche Fläche (Shapefile)
9	Messung/Berechnung des minimalen Abstands des Erdgasnetzes von der BGA	Der minimale Abstand des Erdgasnetzes von einer BGA wird gemessen oder ermittelt.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile), landwirtschaftliche Fläche (Shapefile) und Erdgasnetz (Digitalisierung oder Shapefile)
10	Zusammenfassung in einer Attributtabelle	Alle Ergebnisse werden in einer neuen Attributtabelle zusammengefasst.	Standort einer oder mehreren BGA (Shapefile), landwirtschaftliche Fläche (Shapefile) und Erdgasnetz (Digitalisierung oder Shapefile)

- Landwirtschaftliche Nutzfläche Sachsens [14]
- Biogasanlagen (in Betrieb, im Bau und in Planung) in Sachsen [15]
- Hochdruckgasnetze in Deutschland [16]

Alle drei Dateien liegen im Gauß-Krüger-Koordinatensystem vor. In Deutschland beruht Gauß-Krüger Koordinatensystem auf namensgleichen GCS («GCS_Deutsche_Hauptdreiecksnetz»). ArcGIS definiert diese Projektionen unter dem Namen «Germany Zone x» (x = 1, 2, 3, 4, 5). Die Daten für die Diplomarbeit werden in «Germany Zone 4» verwendet, welche für Sachsen gilt.

Für den zweiten Fall genügt die landwirtschaftliche Nutzfläche Sachsens [14] und ein neu erstelltes Shapefile mit dem gewünschten Standort (Geometriertyp: Punkt).

Algorithmus «Methodik zur Biogaspotenzialanalyse» wird in der Tabelle 2 zusammengefasst [7].

Die Visualisierung für den Fall 1 wird als Beispiel nach der Bearbeitung in ArcGIS in Abbildung 2 demonstriert [7].

Aus Abbildung 2 kann erkannt werden:

- fünf Typen von landwirtschaftlichen Biogasanlagen (fünf verschiedene Farben), abhängig vom Substratanteil (Gülle und NaWaRo)
- Hochdruckgasnetz,
- Landwirtschaftliche Fläche
- Landwirtschaftliche Biogasanlagen mit maximaler Substratentfernung (kreisförmig) für einen bestimmten Standort

Damit ist es möglich, die einzelnen Parameter in einer Attributtabelle (Shapefile) manuell zusammenzufassen. Die Informationen, die in der Attributtabelle stehen können, werden beispielhaft in der Tabelle 3 dargestellt [7].

Tabelle 3

Mögliche Darstellung der Information nach Visualisierung in Attributtabelle

Nummer	Parameter	Einheit
1	Postleitzahl des Standorts	--
2	Standortname	--
3	Zustand der BGA	--
4	Biogasproduktion	m ³ /h
5	Maximale Entfernung einer BGA von NaWaRo-Substrat	m
6	Gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche	ha
7	Substratanteil	%
8	Entfernung einer BGA von Erdgasnetzleitung	m
9	Technisches Potenzial	TJ/a
10	Erschließbares Potenzial	TJ/a
11	Verhältnis «technisches zu erschließbarem Potenzial»	%

In Abbildung 3 wird Visualisierung im ArcGis (Fall 1), Einschätzung der minimalen Entfernung zur Biogasanlage aufgezeigt [7].

Der «ModelBuilder» in ArcGIS ermöglicht Anwender ohne Programmiererfahrung die Erstellung komplexer Modelle geografischer Zusammenhänge. Der GIS Arbeitsablauf wird durch eine intuitive Benutzeroberfläche und eine einfache Verwaltung der vom Anwender konzipierten Modelle unterstützt [17].

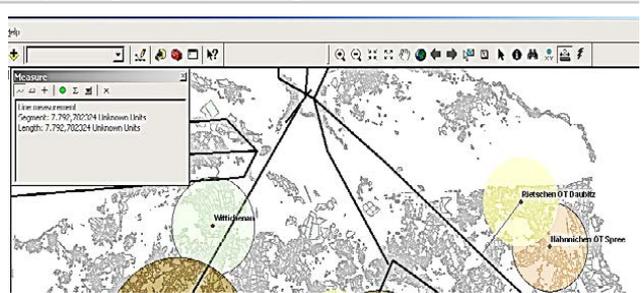


Abbildung 3. Visualisierung im ArcGIS (Fall 1) – Einschätzung der minimalen Erdgasnetzentfernung zur Biogasanlage

Zur Abarbeitung des Modells wird folgendes vorausgesetzt [7]:

- 1) Karte mit landwirtschaftlicher Fläche (Shapefile), die zur Verfügung stehen sollte und ein neues selbst gefertigte Shapefile (Point-Typ),
- 2) Beide Karten müssen in einem einheitlichen Koordinatensystem vorliegen.

Das Modell besteht aus drei wesentlichen Komponenten:

- 1) Eingangskomponenten, wie Shapefile oder die Angaben (blau), die nach der Einschätzung ins Modell eingegeben werden müssen (z.B. Entfernung vom ausgewählten Standort oder Anteil an Gülle- bzw. NaWaRo-Substrat);
- 2) Spezielle Werkzeuge, die man zur Lösung der Aufgabe benötigt (gelb);
- 3) So genannte «Ergebnisse» (grün) können die Ausgangs- und/oder Eingangskomponenten/Zwischenergebnisse genommen werden.

Als Ergebnisse erhält man eine Attributtabelle, die als Muster zusammengefasst ist:

- 1) Anzahl von ausgewählten Standorten für Biogasanlagen
- 2) Anzahl von den einzelnen Feldern, die zu dieser BGA gehören
- 3) Gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche für alle Felder für bestimmte Biogasanlage (ha)
- 4) Ermitteltes technisches Potenzial für jede Biogasanlage (kJ/a)
- 5) Ermitteltes erschließbares Potenzial für jede Biogasanlage (kJ/a)
- 6) Verhältnis des erschließbaren Potenzials zum technischen Potenzial (%)
- 7) Anteil an NaWaRo-Substrat (%)
- 8) Anteil an Gülle-Substrat (%)

Es ist möglich, die Entfernung einer Biogasanlage vom Erdgasnetz automatisch zu berechnen. Hierfür wird das «Near»-Werkzeug verwendet. Man benötigt dazu zwei Dateien: Standorte von Biogasanlagen (Vektorobjekt, Geometriertyp: Punkt) und das Erdgasnetz (Vektorobjekt, Geometriertyp: Polylinie).

Zusammenfassung. Das Biogas ist eine wichtige erneuerbare Energiequelle für Deutschland. Mit Hilfe einer Biogasanlage kann Strom und/oder Wärme produziert werden. Man kann auch das Biogas durch eine zusätzliche Aufbereitungsstufe ins Erdgasnetz einspeisen.

Um die energetische Menge des Biogases zu definieren, kommt man zum Begriff «das Biogaspotenzial». Das Biogaspotenzial zeigt eine maximale Obergrenze der Energienutzung aus Biomasse auf. Wird die Biomasse aus der Landwirtschaft betrachtet, unterscheidet man zwei Typen, nämlich

Biomasse aus Gülle und aus NaWaRo (Mais, Getreide und/oder Gras).

Das landwirtschaftliche Potenzial beträgt ca. 77% vom gesamten Biogaspotenzial.

Die landwirtschaftliche Fläche zur energetischen Nutzung ist von vielfältigen Faktoren abhängig. Das sind die wirtschaftliche Flächennutzung, die Bodenqualität des Standortes, klimatische Bedingungen am Standort, zu beachtende Fruchtfolgen sowie die verfügbare Technik. Auch politische Rahmenbedingungen wie Stilllegungsprämien oder andere agrarpolitische Förderinstrumente haben einen Einfluss auf die Flächenkonkurrenz.

Um Rohbiogas aus der fermentativen Erzeugung ins Erdgasnetz einzuspeisen, sind meistens drei Arbeitsschritte notwendig: Biogaseschwefelung, Gastrocknung und die CO₂-Abtrennung. Die Untersuchungsergebnisse aus der Praxis zeigen, dass bei kleineren Anlagengrößen wesentlich höhere spezifische Kosten anfallen als bei größeren Biogasaufbereitungsanlagen. Außerdem sollten Anforderungen an die Biogasaufbereitung durch spezielle DVGW-Regelwerke erfüllt werden. Man kann das Biogas als Austauschgas oder als Zusatzgas ins Erdgasnetz einspeisen.

In der Theorie werden zwei Typen von Biogasanlagen betrachtet: eine Gülle- und eine NaWaRo-Biogasanlage.

Biogasanlagen können außer an ungünstigen Standorten prinzipiell überall in Deutschland erstellt werden.

Das Gasnetz kann zu ca. 85% als flächendeckend angesehen werden. Es gibt wenige Standorte in Deutschland, an denen das Gasnetz zu weit von einer möglichen Biogasanlage entfernt ist, um das Biogas einzuspeisen. Diese Situation muss aber in jedem Einzelfall individuell analysiert werden. Als Kriterien für eine Biogaseinspeisung dienen Primärindikatoren (Standort der Biogasanlage) und sich daraus ergebende Sekundärindikatoren (Nähe zum Erdgas). Als Sekundärindikator gelten bei der Substratauswahl auch die Standortindikatoren klimatische Verhältnisse, Boden, Temperatur, Niederschlag, Vegetationszeit und Licht für die Qualität der Pflanzen.

Die gesamten Informationen dieser Arbeit kann man mit Hilfe des ArcGIS-Programms darstellen und ein technisches und erschließbares Potenzial für eine Biogasanlage durch ein Modell automatisch ermitteln. Die GIS-Schwerpunkte werden in zwei Schritte eingeteilt und danach gelöst. Der erste Schritt betrachtet die Analyse und die Berechnung der Biogaspotenziale für die schon existierenden Biogasanlagen. Beim zweiten Schritt handelt es sich um ein selbst entwickeltes Modell, wo das Biogaspotenzial einer zukünftigen Biogasanlage am bestimmten Ort eingeschätzt werden kann. Ein minimaler Abstand einer Biogasanlage vom Erdgasnetz lässt sich sowohl manuell als auch automatisch ermitteln. Für eine Zusammenstellung der Vorzugsstandorte von Biogasanlagen, die Biogas in das Erdgasnetz einspeisen können, ist das Programm ArcGIS geeignet.

Literatur:

1. Agentur für erneuerbare Energien (Stand 25.02.2016): <https://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/bioenergie/biogas2>
2. Naturschutz und Landschaftsplanung 40 (3) «Flächennutzungswandel durch Biogaserzeugung»; Verena Kruska und Christoph Emmerling, 2008.
3. Technik «Biogasaufbereitung in Deutschland und Europa – ein Blick über den Tellerrand», Energie/Wasser-Praxis 1/2009.
4. «Globale und regionale räumliche Verteilung von Biomassepotenzial», Deutsches Biomasseforschungszentrum, Anhang I, März 2010.
5. Abschlussbericht «Integriertes Klimaschutz- und Energiekonzept für den Landkreis Südwestpfalz, einschließlich aller Kreisangehörigen Verbands- und Ortsgemeinden» Landkreis Südwestpfalz, Birkenfeld, Juni 2013.
6. Diplomarbeit «Gis – geschützte Untersuchung des Pflanzenanbaus für Biogasanlagen und dessen potentieller Auswirkung auf Beschaffenheit und den Zustand von Boden und Wasser in Schleswig-Holstein», Institut für physische Geographie und Landschaftsökologie Leibniz Universität Hannover, Hannover; Februar 2008
7. Diplomarbeit «Erarbeitung einer Methodik zur Analyse des Biogaspotenzials von landwirtschaftlich genutzter Regionen unter Berücksichtigung der Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz», Bunturi Yuriy, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie Lehrstuhl für Mathematische Geologie und Geoinformatik, TU Bergakademie Freiberg, 2008-2009.
8. Studie: «Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz», Leipzig, 2006.
9. Kowalke H. (Hrsg.): Sachsen – Perthes Länderprofile, 2000.
10. Biogasanlagen von landwirtschaftlichen Betrieben in Sachsen: http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/download/Karte_und_Liste_2008.pdf, Stand 01.03.2008.
11. Information zur Biogaserzeugung, gesammelte Referate – Freistaat Sachsen: http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/5_5325.htm, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Stand 2003.
12. Ralf Bill: Grundlagen der Geoinformationssysteme, Heidelberg, 1994.
13. Erler R.: Aktivitäten im Themengebiet Biogas, Präsentation, DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg.
14. Digitales Feldblockkataster von Sachsen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl, Stand 25.02.2016.
15. Standorte der Biogasanlagen in Sachsen, GIS Daten als.shp Datei, Dipl. – Geogr. Falk Ullrich, falk.ullrich@smul.sachsen.de, Stand 12.07.2008.
16. Natural Gas Information 1997, Paris, 1998.
17. Semiautomatische GIS Analysen mit dem ArcGIS ModelBuilder, <http://www.edu-zgis.net>, Stand 25.02.2016.
18. Struktur der Landwirtschaft in Deutschland 2005, www.eds-destatis.de, Stand 25.02.2016.

Бунтурі Ю.В., Шестопапов О.В., Тихомирова Т.С.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ ПОТЕНЦІАЛУ БІОГАЗУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РЕГІОНАХ, ПРИЙМАЮЧИ ДО УВАГИ ПОДАВАННЯ БІОГАЗУ В МЕРЕЖУ З ПРИРОДНИМ ГАЗОМ

Анотація

Розроблена методика аналізу потенціалу біогазу для сільськогосподарських регіонів, на прикладі Німеччини. Біогаз отримують в основному з енергетичних рослин. При цьому біогаз має бути поданий в мережу з природним газом. Для оцінки потенціалу біогазу була використана геоінформаційна програма ArcGis. За допомогою цієї програми була створена модель і розроблений алгоритм, які дозволяють за наявності спеціально розроблених під ArcGIS карт і даних про біогазові установки оцінити потенціал біогазу.

Ключові слова: біогаз, потенціал біогазу, природний газ, біогазові установки, геоінформаційна програма ArcGis, енергетичні рослини.

Бунтури Ю.В., Шестопапов А.В., Тихомирова Т.С.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ПОТЕНЦИАЛА БИОГАЗА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕГИОНАХ, ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ ПОДАЧУ БИОГАЗА В СЕТЬ С ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

Аннотация

Разработана методика анализа потенциала биогаза для сельскохозяйственных регионов, на примере Германии. Биогаз получают в основном из энергетических растений. При этом биогаз должен быть подан в сеть с природным газом. Для оценки потенциала биогаза была использована геоинформационная программа ArcGis. С помощью этой программы была создана модель и разработан алгоритм, которые позволяют при наличии специально разработанных под ArcGIS карт и данных о биогазовых установках оценить потенциал биогаза.

Ключевые слова: биогаз, потенциал биогаза, природный газ, биогазовые установки, геоинформационная программа ArcGis, энергетические растения.