

УДК 811.112

**DIE ERFAHRUNG DES BIOGAS VERWENDUNG IN DEUTSCHLAND**  
**(ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В НІМЕЧЧИНІ)**

*Косенко А.* – здобувач вищої освіти групи БТ 2/1

*Науковий керівник: Пономаренко Н.Г., ст. викладач кафедри іноземних мов МНАУ*

*Биогаз — різновид біопалива — газ, який утворюється при мікробіологічному розкладанні метановим угрупованням біомаси чи біовідходів, твердих і рідких органічних відходів: на звалищах, болотах, каналізації, вигрібних ямах тощо. Добувають з відходів тваринництва, харчової промисловості, стічних вод та твердих побутових відходів. Тобто застосовувати можна будь-які місцеві природні ресурси.*

*Biogas — eine Art Biokraftstoffe — Gas, das durch mikrobielle Zersetzung durch Methanbiomasse oder Bioabfall, feste und flüssige organische Abfälle gebildet wird: Deponien, Sümpfe, Abwasserkanäle, Senkgruben usw. Es wird aus Tieren, Lebensmitteln, Abfällen und festen Abfällen gewonnen. Das heißt, Sie können alle lokalen natürlichen Ressourcen anwenden.*

***Schlüsselwörter:*** *Biogas, der Mikroorganismen, Deutschland, die Biogaserzeugung.*

Biogas entsteht überall dort, wo organisches Material unter Ausschluss von Sauerstoff von Mikroorganismen zersetzt wird (anaerobe Vergärung), z.B. in Mooren, im Sediment von Oberflächengewässern oder im Pansen von Wiederkäuern. Das organische Material wird unter diesen Bedingungen fast vollständig in Biogas umgewandelt.

Der anaerobe Abbau organischer Substanzen lässt sich in vier Abbauschritte einteilen: Hydrolyse, Säurebildung, Acetatbildung und Methanbildung. In den ersten beiden Teilschritten werden die organischen Substanzen verflüssigt und aufgeschlossen. Die eigentliche Umsetzung zu Methan erfolgt in den letzten beiden Abbauschritten. Die einzelnen Teilschritte unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der beteiligten Mikroorganismen und der entstehenden Produkte, sondern auch wesentlich durch die notwendigen Milieubedingungen. Das Endprodukt der Fermentation ist ein brennbares Gas (Biogas).

Einen ersten bescheidenen Aufschwung erfuhr die Biogaserzeugung in Deutschland bereits in den 1950er Jahren mit geschätzten 50 bis 70 Anlagen (BRD und DDR). Da sich die Versorgung mit Kohle und Öl von 1950 an zunehmend verbesserte und Erdöl konkurrenzlos billig war, wurden landwirtschaftliche Biogasanlagen wieder stillgelegt.

Erst die Ölpreiskrise in den 1970er Jahren ließ die Anwendung der Biogastechnologie wieder aufleben. Dieser als Pionierphase (1970-1990) bezeichnete Zeitabschnitt stand im Zeichen der Suche nach energiewirtschaftlichen Alternativen. Kleinstrukturierte Betriebe in Bayern und Baden-Württemberg galten als Keimzelle des Hofanlagenbaus, erste Biogasanlagen wurden unter hohen Anteilen an Eigenleistung vorwiegend in viehhaltenden Betrieben erstellt. „Expertenwissen“ wurde unter den kooperierenden Landwirten, welche der Umweltbewegung zuzurechnen waren, weitergegeben, man half sich gegenseitig. Die Biogaserzeugung erfolgte mit geringem Wirkungsgrad auf niedrigem technischen Niveau. Trotz vieler Fehlschläge waren Landwirte die Protagonisten der Entwicklung, die im Erfolgsfalle die Hemmschwelle für Nachahmungswillige senkten. Erst ab Anfang der 1980er Jahre widmeten sich auch Forschungseinrichtungen der Landwirtschaft und einige landwirtschaftliche Fakultäten zunehmend dem Thema Biogas.

Als weitere Triebfeder der anaeroben Vergärung erwiesen sich die Maßnahmen, die den Problemen der übermäßigen Gülleausbringung – Gewässerverschmutzung sowie die Nitratbelastung des Grundwassers – entgegenwirken sollten. Ausdruck fanden die Überlegungen zu einer sinnvollen Reststoffnutzung und gleichzeitig Problembegrenzung in den ab Mitte der 1980er Jahre erlassenen Güllerverordnungen der Länder. Die Fermentation sollte zur Verbesserung der Düngeeigenschaften von Gülle beitragen, die energetischen Aspekte spielten dabei zunächst keine Rolle.

Der Einstieg in ein Vergütungssystem für die Stromerzeugung aus Biogas bildete das Stromeinspeisungsgesetz (StrEG) von 1991, welches zunächst eine Vergütung von 14 Pfg/kWh vorsah. Ein nennenswerter Anlagenzubau erfolgte jedoch erst nach der StrEG-Neufassung von 1994 (geringfügige Anhebung auf 15 Pfg/kWh) in Kombination mit dem „100 Mio.-Programm“ des Bundeswirtschaftsministeriums, welches Investitionszuschüsse für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien vorsah. Insgesamt wurden im Zeitraum von 1995 bis 1999 Biogasanlagen mit rund 14 Mio. DM gefördert, was die ökonomischen Rahmenbedingungen weiter verbesserte. Um eine Amortisation innerhalb überschaubarer Zeiträume zu erreichen, mussten die Investitionskosten jedoch gering gehalten werden, was die technologische Ausstattung der Fermenter begrenzte. Im Jahr 1998 waren ca. 400 Biogasanlagen installiert, weiterhin vornehmlich als Hofbiogasanlagen in Betrieben der Tierproduktion. Die Größe der güllebasierten Anlagen orientierte sich an der hofbedingten Substratverfügbarkeit und bewegte sich im Bereich von durchschnittlich 50 bis 60 kWel.

Mehrere politische Initiativen beschleunigten Anfang des neuen Jahrhunderts den Anlagenausbau, auch die durchschnittliche Leistung verdoppelte sich von 60 kWel Ende 1999 auf rund 120 kWel 2004. Dies war zunächst die Verabschiedung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000, welches das StrEG ablöste und mit der Entkopplung der Vergütung vom Durchschnittserlös (Verbraucherpreis) zu einer deutlichen Erhöhung des Vergütungssatzes auf 20 Pfg

(10,23 Cent)/kWh führte (Anlagen bis 500 kW). Parallel zum EEG wurde eine Förderung von bis zu 30% der Investitionskosten durch das Marktanzreizprogramm des Bundes gewährt.

Die im Juni 2001 verabschiedete Biomasseverordnung sorgte dafür, dass das EEG nicht abfallwirtschaftlichen, sondern primär energiewirtschaftlichen und klimapolitischen Zielen diene. Bio-Abfallstoffe sollten für energetische Zwecke nur insoweit zugelassen sein, wie sie dazu beitragen, eine Biomasseverstromung kostengünstiger zu realisieren. Europarechtlich wurde das EEG durch die EU-Richtlinie 2001/77/EG zur Förderung von erneuerbaren Energien abgesichert, welche im September 2001 verabschiedet wurde. Darin wurde letztendlich auf ein europaweit einheitliches Fördersystem verzichtet, welches die Kommission auf Druck der Energieversorgungsunternehmen befürwortete. Dies hätte das EEG zu Fall gebracht, was durch das EU-Parlament, welches ein Vergütungssystem mehrheitlich befürwortete, und den Europäischen Gerichtshof (EuGH) verhindert wurde. Der Generalanwalt des EuGH hatte Ende 2000 verkündet, dass das StrEG, der Vorgänger des EEG, keine unzulässige Beihilfe darstelle, was die Kommission zwang, ihre Position aufzugeben.

Die Richtlinie 2001/77/EG hatte europaweit lediglich einen verstärkten Ausbau der Windkraft zur Folge, während die Wasserkraft stagnierte und die Biomasse nur geringe Zuwächse verzeichnete. Aus diesem Grund legte die Europäische Kommission 2005 einen Biomasse-Aktionsplan vor, der die Mitgliedsstaaten zu vermehrten Anstrengungen für eine verstärkte energetische Nutzung der Biomasse aufforderte. Konzepte hierzu wurden in nationalen Aktionsplänen entwickelt, der deutsche Aktionsplan im April 2009 veröffentlicht.

2009 wurde die Richtlinie 2001/77/EG durch die Richtlinie 2009/28/EG ersetzt. Diese schreibt vor, dass im Jahr 2020 in der EU insgesamt mindestens 20% des Bruttoendenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden müssen. Für die Mitgliedstaaten wurden einzelstaatliche Ziele beschlossen, für

Deutschland ein Anteil von 18% festgelegt. Aufgrund der ausgeweiteten Förderung durch das EEG war mittlerweile ein wirtschaftlich tragfähiges Fundament für den Betrieb von Biogasanlagen geschaffen. Die Stromgestehungskosten lagen zwischen 8 und 13 Cent/kWh. Eine große Variationsbreite war bei den Betriebskosten zu verzeichnen, insbesondere dort, wo nachwachsende Rohstoffe (Nawaro) verwendet wurden. Die Amortisationszeit für Biogasanlagen lag im Bereich von vier bis zwölf Jahren. 2010 Biogasanlagen waren im Jahr 2004 in Betrieb.

In der Phase beginnender Marktrelevanz vergrößerten sich die in den 1990er Jahren gegründeten Unternehmen (z. B. Schmack Biogas GmbH, PlanET Biogastechnik und MT-Energie GmbH) deutlich. Weitere Akteure, darunter die ÖKOBiT GmbH und die Hese Biogas GmbH, traten neu in den Biogasmarkt ein.

Im Rahmen einer Novellierung des EEG im Jahr 2004 fand eine weitere Diversifizierung der Vergütungssätze auf Grundlage der Anlagengröße statt mit dem Ziel, insbesondere Kleinanlagen bis zu einer Leistung von 150 kWel stärker zu fördern. Darüber hinaus wurde die Vergütung um ein Bonussystem ergänzt, wovon insbesondere der Nawaro-Bonus eine nachhaltige Wirkung entfaltete. Neuanlagen wurden ausschließlich für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (Nawaro) konzipiert, bestehende Biogasanlagen wurden auf deren Einsatz umgestellt. Dies hatte zur Folge, dass sich der Einsatz industrieller und landwirtschaftlicher Reststoffe (vor allem Gülle) in landwirtschaftlichen Biogasanlagen reduzierte. Der NawaroBonus wurde 2006 von rund 60% aller Biogasanlagen in Anspruch genommen, 2007 waren es bereits über 83%.

Auch der KWK-Bonus erzielte die beabsichtigte Lenkungswirkung, die Wärmenutzung nahm weiter zu. 43% der Betreiber gab an, die Kraft-WärmeKopplung seit der EEG-Novelle 2004 durchgeführt zu haben.

Die EAG-Bau11-Novelle 2004 vereinfachte die baurechtliche Genehmigung von Biogasanlagen bis 500 kW und beförderte den Anlagenzubau zusätzlich. Die Privilegierung kleiner Biogasanlagen im Außenbereich gemäß § 35 BauGB wurde erweitert, indem das eingesetzte Material nicht mehr überwiegend, sondern nur noch zu 50% aus der eigenen Produktion oder aus der benachbarter Betriebe gleicher Art stammen musste. Ziel der Novelle war sowohl die Förderung des Strukturwandels in der Landwirtschaft als auch ein verbesserter Landschaftsschutz. Insgesamt kam es nach der Neufassung des EEG zu einer regelrechten Marktexplosion. Die gesamte installierte Leistung konnte zwischen 2004 und 2006 annähernd vervierfacht werden (Abbildung 2-1), der jährliche Zubau erhöhte sich von zuvor 30 bis 60 MWel auf 420 MWel. Verantwortlich hierfür war insbesondere die Einführung des Nawaro-Bonus.

Aufgrund des rasanten Wachstums und dem damit einhergehenden Substratbedarf verschärften sich auch die Belastungen für die Umwelt. Im Jahr 2008 erreichte die Maisanbaufläche in Deutschland mit über 2 Mio. Hektar ein neues Allzeithoch, welches im Wesentlichen auf den Zubau von Biogasanlagen auf Nawaro-Basis zurückging. Naturschutzverbände wie der NABU fassten die unerwünschten Nebeneffekte als „durch monostrukturelle Überbeanspruchung verursachten Verlust von Biodiversität und zusätzliche Belastung der Umweltmedien Boden und Wasser infolge intensiver Bodenbearbeitung, Düngung und ggf. Pestizideinsatz“ zusammen. Zur Verringerung dieser negativen Effekte müssten sich die Anbausysteme für Energiepflanzen vielmehr in Konzepte der ökologischen Land- und Forstwirtschaft, zumindest jedoch in Konzepte des integrierten Anbaus einfügen. Aus Naturschutzsicht verschlechtert sich darüber hinaus die Neuausweisung von Biotopverbundflächen und Schutzgebieten aufgrund des verschärften Nutzungsdrucks durch die Ausweitung des Biomasseanbaus. Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) mahnte an, dass die Förderung erneuerbarer Energien, d.h. auch Produktion und Nutzung

von Biomasse, den Prinzipien der Nachhaltigkeit sowie der Natur- und Umweltverträglichkeit entsprechen müsse.

Einer ersten Krise sah sich der Biogassektor in den Jahren 2007/2008 ausgesetzt, die auf deutlich gestiegene Preise für Agrarprodukte zurückzuführen war. Seit Ende 2006 hatte sich der Preis für Mais und Weizen mehr als verdoppelt. Vor allem Anlagenbetreiber, die auf den Zukauf von Substraten angewiesen waren, und keine langfristigen Festpreis-Lieferverträge mit den Landwirten ausgehandelt hatten, gerieten durch den Preisanstieg an den Rand der Wirtschaftlichkeit. Dieser Umstand bremste den Anlagenzubau spürbar ab. Gingen 2007 nur noch rund 450 Anlagen mit ca. 300 MW ans Netz, so waren es mit rund 300 Anlagen im Jahr 2008 nochmals deutlich weniger. Betroffen waren aus den bereits genannten Gründen insbesondere Nawaro-Biogasanlagen. Mitte 2008 gingen die Preise für Mais wieder deutlich zurück und erreichten Ende 2008 wieder das Niveau von 2006. Außerdem setzte der Gesetzgeber wichtige Impulse mit einer Neufassung des EEG, einer novellierten Gasnetzzugangsverordnung und einem EE-Wärme-Gesetz. In der zweiten Jahreshälfte 2008 zeichnete sich bereits wieder ein Nachfrageanstieg bei Anlagenbauern und -planern ab.

Die im EEG 2009 festgelegte Einspeisevergütung für Strom aus Biogas wurde für Kleinanlagen (<150 kW) als auch für Anlagen bis zu 500 kW um 1 Cent erhöht, ebenso der Nawaro-Bonus, dessen bisher geltendes Ausschließlichkeitsprinzip etwas gelockert wurde. Der Bonus kann seitdem auch bei gleichzeitiger Nutzung von Reststoffen aus der Industrie, wie z.B. Biertreber oder Rapskuchen und Glycerin aus der Biodieselproduktion beansprucht werden. Um dem Rückgang des Einsatzes von Gülle als Gärsubstrat entgegenzuwirken, wurde zusätzlich ein Güllebonus eingeführt. Neu hinzu kam zusätzlich ein Landschaftspflegematerial-Bonus von 2 Cent/kWh, welcher eine wirtschaftliche Besserstellung der Verwendung von Pflanzen/Pflanzenmaterial bewirken soll, das im Rahmen der Landschaftspflege anfällt. Der Bonus gilt als Zugeständnis an die Umwelt- und Naturschutzverbände.

Im Rahmen des integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms (IEKP) der Bundesregierung wurde die Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV), die bereits im Jahr 2005 im novellierten Energiewirtschaftsgesetz angelegt war, um ambitionierte Ziele für die Biogaseinspeisung ergänzt. Außerdem wurde ein vorrangiger Netzzugang für Biogas verankert. Die zeitgleich novellierte Gasnetzentgeltverordnung (GasNEV) sah nun vor, dass der Netzbetreiber dem Transportkunden, in diesem Falle dem Biogaslieferanten, ein pauschales Entgelt für vermiedene Netzkosten in Höhe von 0,7 Cent/kWh zahlt. Da die Gewinnung und Aufbereitung sowie Einspeisung des gewonnen Biogases erst ab einer gewissen Mindestanlagengröße (>1.000 m<sup>3</sup>/h Rohgas) wirtschaftlich ist, kommen diese Regelungen vor allem Betreibern von großen Biogasanlagen zugute. Dies setzt in gewisser Weise gegenläufige Impulse zum EEG 2009, welches eher auf die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Klientel mit deren kleinen und mittleren Anlagen ausgerichtet ist. Wegen des erhöhten Investitionsbedarfs engagieren sich vor allem größere Unternehmen (Energieversorgungsunternehmen, Anlagenhersteller, Stadtwerke) als Betreiber von Biogaseinspeisungsanlagen. Derzeit (Dezember 2010) sind bereits 44 Anlagen in Betrieb, 29 in Bau und 32 weitere in Planung. Grund für diesen starken Zuwachs ist die ambitionierte Einspeisezielsetzung in § 41a der GasNZV, welche bis zum Jahr 2020 6 Mrd. m<sup>3</sup>, bis zum Jahr 2030 10 Mrd. m<sup>3</sup> Biogas anpeilt. Zusätzlich macht der Technologiebonus des EEG den Bau von Einspeiseanlagen interessant. Trotz des zwischenzeitlichen Rückgangs des Anlagenzubaus 2007/2008 lässt sich erkennen, dass der Biogassektor in Deutschland insbesondere seit der ersten Neufassung des EEG 2004 einen beeindruckenden Aufschwung erfahren hat (Abbildung 2-1). Aktuell sind ca. 5.700 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung Klammerwerte: Bei erforderlicher Einhaltung der Formaldehyd-Grenzwerte TA-Luft (i.d.R. Anlagen über 350 kW<sub>el</sub>) von 2.130 MW<sub>el</sub> in Betrieb. Eine Prognose aus dem Jahr 2008<sup>14</sup> war von 5.900 Anlagen mit einer Leistung von 2.140 MW<sub>el</sub> bis zum Jahr 2012 ausgegangen. Dies zeigt, dass die Prognosen

der tatsächlichen Entwicklung hinterherlaufen – ein Phänomen, das auch in anderen Bereichen der erneuerbaren Energien zu beobachten ist.

Der Vergleich mit anderen europäischen Staaten verdeutlicht, dass die Entwicklung des Biogassektors in Deutschland sehr weit fortgeschritten ist (Abbildung 2-2). 40% des Gesamtbiogasaufkommens in der EU ist in Deutschland zu verzeichnen. Für Biogas aus dem landwirtschaftlichen Bereich liegt der Anteil sogar noch wesentlich höher, da die meisten EU-Mitgliedsländer Biogas fast ausschließlich aus Deponien und Klärschlämmen gewinnen. Nennenswerte Biogasmengen aus der Landwirtschaft werden lediglich in Österreich, den Niederlanden und Dänemark produziert. In der Tschechischen Republik hat sich der Anlagenbestand dank der Einspeisevergütung von 16 Cent/kWh und dem Investitionszuschuss von 30% in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt und liegt aktuell bei ca. 230 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 112 MW.

Im gesamten Ostseeraum spielt Biogas mit Ausnahme von Deutschland und Dänemark bisher so gut wie keine Rolle. Aufgrund der nach wie vor großen Bedeutung des landwirtschaftlichen Sektors z.B. in Polen und der bisher ungenutzten Biomassepotenziale stellt der Ostseeraum einen beachtlichen Markt für Biogastechnikanbieter dar, der jedoch erst noch erschlossen werden muss. Aufgrund der Vorgaben der Europäischen Kommission zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung (Richtlinie 2009/28/EG) wird sich auch der Ausbau des Biogassektors beschleunigen. In Lettland wurde die Attraktivität zur Errichtung von Biogasanlagen durch eine gesetzliche Einspeisevergütung, welche mit 13 bis 23 Cent/kWh in etwa deutsches Niveau erreicht, maßgeblich verbessert. Polen, dessen Stromerzeugung zu 90% auf Stein- und Braunkohle basiert, plant die Installation von 2000 Biogasanlagen bis 2020. Hierzu werden von Seiten des Landwirtschafts- und Wirtschaftsministeriums derzeit umfangreiche Programme ausgearbeitet. Ein sehr großer Anreiz für Investitionen in Biogasanlagen stellen Direktzuschüsse in Erneuerbare-Energien-

Projekte im Rahmen der EU-Strukturfonds 2007 bis 2013 dar, die bis zu 70% der Investitionssumme erreichen können.

### **Література:**

1. Bruns, E.; Ohlhorst, D.; Wenzel, B.; Köppel, J. (2009): Erneuerbare Energien in Deutschland – eine Biographie des Innovationsgeschehens. Universitätsverlag der TU Berlin.
2. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2009): Biogas – eine Einführung. 6. überarbeitete Auflage, Gülzow, Juli 2009 ([www.bio-energie.de](http://www.bio-energie.de), 15.12.2010).
3. Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. Auflage. Berlin: Springer, 2009 – ISBN 978-3-540-85094-6
4. Postel, J.; Jung, U.; Fischer, E.; Scholwin, F. (2009): Stand der Technik beim Bau und Betrieb von Biogasanlagen. Bestandsaufnahme 2008. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt.
5. VDI-Richtlinie 3475 Blatt 4 (2010): Biogasanlagen in der Landwirtschaft – Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL, Fachbereich Umweltschutztechnik.