

Ökobilanz belegt Umweltwirkungen

Biogasanlagen Welche Umweltwirkungen der Betrieb einer Biogasanlage hat und wie sie im Vergleich zur konventionellen Stromerzeugung abschneidet, kann über das Bewertungsinstrument der Ökobilanz untersucht werden. Im April wurde eine entsprechende Studie in Niedersachsen fertig gestellt. Sie zeigt Stärken und Schwächen der Stromerzeugung mittels Biogasanlagen auf.

Die Biogasnutzung spielt in Niedersachsen eine bedeutende Rolle. Seit 2004 hat sich im Bundesland mit der höchsten installierten Anlagenleistung die Zahl der Biogasanlagen verdreifacht. Die ökologische Vorteilhaftigkeit von Biogasanlagen wird derzeit kontrovers diskutiert, da der Biomasseanbau für die Biogaserzeugung bereits jetzt einen prägenden Einfluss auf die Fruchtfolge in der Landwirtschaft und damit auch auf das Landschaftsbild und dessen Funktionen hat.

Regionale Unterschiede

Welche Umweltwirkungen der Betrieb einer Biogasanlage hat und wie sie im Vergleich zur konventionellen Stromerzeugung abschneidet, kann über das Bewertungsinstrument der Ökobilanz untersucht werden. In einer Ökobilanz werden alle Stoffe und Energien, die in ein Produktionssystem ein- und ausgehen, genau erfasst, wobei alle Lebenswege inklusive ihrer Vorketten betrachtet werden. Im Falle der Biogasanlagen bedeutet dies: Von der Bewirtschaftung der Flächen für den Substratanbau über die Materialaufwendungen für den Bau der Anlage, Transporte von Baustoffen, Biomasse, Gülle und Gärrest bis hin zum Betrieb der Anlage und der Konversion des Biogases im Blockheizkraftwerk werden alle Prozesse in die Betrachtung einbezogen.

Anschließend werden Stoffe mit ähnlicher Wirkung auf die Umwelt in Wirkungskategorien zusammengefasst. Beispielsweise besitzen die Stoffe Kohlendioxid, Methan und Lachgas eine Treibhausfördernde Wirkung, weshalb

sie in der Kategorie Klimawandel zusammengeführt werden können. Hierzu werden die unterschiedlich hohen Treibhauswirkungen der einzelnen Stoffe in Form von CO₂-Äquivalenten ausgedrückt und zusammengerechnet. Auf diese Weise können auch andere Formen von Umweltwirkungen als Zahlenwert ausgedrückt werden, so zum Beispiel Überdüngung und Versauerung oder der Verbrauch fossiler Ressourcen.

Das Land Niedersachsen gliedert sich in höchst unterschiedliche Landschaftsräume, in denen sich auch die Anbaubedingungen für Biomasse sowie die Verfügbarkeit von Wirtschaftsdüngern erheblich unterscheiden. Für eine Studie der Georg-August-Universität Göttingen zur Untersuchung der Umweltwirkungen von Biogasanlagen wurden daher in Zusammenarbeit mit dem 3N Kompetenzzentrum im Auftrag



Foto: Kahnt-Ralle

Biogasanlagen können sehr umweltfreundlich betrieben werden.

des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz fünf Anlagen aus typischen niedersächsischen Regionen ausgewählt: die Ackerbauregio-

nen Südniedersachsen und Lüneburger Heide, eine Veredelungs-, eine Milchvieh- sowie eine Mischregion. Für diese fünf Biogasanlagen wurde eine ökobilanzielle Bewertung durchgeführt, wobei erstmalig konkret die niedersächsischen Verhältnisse in einer solchen Untersuchung berücksichtigt wurden. In der Tabelle sind die wesentlichsten Charakteristika der untersuchten Anlagen zusammengestellt.

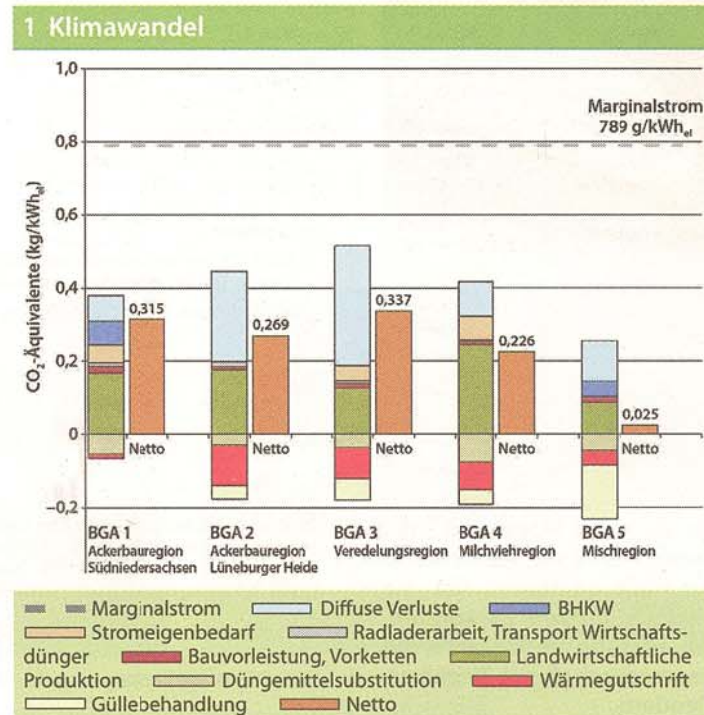
Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung werden pro erzeugte Kilowattstunde elektrischer Energie angegeben, was die einzelnen Anlagen untereinander sowie mit der konventionellen Stromerzeugung vergleichbar macht. Strom ist allerdings nicht der einzige Nutzen, der entlang der Biogaserzeugung und -nutzung entsteht. Gülle emittiert durch die Vergärung im Fermenter weniger klimarelevante Gase. Der Gärrest wird als Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt und kann so energie- und ressourcenintensiv hergestellten Mineraldünger ersetzen.

Zusatznutzen verrechnet

Die im Blockheizkraftwerk entstehende Wärme kann zur Trocknung, Beheizung oder Desinfektion verwendet werden. Diese bereitgestellten Zusatznutzen werden mit den Ergebnissen der untersuchten Anlagen in Form von Gutschriften verrechnet.

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Wirkungskategorie Klimawandel grafisch dargestellt. Die ausgestoßenen Mengen der CO₂-Äquivalente befinden sich oberhalb, die Gutschriften für die Nutzung von Nebenprodukten unterhalb der Nulllinie. Die Nettoergebnisse sind jeweils als separate Säule dargestellt, hier wurde der untere Teil der Säule vom oberen Teil abgezogen.

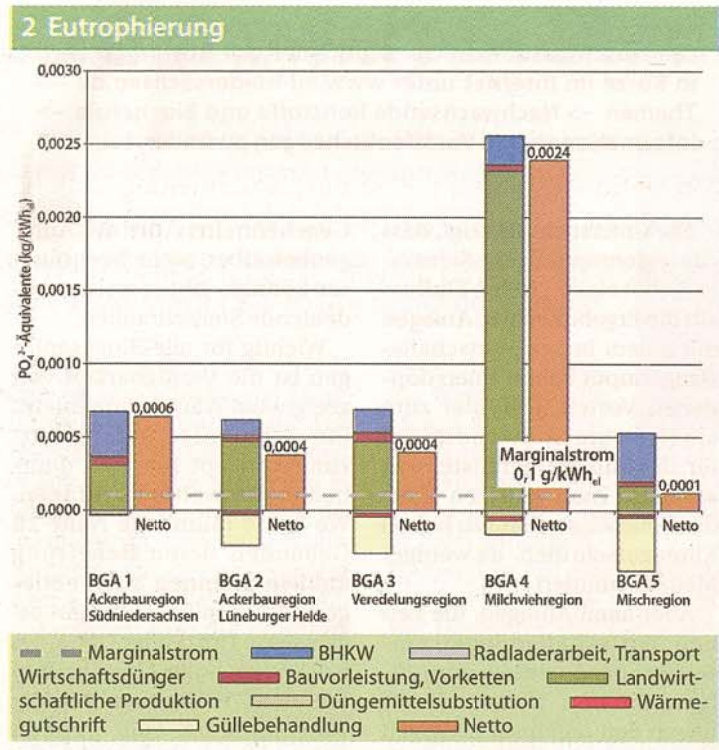
Das Treibhauspotenzial, das bei der Stromerzeugung durch fossile Energieträger entsteht,



ist im Diagramm als gestrichelte Linie angegeben und wird als Marginalstrom bezeichnet. Es beträgt 789 g CO₂-Äquivalente/kWh_{el}. Auffällig ist, dass in der Kategorie Klimawandel alle untersuchten Biogasanlagen besser als die fossile Stromerzeugung abschneiden. Am vorteilhaftesten unter den Biogasanlagen ist BGA 5 in der Mischregion mit 25 g CO₂-Äquivalenten netto. Für die Erzeugung von einer Kilowattstunde elektrisch (kWh_{el}) werden im Vergleich zur fossilen Stromerzeugung an dieser Anlage somit 764 g CO₂-Äquivalente eingespart.

Große diffuse Verluste

Wo genau entstehen die meisten Treibhausgase? Im Diagramm fallen die großen Anteile der landwirtschaftlichen Produktion der Substrate (grün) und die sogenannten diffusen Verluste (hellblau) auf. In der Landwirtschaft entstehen im Zuge der Düngung Lachgas- und Ammoniakemissionen, die eine starke Treibhauswirkung besitzen. Vor allem BGA 4 sticht mit einem hohen Anteil klimarelevanter Emissionen hervor. Diese Anlage setzt überwiegend Grassilage ein, die relativ stickstoffintensiv an-



gebaut wird und damit einhergehend viel Lachgas freisetzt. Unter diffusen Verlusten versteht man Methanemissionen, die in jedem Prozessschritt entlang der Gärstrecke auftreten können: von der Silageplatte über Pump- und Förderleitungen, den Tragluftdächern der Fermenter und Nachgärer, bei denen häufig der Abschluss mit der Betonwand nicht zu

100 % gasdicht ist bis hin zur Verbrennung im BHKW. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang die Gärrestlager, deren Abdeckung einen wesentlichen Einfluss auf die Klimabilanz hat. Die Anlagen BGA 2 und BGA 3 besitzen offene Gärrestlager, deren erhöhte Methanverluste in der Grafik deutlich zu erkennen sind. Bei den Anlagen BGA 1

und BGA 5 fallen des Weiteren dunkelblaue Säulenabschnitte auf, deren Ursache im BHKW liegt. Diese Anlagen verwenden in Zündstrahlmotoren fossiles Zündöl. Das Zündöl brennt im Gegensatz zur reinen Biogasverbrennung in Gasmotoren nicht klimaneutral ab, sondern setzt fossiles CO₂ frei.

Nicht in allen Wirkungskategorien schneiden Biogasanlagen besser ab als das fossile Vergleichssystem. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse der Wirkungskategorie Eutrophierung. Alle untersuchten Biogasanlagen tragen für die Erzeugung einer kWh_{el} stärker zur Überdüngung bei als die konventionelle Stromerzeugung. Hauptverantwortlich für die Emissionen sind landwirtschaftliche Prozesse sowie die Verbrennung des Biogases im BHKW, wobei hier Anlagen mit fossilem Zündöl erneut stärker hervortreten.

BGA 4 sticht in dieser Grafik besonders stark heraus, was in der stickstoffintensiven Bewirtschaftung der Grasflächen in Verbindung mit einem relativ großen landwirtschaftlichen Flächenbedarf begründet liegt. Ganz ähnlich sehen die Ergebnisse der Kategorie Versauerung aus.

An diesen Schrauben sollte man drehen

Folgende Praxisempfehlungen können aufgrund der Studienergebnisse in Bezug auf eine Verringerung der potenziellen Umweltwirkungen durch die Produktion von Strom aus Biogas gegeben werden:

- Für das landwirtschaftliche Produktionssystem gelten als Empfehlungen allgemein die Kriterien der guten landwirtschaftlichen Praxis. Insbesondere bei der Ausbringung organischer Dünger sind emissionsarme Techniken und eine zeitnahe Einarbeitung entscheidend, um Stickstoffemissionen zu vermeiden. Außerdem ist auf den effizienten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln zu achten.
- Methanleckagen bedeuten neben Treibhausgasemissionen auch Ertrageinbußen.

Übersicht der untersuchten Anlagen

	BGA 1	BGA 2	BGA 3	BGA 4	BGA 5
Region	Ackerbauregion Südniedersachsen	Ackerbauregion Lüneburger Heide	Veredelungsregion	Milchviehregion	Mischregion
Inbetriebnahme	Dezember 2005	Dezember 2006	Dezember 2006	Dezember 2005	2006
Nass/Trockenfermentation	Trockenfermentation	Trockenfermentation	Nassfermentation	Nassfermentation	Nassfermentation
Tierische Exkrememente	keine	Hühnertrockenkot	Rindergülle, Schweinegülle	Rindergülle	Rindergülle, Rindermist
Kosubstrate	Silomais, Roggen-GPS, Körnergetreide, Zuckerrüben	Silomais, Roggen-GPS, Körnergetreide	Silomais, GPS, Zuckerrüben	Silomais, Grassilage	Silomais, CCM/Körnermais, (Gras-) Silagereste
Gesamtsubstratdurchsatz (t/a)	12.000	10.560	14.975	19.030	39.300
Abdeckung Gär-rückstandslager	Folie, gasdicht	1. gasdicht, 2. offen	Folie, nicht gasdicht	Folie, gasdicht	1. gasdicht, 2. offen
Motortyp, -anzahl	Zündstrahlmotor, 2	Gasmotor, 1	Gasmotor, 1	Gasmotor, 2	Zündstrahlmotor, 3
Gesamtleistung (kW _{el})	2 x 300 = 600	537	526	190 + 347 = 537	2 x 265 + 340 = 870
Wärmenutzung	Holz-, Getreide-, Maistrocknung	Scheitholz-, Hack-schnitzel-, Getreidetrocknung	Freizeiteinrichtung, Wohnhaus, Stallanlage, HS-Trocknung	Nahwärmenetz: 17 Wohnhäuser, Melkkarussell	Wohnhäuser, Arbeitsräume, Melkstand

Beim Betrieb der Biogasanlage sind sie zu lokalisieren und zu beheben. Über spezielle Messgeräte sollten undichte Bereiche in den einzelnen Komponenten der Biogasanlage identifiziert werden.

- Die Gärrestlager sollten gasdicht abgedeckt werden.
- Das Kuppelprodukt Wärme sollte so effektiv wie möglich eingesetzt werden. Durch den Einsatz der BHKW-Abwärme für die Gebäudebeheizung, für eine Getreide- und Holz-trocknung sowie zur Kochendwasserbereitung für den Melkstand konnten hohe CO₂-Einsparungen erzielt werden.
- Aus ökologischer Sicht sind Gas-Otto-Motoren den Zündstrahlmotoren vorzuziehen, vor allem wenn letztere noch mit fossilem Zündöl betrieben werden.

Der Abschlussbericht der Studie der Uni Göttingen wird in Kürze im Internet unter www.ml-niedersachsen.de --> Themen --> Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie --> Informationen und Veröffentlichungen zu finden sein.

Die Untersuchung zeigt, dass das regionsspezifische Substratangebot einen großen Einfluss auf die Ergebnisse hat. Anlagen mit einem hohen Wirtschaftsdüngerinput haben einen doppelten Vorteil, weil hier zu einem kaum Aufwendungen für die Substratbereitstellung anfallen. Zum anderen führt die Güllebehandlung zu hohen Klimagutschriften, da weniger Methan emittiert wird.

Aber auch Anlagen, die keinen Wirtschaftsdünger einsetzen, produzieren umweltfreundlichen Strom. Denn neben den regionsabhängigen

Gegebenheiten, die die Anlagetreiber nicht beeinflussen können, gibt es weitere bedeutende Stellschrauben.

Wichtig für alle Biogasanlagen ist die Verfügbarkeit von geeigneten Wärmeabnehmern. Ein effizientes Wärmenutzungskonzept führt zu deutlichen Umweltentlastungen. Wo keine räumliche Nähe zu Gebäuden deren Beheizung anbietet, können auch entlegene Anlagen über eine gut organisierte Holz- oder Getreidetrocknung hohe Gutschriften erzielen. Völlig unabhängig vom Standort, aber äußerst

entscheidend für das Bilanzergebnis, ist die Gasdichtheit der Gärstrecke einschließlich der Gärrestlager. Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass Gärrestlager ohne Kuppeldach bald der Vergangenheit angehören sollten. (Mehr Infos: Schmehl, M., Hesse, M. & Geldermann, J.: Ökobilanzielle Bewertung von Biogasanlagen unter Berücksichtigung der niedersächsischen Verhältnisse. Research Paper Nr. 11 der Georg-August-Universität Göttingen, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Schwerpunkt Unternehmensführung, Professur für Produktion und Logistik, Göttingen April 2012; martina.hesse@wiwi.uni-goettingen.de)

Martina Hesse,
Meike Schmehl,

Prof. Jutta Geldermann,
Universität Göttingen

Turm aus Holz soll große Windkraftanlagen tragen

Windenergie Am Stadtrand von Hannover wird jetzt der weltweit erste große Holzturm für Windkraftanlagen gebaut. Die üblicherweise verwendeten Materialien für diese Türme sind Stahl und Beton. Da die Türme für Windkraftanlagen jedoch immer höher werden, gibt es zunehmend Probleme mit der Größe beim Transport. „Das muss doch auch anders gehen“ dachte sich der Bauingenieur Gregor Prass und gründete zusammen mit Holger Giebel ein Start-up-Unternehmen mit dem Namen „Timbertower“, um die Idee vom Turm aus Holz Wirklichkeit werden zu lassen. Bis zum Baubeginn Ende April war es ein langer Weg, auf dem die Ingenieure an dem Holzturm tüftelten. Schließlich muss er das Gewicht von 100 t tragen können, das die heutigen Turbinen der Multimegawattklasse auf die Waage bringen.

Der Holzturm besteht aus einer Vielzahl von vorgefertigten Elementen, die im Container auf der Baustelle angeliefert und dort zusammengesetzt werden. Eine Fachwerk-konstruktion bildet das Innere des Turms, auf die Platten aus ver-



Der Holzturm für Windenergieanlagen besteht aus vielen Teilen, die sich leichter transportieren lassen.

leimtem Brettschichtholz montiert werden. Als Wetterschutz wird dann noch eine Folie auf die Turmhaut verklebt, wie sie auf Flachdächern verwendet wird. Der erste Turm, der jetzt auf einem Gelände der Universität Hannover gebaut wird, hat eine Höhe von 100 m und soll eine 1,5 MW-Turbine der Firma Vensys tragen. Der Strom, der damit produziert wird, reicht theoretisch aus, um 1.000 Haushalte zu versorgen.

Für den Turm wurden 400 m³ Fichtenholz verbaut. Berechnet

wurde eine Lebensdauer von 20 Jahren; Giebel geht aber davon aus, dass der Turm 40 Jahre halten kann. Damit könnte er während seiner Lebensdauer eine zweite Generation von Turbinen tragen. Stahl dagegen verwittert. Außerdem lässt sich der Holzturm problemlos mit der Kettensäge „zurückbauen“. Vor der thermischen Verwertung sollte aber noch die stoffliche Nutzung als Holzhaus oder Carport stehen. Rund 400 t CO₂ sind im Holz gebunden, das während des Wachstums

der Bäume der Atmosphäre entzogen wurde.

Vor einem Jahr ist Prof. Edwin Kohl als Investor in das junge Unternehmen eingestiegen. „In der Windkraft sehe ich großes Potenzial“, sagt der ökologisch orientierte Pharma-Unternehmer, der in Frankreich an der Produktion des Elektroautos Mia beteiligt ist. „Weltweit werden jährlich 30.000 Türme gebaut“, berichtet Kohl.

Sein Ziel ist es, Strom aus Windkraft für unter 5 Ct je kWh zu produzieren. Kohl ist sicher, dass dies mit dem Turm möglich sein wird. „Türme sind Hauptbestandteil einer Windkraftanlage und machen etwa 30 bis 40 % der Gesamtkosten aus“, ergänzt Holger Giebel.

Bislang hat das Projekt „Timbertower“ in der ersten Finanzierungsrunde eine Investition von 2,5 Mio. € erfordert. Giebel geht davon aus, dass sich dieser Betrag bis Mitte Juni verdoppeln kann, bis sich das Windrad zum ersten Mal dreht. Konkrete Planungen gibt es bereits für eine zweite Anlage im Raum Nienburg mit einer Nabenhöhe von 140 m, die einen Generator mit einer Leistung von 2,5 MW tragen soll.

Thomas Gaul