

Biogasperspektiven zwischen Energiewende und Dekarbonisierung

1. Einleitung

Die bisher auf fossilen Energieträgern basierende Energieversorgung soll in Deutschland bis 2050 nahezu vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Die große Herausforderung besteht darin, die Energiegewinnung weitgehend zu dekarbonisieren und durch den Einsatz erneuerbarer Energien CO₂-neutral zu gestalten. Dies gilt als notwendige Voraussetzung für die nachfolgenden Bestrebungen zur CO₂-Neutralität in allen anderen Bereichen, um die gesteckten Klimaschutzziele zu erreichen. Eine Dekarbonisierung des Energiebereichs ist damit nicht nur zwingend notwendig, sondern im Vergleich zu einem Großteil der verarbeitenden Industrie, insbesondere der organischen chemischen Industrie, auch im Bereich des Möglichen.

Biomasse in ihren unterschiedlichen Formen hat sich seit Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 als fester Bestandteil im Energiemix etabliert. Unter den erneuerbaren Energien nimmt Biomasse dabei in mehrfacher Hinsicht eine Sonderstellung ein.

Biomasse liegt im Kontext des Beitrages im Gegensatz zu allen anderen erneuerbaren Energien nicht per se ohne menschliches Handeln als Naturraumpotenzial vor, sondern basiert im Wesentlichen auf dem Anbau nachwachsender Rohstoffe, der Holzgewinnung oder anteilig aus Abfällen und liegt in materieller Form vor. Im Gegensatz zum endlichen Charakter fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl oder Erdgas, kann und muss Biomasse ständig neu produziert werden.

Biomasse ist weiterhin sehr breit aufgestellt, was die Bereitstellung und Nutzung betrifft und gilt als »Multitalent« unter den erneuerbaren Energien. Sie kann in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustand als Energieträger bereitgestellt und zur Gewinnung von Strom, Wärme/Kälte und Kraftstoffen verwendet werden. Biomasse verdankt diese Vielseitigkeit einer besonderen Eigenschaft. Unter den erneuerbaren Energien basiert allein Biomasse auf der Nutzung von Kohlenstoff als Energieträger. Sie ist zugleich der einzige »erneuerbare« Kohlenstoffträger und damit nicht nur für die derzeit dominierende ener-

getische, sondern zukünftig sicher auch für die stoffliche Nutzung von großem Interesse.

Die energetische Nutzung von Biomasse gilt gemeinhin als weitgehend klimaneutral. Berücksichtigt man jedoch die vorgelagerten Prozesse zur Biomasseproduktion ergeben sich auch hier nicht zu vernachlässigende Treibhausgasemissionen. Im Kontext der Dekarbonisierung erscheint diese Nutzungsform daher nur bedingt zukunftsfähig.

Kontroverse Diskussionen um die energetische Biomassenutzung sind nicht neu, werden in letzter Zeit jedoch wieder verstärkt geführt. Besonders ist dabei der Bereich Biogas betroffen. Schlagzeilen, wie »Biogas droht das aus«¹ sind verstärkt in den Medien präsent. Bei unseren österreichischen Nachbarn wird sogar über eine Biogas-Stillegungsprämie für Biogasanlagen der ersten Generation diskutiert.² Dabei spielen ethische Motive, wie die Tank-oder-Teller-Diskussion ebenso eine Rolle wie Nutzungskonkurrenzen und Umweltaspekte. In jüngster Zeit werden verstärkt Aspekte der Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Sicherheit von Biogasanlagen kritisch hinterfragt. Nicht zuletzt durch die sich aus dem EEG 2017 ergebenden stark veränderten Marktbedingungen steht insbesondere die Biogasbranche mit dem schrittweisen Auslaufen der EEG-Förderung für Altanlagen und neuen Ausschreibungsmodalitäten vor einer tiefen Zäsur.

2. Ausgangslage

2.1 Energieerzeugung

Mit der Energiewende wurde in Deutschland ein nahezu einzigartiger Prozess in Gang gesetzt. Historisch gesehen hat sich das Spektrum der genutzten Energieträger – vom Holz bis zur Kernkraft – bisher stetig erweitert, ohne dass eine vollständige Substitution einzelner Energieträger erfolgt ist.³ Mit dem geplan-

1 Annegret Faber, »Biogas droht das Aus«, Deutschlandfunk Kultur 21.11.2017, https://www.deutschlandfunkkultur.de/alternative-energien-biogas-droht-das-aus.976.de.html?dram:article_id=401176 (15.6.2019).

2 Michaela Plazzo, »Österreich: Regierung konkretisiert Pläne für Biogas-Stillegungsprämie«, in *EUWID Neue Energie* 13.2.2017, <https://www.euwid-energie.de/oesterreich-regierung-konkretisiert-plaene-fuer-biogas-stillegungspraemie/> (17.7.2019).

3 Heiner Gutte, Lutz Schiffer und Bernd Meyer, »Nachhaltigkeitsstrategien für eine CO₂-arme Wirtschaft«, in *Denkströme. Journal der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig* 13 (2014), http://www.denkstroeme.de/heft-13/s_115-138_gutte-schiffer-meyer (15.8.2019).

ten Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 und der Braunkohleverstromung bis 2038 soll nun erstmals auf zwei bisher tragende Säulen der Energieversorgung komplett verzichtet werden. Bei der Kernenergie wird dies nicht durch die Treibhausgasproblematik, sondern mit Sicherheitsfragen und der ungelösten Endlagerung begründet, bei der Braunkohleverstromung stehen jedoch eindeutig Treibhausgasemissionen, irreversible Landschaftsveränderungen und die Umsiedlungsthematik durch die Tagebautätigkeit im Vordergrund. Erneuerbare Energien müssen damit zukünftig nicht nur, wie ursprünglich vorgesehen, die Kernkraftkapazitäten, sondern auch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung kompensieren.

Seit Einführung des EEG im Jahr 2000 hat sich Biomasse zu einer tragenden Säule im Energiemix entwickelt. Zu den im EEG unter erneuerbare Energien aufgeführten Energieträgern wird unter Energie aus Biomasse neben Biogas, Biomethan, Deponiegas und Klärgas auch der biologisch abbaubare Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie genannt.⁴ Der Biomassebegriff ist hier weiter gefasst als in der Biomasseverordnung,⁵ in der Deponie- und Klärgas sowie Biomassefraktionen in gemischten Siedlungsabfällen nicht als Biomasse anerkannt werden.

Seit dem Jahr 2000 hat sich der Anteil von Biomasse am Bruttostromverbrauch in Deutschland von 0,8 % auf 8,6 % im Jahr 2018 erhöht. An der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien hat Biomasse einen Anteil von rd. 22 %. Innerhalb der Biomasseenergien leistet Biogas im Bereich der Stromerzeugung mit rd. 58 % den größten Beitrag (Tabelle 1).

4 Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, »Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2017«, https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2017.pdf (17.7.2019).

5 Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, »Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV)«, <https://www.gesetze-im-internet.de/biomassev/BiomasseV.pdf> (17.7.2019).

Tab. 1: Erneuerbare Energieträger im Vergleich (2017): Stromerzeugung, Treibhausgasemissionen, primärenergiebezogene Emissionsfaktoren und Vermeidungsfaktoren nach UBA 2018⁶ (Werte gerundet).

Energieträger	Stromerzeugung in GWh	verursachte THG-Emissionen in t CO ₂ -Äq	vermiedene THG Emissionen (netto) in t CO ₂ -Äq	primär-energiebez. Emissionsfaktoren in g CO ₂ -Äq/kWh	Vermeidungsfaktor (netto) in gCO ₂ -Äq/kWh
Photovoltaik	39.426,0	2.654.201,0	24.214.598,0	67,3	614,2
Windkraft onshore	88.018,0	950.187,0	58.690.814,0	10,6	666,8
Windkraft offshore	17.675,0	109.169,0	11.926.502,0	6,1	674,8
Wasserkraft	40.300,0	79.837,0	15.208.424,0	2,7–25,7	754,8
Tiefengeothermie	163,0	31.215,0	92.960,0	192,0	571,9
feste Biomasse	10.624,0	794.713,0	7.321.425,0	19,5–56,3	689,1
Biogas	29.323,0	11.859.114,0	10.541.430,0	165,3–278,4	259,5
Biomethan	2.757,0	841.313,0	1.264.826,0	71,5	458,8
flüssige Biomasse	513,0	104.431,0	287.265,0	6,4–154,7	560,2
Klärgas	1.480,0	190.510,0	940.423,0	54,2	635,2
Deponiegas	300,0	38.691,0	190.486,0	50,0	635,0
biog. Siedlungsabfall	5.946,0	28.268,0	4.513.874,0	1,4	759,2

Der Anteil von Biogas an der gesamten Bruttostromerzeugung lag 2017 bei rd. 5 %, was einem Zehntel des gegenwärtigen Anteils von Kohle und Kernenergie entspricht.⁷ Nicht zuletzt durch das begrenzte Ausbaupotenzial kann Biogas hier auch zukünftig nur eine untergeordnete Rolle zur Substitution spielen. Windkraft und Photovoltaik dominieren dagegen eindeutig bei der Wachstumsdynamik im Strombereich. Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden von der unmittelbar betroffenen Bevölkerung auch deutlich besser akzeptiert

⁶ UBA Umweltbundesamt, »Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017«, in *CLIMATE CHANGE* 23 (2018), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-10-22_climate-change_23-2018_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2017_fin.pdf (20.7.2019).

⁷ UBA Umweltbundesamt, »Stromerzeugung erneuerbar und konventionell«, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/stromerzeugung-erneuerbar-konventionell#textpart-3> (20.7.2019).

als Biogasanlagen. Während die Stromerzeugung mittels Biogasanlagen in der Nachbarschaft von 46 % der Befragten mit sehr gut bzw. eher gut angegeben wird, liegen die Akzeptanzwerte für Windkraft- bzw. Photovoltaikanlagen bei 69 % bzw. 83 %.⁸

2.2 Flächenbedarf

Nachwachsende Rohstoffe bilden massebezogen mit rd. 49 %, ⁹ vor allem aber energiebezogen mit 79 %¹⁰ den bedeutendsten Einsatzstoff für Biogasanlagen.

Betrachtet man zunächst die Entwicklung der gesamten Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe, so hat sich diese seit Einführung des EEG von 683.200 ha¹¹ im Jahr 2000 auf 2.445.000 ha¹² 2018 fast vervierfacht. Unter den nachwachsenden Rohstoffen ist mit rd. 89 % der Anbau sogenannter Energiepflanzen dominierend. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das Gros der sogenannten nachwachsenden Rohstoffe mit dem Anbausortiment des konventionellen landwirtschaftlichen Pflanzenbaus identisch ist und auf diesen Flächen erfolgt. Über die Nutzung als nachwachsender Rohstoff für die energetische oder stoffliche Nutzung, Nahrungs- oder Futtermittel entscheiden letztlich die Marktlage und die Förderkulisse. Eine Ausnahme bilden Kurzumtriebsplantagen (KUP), die gezielt zur energetischen Nutzung angelegt, aber mit 6.630 ha zu vernachlässigen sind.

Das bisherige Maximum der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe wurde 2014 mit 2.602.000 ha erreicht. Nachdem im gleichen Jahr mit der No-

8 Kantar Emnid, »Hohe Zustimmung zu Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Umgebung des eigenen Wohnortes«, https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/28041.AEE_akzeptanzumfrage2018_Zustimmung_EE_in_Nachbarschaft_72dpi.jpg (20.8.2019).

9 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Basisdaten Bioenergie Deutschland 2018«, http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Basisdaten_Bioenergie_2018.pdf (20.7.2019).

10 Marion Wiesheu, »Alternative Substrate für Biogasanlagen – Stand und Herausforderungen«, AquaMak-Tagung 30.–31.03.2017 in Leipzig, https://www.ufz.de/export/data/2/141531_Wiesheu_Alternative%20Substrate%20f%C3%BCr%20Biogasanlagen%20-%20Stand%20und%20Herausforderungen.pdf (20.7.2019).

11 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2017«, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/169139/umfrage/anbauflaeche-fuer-nachwachsende-rohstoffe-seit-2000/> (20.7.2019).

12 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Entwicklung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe«, <https://mediathek.fnr.de/anbauflaeche-fur-nachwachsende-rohstoffe.html> (20.7.2019).

vellierung des EEG die Biomasseförderung drastisch reduziert wurde, stagniert die Anbaufläche bzw. ist sogar leicht rückläufig. Das betrifft mehr oder weniger das gesamte Anbausortiment, was nahezu vollständig auf Mais, Raps, Getreide und GPS (Ganzpflanzensilage) beruht (Tabelle 2).

Tab. 2: Entwicklung der Anbauflächen für ausgewählte nachwachsende Rohstoffe von 2014 bis 2018 nach FNR 2019.¹³

Rohstoffe	Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in ha				
	2014	2015	2016	2017	2018
NawaRo gesamt	2.602.000	2.763.000	2.678.000	2.466.000	2.445.000
Fläche für Biogas	1.354.100	1.313.000	1.366.700	1.318.600	1.346.200
Mais	891.800	892.500	932.700	857.600	866.100
Raps	799.000	805.000	720.000	598.000	560.000
Getreide	404.000	447.000	481.000	479.000	473.000
GPS	199.000	178.000	192.000	194.000	194.000
KUP	6.000	6.630	6.630	6.630	6.630

2018 wurden allein für die Biogasproduktion 1.346.200 ha Anbaufläche in Anspruch genommen. Das entspricht 55 % der gesamten Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe.

Die Flächeneffizienz ist gerade bei erneuerbaren Energien zu einem wichtigen Kriterium geworden. Für die Biogasproduktion ist die Flächeneffizienz im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien mit Abstand am niedrigsten. Während man bei Photovoltaikanlagen auf Freiflächen von 1,65 bis 4,0 ha/GWh und bei Windkraftanlagen von 2,5 ha/GWh ausgehen kann, benötigt Anbaubiomasse 50 bis 100 ha/GWh.¹⁴ Weiterhin sind die Ausbaupotenziale für nachwachsende Rohstoffe begrenzt. Im Nationalen Biomasseaktionsplan für Deutschland wurde bis 2020 ein verfügbares Flächenpotenzial von 2,5 bis 4,0 Mio. ha angenommen.¹⁵ Mit aktuell rd. 2,44 Mio. ha Anbaufläche ist die

¹³ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland, Tabellen«, <https://mediathek.fnr.de/anbauflache-fur-nachwachsende-rohstoffe.html> (20.7.2019).

¹⁴ Matthias Reichmuth und Alexander Schiffler, »Technologien zur Produktion regenerativer Energie – Potenziale und Standortanforderungen«, <https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/2012/2012-Energielandschaft-Reichmuth-Schiffler.pdf> (20.7.2019).

¹⁵ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, »Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung«.

Untergrenze nahezu erreicht. Ein weiterer Ausbau erscheint vor dem Hintergrund der Nutzungskonkurrenzen zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie der negativen Umweltwirkungen auch nach 2020 mehr als fraglich. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass die alleinige energetische Nutzung von Anbaubiomasse nicht mehr zu vertreten sei und empfiehlt eine Neuausrichtung der Bioenergiepolitik, die die energetische Nutzung nicht weiter ausbaut und dafür die stoffliche Nutzung in den Vordergrund stellt.¹⁶ Zudem kann Anbaubiomasse aufgrund des derzeit schon sehr hohen Flächenbedarfs und der begrenzten Ausbaupotenziale auch zukünftig nur einen vergleichsweise geringen Beitrag zur Energieversorgung leisten.¹⁷

Zur Reduzierung des Einsatzes von Anbaubiomasse und des damit einhergehenden hohen Flächenbedarfes wird in jüngster Zeit verstärkt der Einsatz von Rest- und Abfallbiomassen diskutiert, die ohnehin anfallen und mit geringeren ökologischen Problemen verbunden sind.¹⁸ Deren Potenzial für die energetische Nutzung wird jedoch insgesamt als relativ gering eingeschätzt.¹⁹ Zudem unterliegen Abfälle dem Kreislaufwirtschaftsgesetz, das entsprechend der Abfallhierarchie, klar der stofflichen Nutzung gegenüber der energetischen Verwertung Vorrang gebietet.²⁰

2.3 Klimarelevanz

Die energetische Nutzung von Biomasse gilt gemeinhin als klimaneutral, da dabei nur die CO₂-Menge freigesetzt wird, die während des Pflanzenwachstums aufgenommen wurde. Das gilt jedoch nur, wenn man die vorgelagerten

gung«, https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/files/private/active/0/Biomasseaktionsplan_Deutschland_2009_Anhang.pdf (20.7.2019).

16 Umweltbundesamt, »Globale Landflächen und Biomasse«, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/globale-landflaechen-biomasse> (20.7.2019).

17 Umweltbundesamt, »Bioenergie«, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie#textpart-1> (20.7.2019).

18 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen«, in *Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe* 36, <https://mediathek.fnr.de/broschuren/sammlungen/schriftenreihe-nr/band-36-biomassepotenziale-von-rest-und-abfallstoffen.html> (20.7.2019).

19 Umweltbundesamt, »Bioenergie«, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie#textpart-1> (20.7.2019).

20 Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, »Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen«, <http://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf> (20.7.2019).

Prozesse der Biomasseproduktion vernachlässigt. Im Gegensatz zu allen anderen erneuerbaren Energien, müssen nachwachsende Rohstoffe aber ständig neu produziert werden. Die Biomasseproduktion ist dabei vergleichsweise energieintensiv und durchaus nicht treibhausgasneutral.²¹ Das folgende Beispiel soll dies verdeutlichen.

Nachwachsende Rohstoffe, insbesondere Maissilage, sind etwa zur Hälfte am Substrateinsatz von Biogasanlagen beteiligt. Bei der Produktion von Mais-silage fallen unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Treibhausgasemissionen aus dem Feld und der vorgelagerten Treibhausgasemissionen aus dem Betriebsmitteleinsatz in der Gesamtbilanz 6.111,43 kg CO_{2ÄQ}/ha an.²² Bezogen auf die Maisanbaufläche des Jahres 2018 ergeben sich rd. 5,3 Mio. t CO_{2ÄQ}. Weiterhin fallen durch Lagerung und Ausbringung von Gärresten im Zusammenhang mit der Biogasproduktion 54.300 t Methanemissionen an, was zusätzlichen 1,36 Mio. t CO_{2ÄQ} entspricht.

Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien, aber auch innerhalb der Biomasse, sind insbesondere die sehr hohen Treibhausgasemissionen bei der Stromerzeugung aus Biogas auffällig (s. Tabelle 1). Mit rd. 12 Mio. t CO_{2ÄQ}, bzw. einem Anteil von rd. 67 %, fallen hier mehr als bei allen anderen erneuerbaren Energien zusammen an. Demgegenüber liegt der Anteil an der Stromerzeugung nur bei rd. 12 %. Entsprechend hoch sind auch die primärenergiebezogenen Emissionsfaktoren, die in Abhängigkeit von verwendeten Einsatzstoffen, Anlagentypen und Genehmigungsart bis zu 278 gCO_{2ÄQ}/kWh (Energiepflanzen, BHKW nach Baurecht genehmigt) betragen können und damit in der Größenordnung der Stromerzeugung aus Erdgas liegen (Erdgas 243,5 gCO_{2ÄQ}/kWh, Erdöl 315 gCO_{2ÄQ}/kWh). Bezogen auf den Nettovermeidungsfaktor, der sich aus den netto vermiedenen Emissionen geteilt durch die bereitgestellte Endenergie ergibt, werden durch Biogas die geringsten Effekte erzielt. Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien liegen sie typischerweise bei weniger als der Hälfte. Zu berücksichtigen ist auch, dass sich mit dem schrittweisen Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger die rechnerischen Gutschriften für die Treibhausgasvermeidung dieser durch erneuerbare Energien reduzieren

21 Lutz Schiffer, Florian Keller und Roh Pin Lee, »Grand Challenges der Energie- und Rohstoffwende in Deutschland – Optionen, Potenziale und Konflikte am Beispiel von Plattformchemikalien«, in Michael Decker u. a. (Hg.), *Grand Challenges meistern – Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung* (ITAS Buchreihe Gesellschaft – Technik – Umwelt, Bd. 20), Baden-Baden 2018, S. 363–376.

22 KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., »Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft.«, https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/BEK/Handbuch.pdf (20.7.2019).

werden, womit eine gegenwärtig noch wichtige Kenngröße zukünftig an Bedeutung verliert.

Im Zusammenhang mit den aktuellen Diskussionen um sicherheitstechnische Aspekte und Umweltwirkungen von Biogasanlagen verweist das Umweltbundesamt weiterhin darauf, dass unter Berücksichtigung des Gesamtprozesses sogar mehr klimarelevante Treibhausgasemissionen entstehen können als vermieden werden.²³

2.4 Kosten

Über die erfolgreiche Bewältigung der Energiewende werden nicht zuletzt auch die damit verbundenen Kosten entscheiden. Mit dem fortschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien sind auch die Investitionskosten kontinuierlich gesunken und die Wettbewerbsfähigkeit hat sich gegenüber konventioneller, auf fossilen Rohstoffen basierender Energieerzeugung erhöht. Eine Ausnahme bildet auch hier der Biogasbereich, in dem sich trotz des weiteren Zubaus von Biogasanlagen die Investitions- und Stromgestehungskosten nicht verringert haben.²⁴ Nachteilig wirken sich auch die vergleichsweise hohen Substrat- und Anlagenkosten für die Biogaserzeugung aus. Tabelle 3 zeigt die Stromgestehungs- und spezifische Anlagenkosten sowie Brennstoffpreise ausgewählter Stromerzeugungsanlagen für 2018.

Tab. 3: Stromgestehungs- und spezifische Anlagenkosten sowie Brennstoffpreise ausgewählter Stromerzeugungsanlagen.²⁵

Anlagentypen	Stromgestehungskosten in € _{Cent} /kWh	spez. Anlagenkosten in €/kW	Brennstoffpreise in €/MWh
Photovoltaik	3,71 – 6,77	600 – 1.400	–
Windkraft onshore	3,99 – 8,23	1.500 – 2.000	–
Windkraft offshore	7,49 – 13,79	3.100 – 4.700	–
Biogasanlage	10,14 – 14,74	2.000 – 4.000	30,30

23 Umweltbundesamt, »Biogasanlagen Sicherheitstechnische Aspekte und Umweltwirkungen«, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/2019_04_10_uba_hg_biogasanlagen_bf_300dpi.pdf (20.7.2019).

24 Christoph Kost u. a., »Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien«, https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2018_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf (20.7.2019).

25 Ebd., S. 15 ff.

Braunkohlekraftwerk	4,59 – 7,98	1.600 – 2.200	1,80
Gas- u. Dampfturbinenkraftwerk	7,78 – 9,96	800 – 1.100	21,00

Die Stromgestehungskosten auf der Basis von Biogas liegen nicht nur deutlich über denen von Braunkohlekraftwerken oder Gas- und Dampfturbinenkraftwerken, sondern auch über den Mitbewerbern aus dem Bereich erneuerbarer Energien. Die Einsatzreihenfolge der verschiedenen Stromerzeugungsanlagen an der Strombörse wird durch die Merit-Order bestimmt, die sich an den Kosten für die Stromerzeugung orientiert, d.h. zuerst kommen die Stromerzeugungsanlagen mit den geringsten Stromgestehungskosten zum Einsatz.²⁶ Biogas kann daher aufgrund der hohen Kosten nur als letzte Option relevant sein kann. Bereits 2016 wies das Deutsche Biomasseforschungszentrum darauf hin, dass Biomasseanlagen kaum mit dem an der Strombörse zu erzielenden Preisen zu betreiben und auf eine Anschlussförderung zwingend angewiesen sind.²⁷

3. Perspektiven

War durch die hohen Fördersätze des EEG von 2007 bis 2014 ein deutlicher Zubau von Biogasanlagen zu verzeichnen, hat sich dieser mit der Novellierung des EEG 2014 jedoch stark verlangsamt. Die bisherige Praxis gesetzlich garantierter Vergütungssätze endet für die ersten Altanlagen 20 Jahre nach Inkrafttreten des EEG 2000. Diese müssen sich zukünftig im Rahmen von Ausschreibungen der Bundesnetzagentur am Markt behaupten. Mit dem EEG 2017 ergeben sich für Biogasanlagen damit stark veränderte Marktbedingungen. Im Ergebnis ist der Zubau von Neuanlagen, mit Ausnahme von Bioabfallanlagen und Güllekleinanlagen, nahezu zum Stillstand gekommen.

Der Fachverband Biogas mahnt an, dass sich unter den aktuellen Bedingungen des EEG Biogasbestandsanlagen kaum noch wirtschaftlich betreiben lassen und damit der Anlagenbestand in der bisherigen Größe nicht zu erhalten ist. Bis 2021 könnten rd. 1.000 Anlagen aus dem EEG herausfallen.²⁸ Ausdruck

²⁶ Agentur für erneuerbare Energien, »Merit-Order/Merit-Order-Effekt«, <https://www.unendlich-viel-energie.de/glossar?letter=M> (20.8.2019).

²⁷ Mattes Scheftelowitz und Daniela Thrän, »Biomasse im EEG 2016«, https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier_Biomasse_EEG2016.pdf (20.7.2019).

²⁸ Thorsten Czechanowsky, »Fachverband fordert Perspektiven für Biogas«, in *energate messenger* 13.11.2018, <https://www.energate-messenger.de/news/187520/fachverband-fordert-perspektive-fuer-biogas> (20.7.2019).

dafür sind auch die Ergebnisse der Ausschreibungen für Biomasseanlagen der Bundesnetzagentur. In der zweiten Ausschreibungsrunde vom September 2018 wurden lediglich 76.537 kW der ausgeschriebenen Menge von 225.807 kW bezuschlagt. Im April 2019 lag die Zuschlagsmenge bei nur 25.500 kW von ausgeschriebenen 133.293 kW.²⁹ Die geringe Beteiligung an den Ausschreibungen zeigt die große Unsicherheit der Biogasbranche und wird einerseits auf das Fehlen ökonomisch tragfähiger Perspektiven zurückgeführt, die mit den niedrigen Höchstangebotswerten für Bestandsanlagen mit 16,9 ct/kWhel und für Neuanlagen mit 14,9 ct/kWhel derzeit nicht darstellbar sind. Andererseits werden klare politische Signale für die zukünftige Biogasnutzung gefordert.³⁰

Auch wenn vorliegende Szenarien bereits davon ausgehen, dass 2050 die auf erneuerbaren Energien basierende Stromerzeugung ohne Bioenergie möglich wäre,³¹ wird man kurz- bis mittelfristig, trotz der oben dargestellten Probleme, nicht auf die Stromgewinnung auf Biogasbasis verzichten können. Zumindest bis die Speicherproblematik annähernd gelöst ist, wird Bioenergie als Ausgleich für die fluktuierenden Strommengen aus Windkraft und Photovoltaik zunächst sicher noch benötigt. In den Vordergrund wird aber zukünftig eine wesentlich flexiblere und damit bedarfsgerechtere Bereitstellung rücken.

Neben der Stromerzeugung werden darüber hinaus im energetischen Bereich aktuell folgende Einsatzbereiche für die Zukunft diskutiert:³²

Zum einen geht es um die Bereitstellung industrieller Prozesswärme, die im Wesentlichen auf Erdgas basiert und einen Anteil von rd. 20 % am Endenergieverbrauch hat. Erdgas könnte zukünftig schrittweise durch Biogas bzw. synthetisches Biomethan, zumindest teilweise, substituiert werden. Die Fachagen-

29 Bundesnetzagentur, »Beendete Ausschreibungen. Ergebnisse der Ausschreibungsrunden für Biomasse-Anlagen 2017/2018/2019«, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Biomasse/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html (20.7.2019).

30 Claudius da Costa Gomez, »Status Quo und Perspektiven von Biogas in Deutschland«, 9. Triesdorfer Biogastag 16.1.2019, https://www.triesdorf.de/fileadmin/LLA/doku/Vortraege/Biogastag_2019/StatusQuo_und_perspektiven_Biogas_da_Costa_Gomez.pdf (20.7.2019).

31 Umweltbundesamt, »Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen«, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf (20.7.2019).

32 Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina und Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, »Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik. Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung«, <https://www.acatech.de/publikation/biomasse-im-spannungsfeld-zwischen-energie-und-klimapolitik-strategien-fuer-eine-nachhaltige-bioenergienutzung/> (20.7.2019).

tur Nachwachsende Rohstoffe geht davon aus, dass sich rd. 10 % des aktuellen Erdgasbedarfes substituieren ließen, wenn man die gesamten Biogaskapazitäten zur Biomethanolproduktion einsetzen würde.³³ Im Wärmebereich könnte weiterhin auch die Wärmeversorgung von Gebäuden mit eingeschränkter Dämmbarkeit (bzw. wenn kein effizienter Betrieb von Wärmepumpen möglich ist) ein Einsatzfeld bieten.

Im Mobilitätsbereich könnten sich überall dort Einsatzmöglichkeiten ergeben, wo rein elektrische Antriebskonzepte nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand zu realisieren sind. Durch die Kombination von Elektrolysewasserstoff und aufbereitetem Synthesegas aus Biomasse könnten Kraftstoffe gewonnen werden.

Diese Beispiele bieten zwar durchaus neue Nutzungsperspektiven für die Biogasbranche, sind aber langfristig für die angestrebte Dekarbonisierung des Energiebereichs nur bedingt tragfähig. Die energetische Nutzung von Biomasse basiert, ebenso wie fossile Energieträger, auf der Basis von Kohlenstoff, der bei der Verbrennung klimawirksam wird. Dass bei der Energiegewinnung nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie während des Pflanzenwachstums aus der Atmosphäre aufgenommen wurde, darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass Biomasse ständig neu produziert werden muss. Anbau und Bereitstellung sind dabei energieintensiv und nicht treibhausgasneutral. Sowohl die Wärmeengewinnung als auch die Nutzung als Kraftstoff ist mit treibhausgasrelevanten Verbrennungsprozessen verbunden, was letztlich nur eine Problemverschiebung von der Stromgewinnung hin zu Wärme und Kraftstoff bedeutet. Dies unterscheidet die Bioenergienutzung von allen anderen erneuerbaren Energien.

Neben der energetischen kann zukünftig auch die stoffliche Nutzung von Biogas eine Option sein.³⁴ Die Vorteile der stofflichen Nutzung liegen vor allem in der Kohlenstoffbindung in hochwertigeren Produkten und deren Recyclingfähigkeit, wodurch weitgehend geschlossene Kohlenstoffkreisläufe geschaffen werden können. Denkbar wäre beispielsweise die Herstellung von Grundchemikalien für die chemische Industrie auf deren Basis unterschiedlichste Produkte hergestellt werden können. Dabei wird Biogas in Synthesegase mit einem hohen Anteil von Wasserstoff und Kohlenmonoxid umgewandelt. Die Synthe-

33 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, »Biomethan«, <https://biogas.fnr.de/nutzung/biomethan/> (20.7.2019).

34 Christian Schmidt, Thomas Kuchling und Sven Kureti, »Herstellung von Paraffinwachsen aus Biogas mittels Fischer-Tropsch-Synthese«, in *Tagungsbericht Thermochemische Konversion – Schlüsselbaustein für zukünftige Energie- und Rohstoffsysteme*, DGMK-Fachbereichstagung 23.–24. Mai 2019, Dresden 2019, S. 171–176.

segase bilden nach ihrer Reinigung den Ausgangspunkt für die Herstellung neuer Grundchemikalien, wie z. B. Methanol. Im Gegensatz zur Energiewirtschaft ist die chemische Industrie nahezu alternativlos auf die Nutzung von Kohlenstoffträgern angewiesen. Mit der stofflichen Nutzung von Biogas könnte langfristig eine Alternative zur energetischen Verwertung geschaffen werden. Einerseits wäre dies ein Beitrag zur Dekarbonisierung des Energiebereichs, andererseits könnten neue Geschäftsfelder für den Erhalt der bestehenden Biogaskapazitäten mit deutlich höherer Wertschöpfung entwickelt werden. Zudem könnte damit auch die Rohstoffbasis der organischen chemischen Industrie verbreitert werden, fossile Rohstoffe geschont und Importabhängigkeiten verringert werden.

4. Rolle der Umweltpolitik

Das hier behandelte Thema »Biogas« zeigt besonders deutlich, welchen Einfluss Regulierungen der Umweltpolitik haben bzw. haben können. Einige Aspekte, die insbesondere auch für die Umsetzung der oben kurz erwähnten Perspektiven relevant sein können, sollen im Folgenden aufgezeigt und erläutert werden.

Die Tatsache, dass umweltpolitische Vorgaben, wie etwa das EEG, zunächst zum deutlichen Aufschwung in der Nutzung von Biogas als erneuerbarem Energieträger beigetragen haben, dass aber dann mit der Novellierung des EEG in 2014 ein ebenso deutlicher Umschwung eingetreten ist, weist hin auf die steuernde Wirkung der betreffenden Vorgaben, auf deren Effektivität, aber auch darauf, dass man vorsichtig und überlegt mit diesen Instrumenten der Umweltpolitik umgehen sollte.³⁵

Es steht sicher außer Frage, dass die anthropogenen Einflüsse auf den Klimawandel kurzfristig nicht ohne staatliche Eingriffe, also umweltpolitische Maßnahmen, reduziert werden können. Das hängt mit dem Charakter eines öffentlichen Gutes zusammen, den das Klima zweifelsohne besitzt: Jeder von uns hat mit seinen Aktivitäten kaum Einfluss auf das Klima, notwendige Maßnahmen unterbleiben damit in aller Regel. Ziel der betreffenden umweltpolitischen Eingriffe ist demnach, geeignete Verhaltensänderungen herbeizuführen.

35 Auf die Effektivität der bundesdeutschen Klimapolitik, vor allem auf der Grundlage des EEG, im Kontext der europäischen Anstrengungen mit dem Emissionshandelssystem, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Darüber wurde viel gesagt und geschrieben. Vgl. etwa <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/hans-werner-sinn-eeg-schuetzt-das-klima-nicht/150/3095/196577> (26.7.2019).

Dies kann über Ge- und Verbote genauso geschehen, wie über marktorientierte Instrumente, zu denen vor allem die Umweltsteuern sowie die Umweltzertifikate gerechnet werden.

In diesem Sinne hat die Bundesregierung mit dem EEG stimulierend eingegriffen, um die Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energieträgern kostendeckend zu machen, was auch zweifelsohne gelungen ist, vielleicht besser als erwartet. Da jeder, ob Haushalt oder Unternehmen Strom aus erneuerbaren Energien zu festen Preisen vorrangig in das öffentliche Netz einspeisen konnte, verbarg sich dahinter ein gutes Geschäftsmodell: kalkulierbare Kosten bei unbeschränkter Nachfrage zu fest vorgegebenen Preisen. Dieses Geschäftsmodell gilt nicht mehr seit der Novellierung des EEG mit den oben erläuterten Auswirkungen. Die derzeitige Diskussion über die Einführung einer CO₂-Steuer wird die Lage möglicherweise nicht einfacher machen. Auch wenn Biogas als klimaneutral gilt, entsteht bei seiner Verbrennung CO₂. Und auch, wenn es zunächst nicht der Besteuerung unterliegt, so könnte sich dies in einem sich stetig wandelnden Umfeld auch mal ändern.

Wie also soll mit Biogas künftig umgegangen werden? Im obigen Abschnitt wurden schon einige Perspektiven für das Biogas angedeutet. In der öffentlichen Diskussion gibt es allerdings noch sehr unterschiedliche und weit auseinanderliegende Meinungen. Einerseits wird etwa der weitere Ausbau gefordert, um es beispielsweise als Heizmittel im Wohnungsbau, als Treibstoff für Busse etc. zu verwenden, oder um Energie zu speichern.³⁶ Andererseits wird, wie oben schon erwähnt, auf eine möglicherweise doch negative CO₂-Bilanz sowie auf den hohen Flächenverbrauch hingewiesen, zum Teil verbunden mit Monokulturen von Energiepflanzen, wie etwa Mais.

In Hinblick auf das vorhin Gesagte sollte klar sein, dass die Richtung letztlich von der Politik vorgegeben werden muss und vorgegeben werden wird, und zwar durch entsprechende Änderungen in den umweltpolitischen Rahmenbedingungen. Mit der Novellierung des EEG wurde damit ja schon begonnen.

Eine vollständige Eliminierung der Erzeugung von Biogas wird sicherlich nicht gewollt sein – es wird weiterhin beachtliche Mengen an landwirtschaftlichen Reststoffen, wie z. B. Gülle, sowie Bioabfälle im Haushaltsmüll geben, die energetisch verwertet werden können. Wie man diese Ausrichtung umweltpolitisch befördern könnte, soll kurz zur Diskussion gestellt werden.

36 Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, »Gas kann grün: Die Potentiale von Biogas/Biomethan«, https://www.bdew.de/media/documents/Awh_20190426_Gas-kann-gruen-Potentiale-Biogas.pdf (26.7.2019).

Ein erster Ansatz könnte in der Tat darin bestehen, die Verbrennung von Biogas der CO₂-Steuer zu unterwerfen. Wie oben ausgeführt, gäbe es dafür einige Gründe. Dieser Eingriff hätte schnell zur Folge, dass die weitere energetische Nutzung von Biogas stark reduziert würde. Um die Wirkung dieser Maßnahme »sozial-verträglich« zu gestalten, könnte man Altanlagen ausnehmen. Alternativ könnte man sich auch vorstellen, dass nur die Verbrennung von Biogas, erzeugt aus üblicherweise anfallenden Reststoffen, steuerfrei bleibt, um auf diese Weise den Anbau von Energiepflanzen zurückzudrängen.

In jedem Fall würden dadurch die erwähnten stofflichen Nutzungen des Biogases in den Vordergrund gerückt. Hier ergeben sich jedoch auch einige Herausforderungen mit dem Aspekt der dezentralen Energieerzeugung, der bei der energetischen Verwertung des Biogases nicht ganz unerheblich ist. Mit der stofflichen Nutzung in der chemischen Industrie stellt sich natürlich die Frage des Transports des Biogases von vielen kleinen und regional verstreuten Anlagen zu einem Standort der chemischen Industrie.

5. Fazit

Der einstige Hoffnungsträger Biogas hat an Attraktivität verloren und sich zunehmend zu einem Problemfall entwickelt.

Den unbestrittenen Vorteilen, wie der im Vergleich zu fossilen Energieträgern deutlich positiveren CO₂-Bilanz, der Möglichkeit zur bedarfsgerechten Deckung von Grund- und Spitzenlasten, der Speicherfähigkeit sowie den Beschäftigungs- und Einkommenswirkungen im ländlichen Raum, stehen eine Reihe ernstzunehmender Nachteile gegenüber. Diese betreffen insbesondere die mit dem Anbau nachwachsender Rohstoffe verbundenen negativen Umweltwirkungen auf Böden, Wasser, Luft und Biodiversität sowie Nutzungskonkurrenzen innerhalb der energetischen Nutzungsformen und zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Nicht zuletzt steht aktuell auch die ökonomische Tragfähigkeit auf dem Prüfstand.

Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien müssen die Rohstoffe für Bioenergie ständig neu produziert werden. Die dafür notwendigen Produktionsprozesse sind insbesondere durch den Düngemiteleinsatz und Kraftstoffbedarf energieintensiv und nicht treibhausgasneutral. Problematisch sind vor allem auch die vergleichsweise hohen Stromgestehungskosten bei Biogas, die die wirtschaftliche Tragfähigkeit nach dem EEG 2017 zumindest in Frage stellt.

Langfristig ist zwar nach vorliegenden Szenarien eine schrittweise Reduzierung bzw. ein Ausstieg aus der biogasbasierten Stromerzeugung durchaus denkbar, die gezeigten Alternativen für die Biogasbranche im Wärme- und

Kraftstoffbereich bedeuten aber im Kontext der Dekarbonisierung schlussendlich nur eine Problemverschiebung. Dies ist dadurch begründet, dass Bioenergie, gleich in welcher Form, im Unterschied zu allen anderen erneuerbaren Energien auf der Nutzung von Kohlenstoffträgern basiert. Die damit verbundenen Treibhausgasemissionen sind zwar deutlich geringer als bei der Nutzung fossiler Energieträger, fallen aber dennoch permanent an. Eine vollständige Dekarbonisierung des Energiebereiches ist damit ebenso nicht realisierbar wie die Schaffung geschlossener Kohlenstoffkreisläufe.

Gibt man, ähnlich wie im Kreislaufwirtschaftsgesetz, der stofflichen Nutzung Vorrang vor der energetischen Verwertung, könnte sich hier die stoffliche Nutzung von Biogas als Option für die Herstellung von Grundchemikalien für die chemische Industrie anbieten. Damit wären nicht nur deutlich höhere Wertschöpfungseffekte als bei der Stromgewinnung erreichbar, sondern auch eine Verbreiterung der Rohstoffbasis der organischen chemischen Industrie auf Basis erneuerbarer Kohlenstoffträger. Die organische chemische Industrie steht ebenso wie die Energiewirtschaft vor der Aufgabe, ihre Produktionsprozesse bis 2050 weitgehend CO₂-neutral zu gestalten. Die Symbiose beider Bereiche verspricht sowohl für die Energiewende als auch für die Rohstoffwende positive Effekte. Für die Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele bis 2050 reicht eine Energiewende allein nicht aus. Sie ist aber sicher der entscheidende Faktor im Rahmen einer notwendigen »Treibhausgaswende«.

Nicht zu vergessen ist in diesem Kontext die Rolle, die der Umweltpolitik zukommt. Sie muss – wie sie das bisher schon getan hat – die Richtung für die künftige Entwicklung der Nutzung des Biogases vorgeben. Dass dies alles andere als eine einfache Aufgabe ist, zeigen die Erfahrungen mit dem EEG und anderen umweltpolitischen Regulierungen in der jüngsten Vergangenheit.