

Producción Sostenible de Biogás

Manual para agricultores ecológicos



Autores

Florian Gerlach, Beatrice Grieb, Uli Zerger (FiBL)

Con la colaboración de

Wolfgang Baaske, Mirosław Baściuk, Liliana Gamba, Fernando García, Martin Geisthardt, Carlos Hasenpusch, Anja Haupt, Frank Hofmann, Volker Jaensch, Antje Kölling, Lone Klit Malm, María José Pérez Gay, Agnieszka Puzio, Borislav Sandov, Albena Simenova, Michael Tersbøl, Steven Trogisch, Ulf Weddige, Anna Wilińska

Edición

Julia Meier, Frank Wörner (FiBL)

Publicado por

FiBL Projekte GmbH, Postfach 90 01 63, 60486 Frankfurt am Main, Alemania

Phone: +49 69 7137699-0, Fax: +49 69 7137699-9, E-Mail: info.deutschland@fibl.org

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este manual puede ser reproducida de ninguna manera ni por ningún medio, para ser usada para usos comerciales, sin la autorización escrita del editor. El editor no garantiza la completa y correcta información de este manual.

Este manual fue elaborado como parte del proyecto SUSTAINGAS. La versión inglesa del manual ha sido traducida al búlgaro, danés, francés, alemán, polaco y español. Para cada edición en las diferentes lenguas, fue adaptado el capítulo 8, "Más información"

Versiones impresas de esta publicación están disponibles de manera gratuita para todos los socios (Ver parte interior de contraportada). Versiones electrónicas del manual pueden ser descargadas como archivo PDF en www.sustaingas.eu.

Noviembre 2013

Contenidos

1 Biogás ecológico – ¡Echa un vistazo!	4
2 Conceptos Básicos en la producción de biogás	6
3 ¿Qué es el biogás ecológico?	9
Descripción del biogás ecológico	9
¿Qué opinan los agricultores?	9
Reglamentación de biogás en la agricultura ecológica	10
Conceptos de biogás en granjas ecológicas	13
4 Producción de biogás ecológico en la UE	15
5 ¿Por qué biogás ecológico?	18
¿Más alimentos con biogás ecológico?	18
¿Mejora económica con biogás ecológico?	21
Biogas ecologico, ¿mejor para el medioambiente?	24
6 Buenas prácticas	30
7 Empezando	35
Primeros pasos	35
Suministro de biogas	42
Producción de biogás	46
Utilización del biogás	48
Uso del digestato	50
Eficiencia	52
8 Más Información	54

1 Biogás ecológico – ¡Echa un vistazo!

¿Encaja la producción de biogás con la idea de la agricultura ecológica y el principio de una economía de reciclaje natural? ¿Pueden ser combinadas la agricultura ecológica y la producción de biogás para una mayor sostenibilidad y un mayor éxito? Este manual proporciona respuestas a estas complejas cuestiones y da información a agricultores y a aquellos interesados en el biogás ecológico.

La agricultura ecológica y la producción de energía renovable a partir de biomasa agrícola van en aumento, ambas políticamente respaldadas por razones de sostenibilidad. La producción de biogás ecológico basado en la combinación de ambos conceptos en tierras agrícolas puede tener efectos positivos adicionales de sinergia.

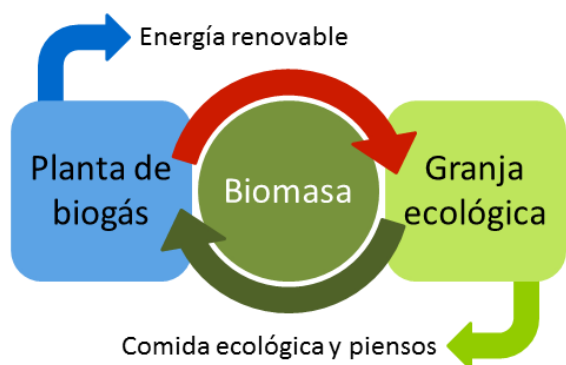


Figura 1: integración de la producción de biogás en la agricultura orgánica. Fuente: Tersbøl M., and Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAININGAS Report D 3.1, online at www.sustainingas.eu/strategy.html.

Para mostrar porque merece la pena considerar la producción de biogás en la agricultura ecológica para agricultores, políticos, y a los interesados en la sostenibilidad, la siguiente lista muestra una impresión general de los beneficios:

- Producción de energía renovable.
- Protección del clima.

- Ninguna competencia con alimentos cuando se utilicen legumbres, cultivos de rotación, material de conservación, residuos y subproductos como origen de la biomasa
- Ciclos de nutrientes cerrado
- Optimizar la rotación y el sistema de cultivo
- Digestato como fertilizante versátil y flexible
- Incremento en la calidad y rentabilidad del cultivo
- Fuente de beneficio alternativo
- Suministro de energía independiente

Este manual se centra en aspectos concretos de la producción de biogás cuando se integra en la agricultura ecológica. La fermentación anaeróbica y la tecnología básica usada son similares en todos los sistemas de producción de biogás. Sin embargo, normalmente el aporte de biomasa será diferente. Requiere diferencias en el proceso y la tecnología de la producción de biogás para la agricultura ecológica. Además, la importancia del sistema de biogás en la producción de cultivos es mucho mayor en sistemas ecológicos, resultando en un enfoque económico modificado que engloba toda la granja.

Después de tratar sobre cuestiones más generales en los primeros cinco capítulos, esta guía sobre la producción de biogás ecológico continuará concretando con ejemplos y orientación práctica. A continuación de esta introducción (capítulo uno), las bases generales de la producción de biogás se describen en el capítulo dos. El capítulo tres explica qué hace a la producción de biogás en la agricultura ecológica diferente de otros sistemas, mientras que en el capítulo cuatro se describe la situación de la producción de biogás en algunos países Europeos. ¿Por qué el biogás orgánico es tan valioso no solo para el medio ambiente sino también para el agricultor? se explica en el capítulo cinco, seguido de ejemplos sobre cómo producciones de biogás se han puesto en marcha en granjas ecológicas en el capítulo seis. El capítulo siete explica cómo instalar una planta de biogás. Dos páginas auxiliares en el

capítulo ocho proporcionan un enlace a fuentes y contactos con mayor información.

La producción de biogás ecológico combina energías renovables y agricultura ecológica. Ambos son conceptos importantes en lo que se refiere al desarrollo sostenible.

2 Conceptos Básicos en la producción de biogás

Este capítulo describe algunos de los fundamentos generales en la producción de biogás agrícola, para ayudar al lector a entender aspectos concretos de la producción de biogás en la agricultura ecológica presentados en los siguientes capítulos.¹

La Sustancia

Biogás es un combustible mezcla de gases producidos por la fermentación natural de biomasa húmeda bajo la exclusión del oxígeno (Digestión anaerobia/ fermentación). El principal componente combustible, el Metano, está presente en un 50 al 75 por ciento del volumen (Vol.-%). Otras moléculas presentes en el biogás son Dióxido Carbónico, Sulfuro, Oxígeno y Vapor de Agua. La formación de biogás ocurre de manera natural en zonas pantanosas cuando la materia orgánica se descompone por medio de microbios anaerobios, lo que se conoce como “Gas de los pantanos”.

Tabla 1: Composición del biogás (valores medios)

Componente	Formula	Concentración
Metano	CH ₄	50-75 Vol.-%
Dióxido de carbono	CO ₂	25-45 Vol.-%
Vapor de agua	H ₂ O	2-7 Vol.-%
Sulfuro	H ₂ S	0,002-2 Vol.-%
Nitrogeno	N ₂	< 2 Vol.-%
Amoniaco	NH ₃	< 1 Vol.-%
Hidrógeno	H ₂	< 1 Vol.-%
Trazas de gases		< 2 Vol.-%

Fuente: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2009): Basisdaten Bioenergie Deutschland. FNR, Gülzow-Prützen, p. 35.

El proceso

Para producir biogás, diferentes microbios con unos requisitos medioambientales diferenciados están activos en cuatro fases consecutivas:

Hidrólisis: Los microorganismos excretan enzimas que rompen el material orgánico como los carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos en unidades más pequeñas como glucosa, glicerol, purinas y piridinas.

Acidogénesis: Bacterias fermentativas procesan los productos resultantes de la hidrólisis en acetato, dióxido carbónico, y grasos ácidos volátiles.

Acetogénesis: Los ácidos grasos volátiles y los alcoholes son oxidados en acetatos, hidrógeno y dióxido de carbono antes de convertirse en metano. Este proceso está estrechamente interconectado con la metanogénesis.

Metanogénesis: Microorganismos unicelulares especializados (archaea) producen metano del acetato, hidrógeno y dióxido de carbono. Es el proceso más lento y está severamente influenciado por las condiciones de la operación, como la materia prima, la tasa de alimentación, la temperatura y el PH.

La biomasa

En un principio, se pueden usar muchos tipos de biomasa en la producción de biogás. En las plantas de biogás agrícola, los materiales de entrada o substrato que se utiliza incluyen:

- Material fresco o ensilado, como maíz, hierba, cereal, remolacha o trébol.
- Excrementos animales, como estiércol o abono.

¹ Para una introducción exhaustiva al biogás en la agricultura ecológica, por favor consulte la bibliografía indicada en el capítulo “Más información”.

- Residuos de la producción agricultura y alimentaria, como restos de piensos animales, cascarilla, suero de leche, glicerina, paja².
- Materiales de desecho como residuos domésticos orgánicos.

Las capacidades tecnológicas y microbiológicas de la planta, la disponibilidad del sustrato, las condiciones legales, y la estrategia del manipulador influyen en la variedad del sustrato.

La tecnología

Dependiendo del tipo de biomasa, esta es introducida en la planta bombeando líquido o material viscoso y/o insertándolo, por ejemplo con alimentadores que contienen robustas palas. La mayoría de las plantas de biogás operan en un proceso casi continuo. La biomasa es introducida en el fermentador varias veces al día, y una cantidad equivalente de biomasa procesada sale por el otro extremo de la planta.

Como se observa en la figura 2, uno o más reactores impermeables al gas llamados fermentadores o digestores se encuentran en el centro de la planta de biogás. Aquí el sustrato se calienta y mezcla durante varias semanas a 37o C o a más temperatura, para posibilitar la actividad microbiana necesaria para la producción de biogás. Mientras que todas las fases de la formación de biogás suelen ocurrir en el mismo fermentador, algunas plantas proporcionan compartimentos extra para la hidrólisis.

El biogás desarrollado durante el proceso de fermentación sube a la superficie del sustrato, ayudado al ser removido y mezclado regularmente. El biogás se acumula encima del sustrato. Se almacena en depósitos flexibles de baja presión en la parte de arriba del fermentador o en depósitos externos.

² La paja tiene un alto rendimiento potencial para biogas, pero es muy poco utilizado debido a que requiere un adecuado pretratamiento/desintegración para una fermentación efectiva.



Figura 2: Gerald Schütz (derecha) agricultor ecológico en 650 ha en Stahlbrode/Germany. A pesar de las interrupciones al comienzo de la producción de su planta de biogás, fue convencido por Walter Danner's (izquierda) para producir con hidrólisis separadas a altas temperaturas. Foto: F. Gerlach, FiBL.

Después de un *tiempo de retención* de varias semanas- de menos de 20 días para plantas de estiércol especializadas, a los más de 100 días para una exhaustiva conversión de materiales ricos en lignocelulosas, la biomasa ha sido transformada en *digestato*, una mezcla viscosa y marrón con un contenido de materia seca considerablemente más baja que el material original.

El digestato se bombea a tanques de almacenamiento hasta que se usa como fertilizante. Para aplicarlo, los agricultores usan la maquinaria que utilizan para aplicar el estiércol. El digestato contiene casi todos los nutrientes del material aportado inicialmente. Solo pequeñas cantidades de sulfuro y nitrógeno se pierden como componentes de biogás o por emisión. EL nitrógeno está presente en los compuestos disponibles con una gran proporción de amoníaco.

El biogás se limpia- normalmente los sulfuros y la humedad deben ser extraídos- y se canaliza hacia el lugar donde se usa. La mayoría de las plantas de biogás lo utilizan para producir electricidad para la red nacional y calor para uso local en Unidades de Calor y Energía combinados (CPH). Estas combinan motores similares a los motores de los barcos con un generador que convierte la energía mecánica del motor en electricidad. La energía calorífica utilizable, producida por medio de este proceso, es igual o incluso mayor que la cantidad de energía eléctrica. Alrededor de un 5 a un 15 por ciento % de la energía

generada y un 10 a un 20% del calor son necesarios para el funcionamiento de la planta de biogás.

Para sustratos y circunstancias específicas, existen un gran número de variaciones y adiciones a este proceso estándar. Para la biomasa sólida y apilable, por ejemplo, el fermentador puede tomar la forma de un almacén llenado directamente por un estibador o tractor con un proceso discontinuo de la llamada *fermentación seca*. Particularmente, para

sustratos ricos en lignocelulosas como la hierba, paja o plantas leguminosas, útiles ampliaciones al sistema estándar de “fermentación húmeda” son métodos de *disgregación de biomasa* - también llamado pre-tratamiento - para acelerar el proceso microbiológico e incrementar el rendimiento del biogás. Para materiales firmemente lignificados como la paja, los rendimientos relevantes del biogás son posibles solamente con la disgregación de la biomasa.

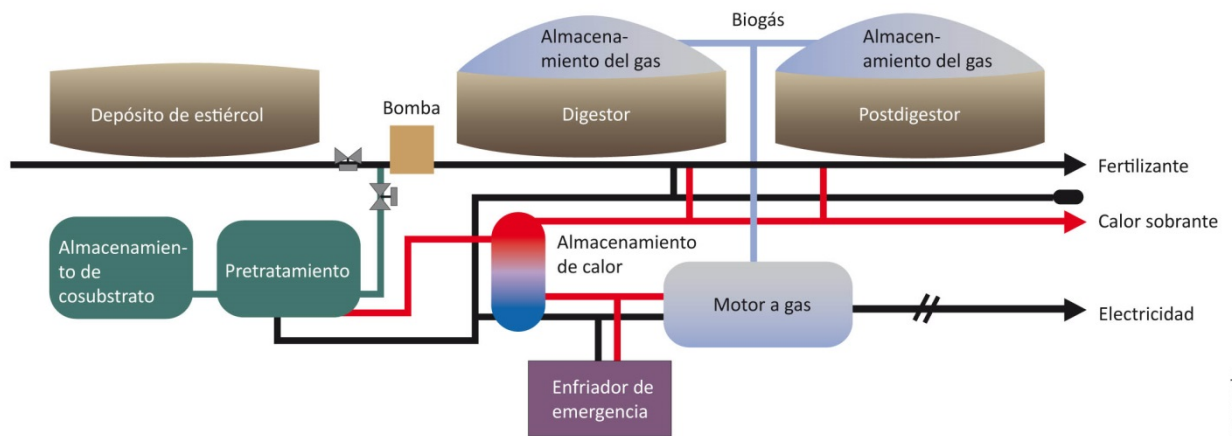


Figura 3: Principios de funcionamiento de un sistema de biogás. Ilustración: RENAC.

© www.renac.de

3 ¿Qué es el biogás ecológico?

A primera vista, la producción de biogás en la agricultura ecológica no difiere mucho de la producción general de biogás en la agricultura: La biomasa se fermenta para producir energía; el digestato se usa como fertilizante ecológico en los campos. Un examen más detallado, sin embargo, mostrará que la producción de biogás ecológico tiene un alto potencial con respecto a la sostenibilidad y a las sinergias con los procesos en los sistemas agrícolas ecológicos.

Mientras que los efectos varían ampliamente entre proyectos individuales, el contexto, las estructuras y los efectos la producción de biogás en granjas ecológicas, muestran, en general, una firme interacción sinérgica con la producción ecológica de cosecha y la cría de ganado.

Descripción del biogás ecológico

Basándose en estudios bibliográficos y en consultas a agricultores ecológicos, así como otros expertos, el equipo de SUSTAINGAS obtuvo algunos puntos esenciales para la descripción del biogás ecológico:

- La biomasa usada para generar biogás principalmente se origina en la *agricultura ecológica*, la producción de alimentos ecológicos y la conservación de material natural. El material de la agricultura convencional está limitado.
- *Los tipos de substrato* incluyen principalmente cultivos de rotación, residuos de agricultura pecuaria o de producción de cultivos, material de áreas de conservación y/o residuos biológicos no contaminados (esto significa libres de organismos transgénicos y niveles problemáticos de metales pesados) del procesado de alimentos o residuos domésticos.
- El uso de cultivos energéticos como substratos está limitado dado que la finalidad del biogás ecológico es tener impacto positivo en la

producción de alimentos, evitando una competencia por el uso del suelo.

- El *digestato* se usa como fertilizante ecológico en el propio ciclo de nutrientes de la granja ecológica. La producción de biogás ecológico pretende mejorar la fertilidad del suelo en los sistemas de agricultura ecológica.
- Un proceso seguro y eficiente con *bajas emisiones*, particularmente de metano, es esencial para la sostenibilidad.
- Se esperan impactos positivos en la *calidad del agua*, la *conservación*, y la *biodiversidad*.

¿Qué opinan los agricultores?

En un estudio de SUSTAINGAS, se preguntó a agricultores ecológicos con y sin plantas de biogás, qué consideraban ellos importante para que una planta de biogás en una granja ecológica fuese sostenible.

Para la mayoría de los agricultores los siguientes aspectos fueron cruciales: *Sostenibilidad de la calidad del suelo, evitar emisiones de metano, la composición de los materiales de entrada y la viabilidad económica. Otros asuntos importantes incluyen el trato justo para todas las personas implicadas, asuntos de salud y de seguridad y la eficiencia de la producción de gas.* (Ver figura 4).

Mientras que todas estas cuestiones son indudablemente relevantes en la producción sostenible de biogás, algunos aspectos – como el origen y la naturaleza de los substratos- están estrechamente relacionados con el sistema agrícola (ecológico y no ecológico), mientras que en relación a otros factores, por ejemplo asuntos de salud y de seguridad, el sistema agrícola es menos relevante.

Qué es importante para una planta de biogás en una granja ecológica para ser sostenible?

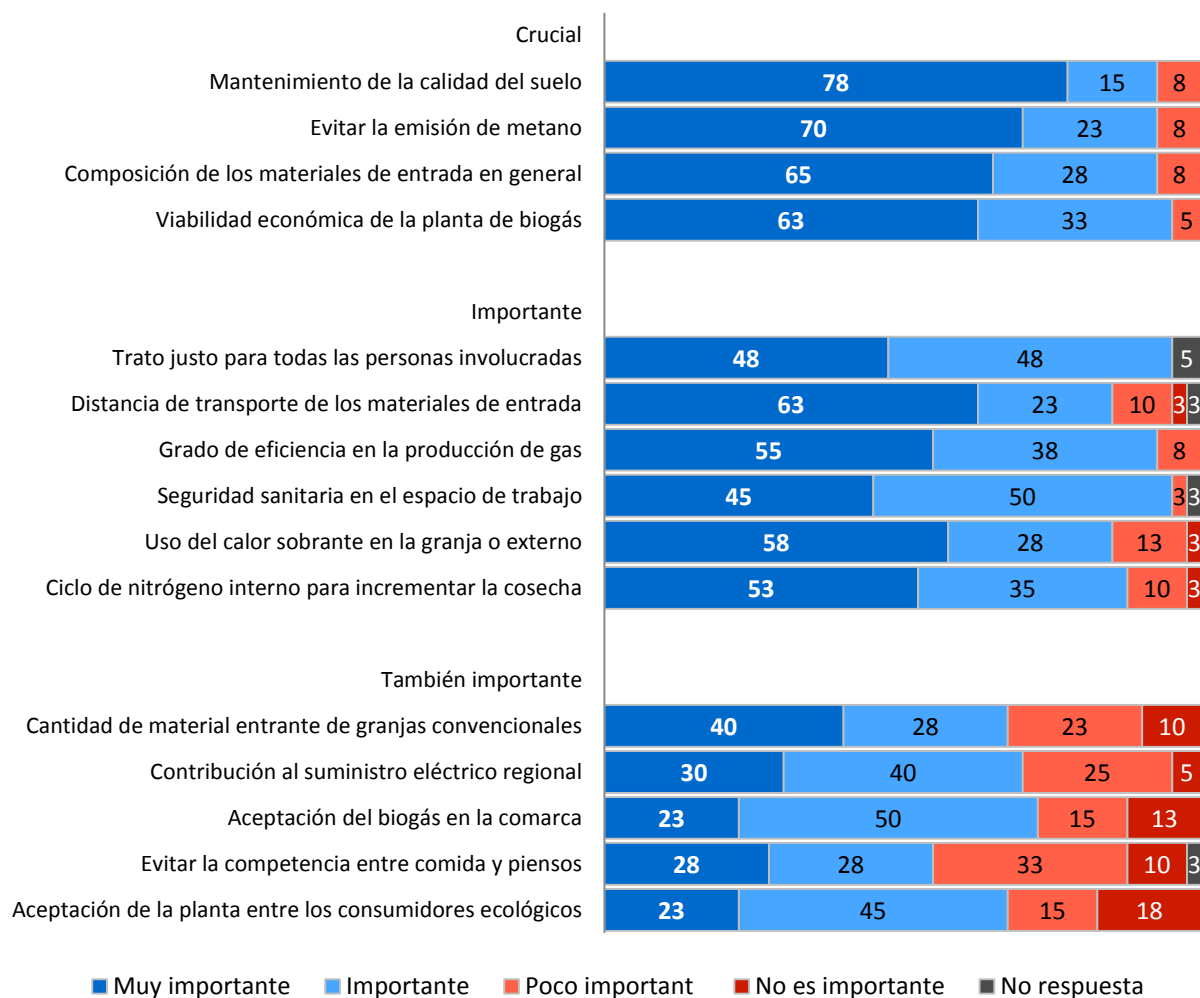


Figura 4: Aspectos para la producción sostenible de biogás. Resultados de entrevistas con 40 agricultores ecológicos con planta de biogás o en fase de diseño en seis países de la UE. Fuente: Baaske W., and Lancaster B. (2013): Product Description of Sustainable Organic Biogas. SUSTAINGAS Report D2.1, online at www.sustaingas.eu/demands.html.

Reglamentación de biogás en la agricultura ecológica

¿Cuáles son los requisitos mínimos para el biogás en la agricultura ecológica? Mientras que la reglamentación indirecta de la Unión Europea se aplica teniendo en cuenta el origen de la biomasa utilizada, algunas asociaciones de agricultores

ecológicos han desarrollado reglas específicas para sus miembros.

La *Regulación de la UE sobre agricultura ecológica* – como las normas básicas para los agricultores ecológicos en la Unión Europea- aporta criterios indirectos para la producción de biogás en granjas ecológicas con su obligación de minimizar el uso de recursos no renovables y con su lista de

sustancias permitidas como fertilizantes en granjas ecológicas.

El grupo europeo de *la federación internacional de movimientos de agricultura ecológica (IFOAM)* como organización paraguas coordinadora de las asociaciones nacionales de agricultores ecológicos, junto con sus miembros, está testando actualmente una versión de prueba de los estándares de SUSTAINGAS para la producción sostenible de biogás en la agricultura ecológica. La versión de prueba incluye las siguientes recomendaciones:

- **Objetivo:** La producción de biogás debe proporcionar oportunidades de beneficio para la granja y ajustarse al contexto socio-económico de la misma. Debe contribuir a la sostenibilidad general de la granja y a los principios de ecuanimidad, salud, ecología y cuidado. Deberá mejorar el reciclado de nutrientes y reducir las emisiones de gas del efecto invernadero. No debe tener un impacto negativo en el paisaje ni la biodiversidad.
- **Orígenes de la biomasa:** Debemos evitar la competencia con la producción de alimentos; la mayoría de las entradas son los residuos de la granja y materiales de plantas de las áreas de conservación naturales. El uso de biomasa de granjas no ecológicas debe ser limitado y disminuido progresivamente, debemos utilizar las fuentes locales. Se deben seguir las normas sobre fertilizantes y entradas de granja expuestas en las regulaciones ecológicas ((EC)Nº 834/2007 y (EC) Nº 889/2008).
- **Digestato como fertilizante:** La fertilidad del suelo sostenible está en el punto de mira de la agricultura ecológica, sin embargo el digestato debe ser utilizado en principio en la propia granja. En caso de que el sustrato sea importado de fuera de la granja, esta norma debe ser ajustada y aplicada de acuerdo a la legislación nacional y de la UE, por ejemplo, las directivas de estiércol, normas de higiene, directivas de nitratos.
- **Eficiencia energética y los gases de efecto invernadero:** Las emisiones de metano deben ser evitadas (bien mantenidas por debajo de 5%)

por medio de los tanques impermeables al gas y los espacios de almacenamiento cubiertos. La eficiencia energética debe ser optimizada, usando, por ejemplo, el calor residual.

- **Planificación y montaje:** El cuidado medioambiental debe ser considerado ya en la etapa de planificación: Las distancias de transporte minimizadas a lo necesario, procurar el máximo de eficiencia energética, y evitar emisiones de gas de efecto invernadero.

El proyecto SUSTAINGAS ha desarrollado estándares de prueba más detallados que fueron tratados por los miembros de IFOAM UE, que representan al sector ecológico en Europa. Las directrices de SUSTAINGAS para un biogás sostenible en granjas ecológicas serán publicadas en 2015.

Para más información sobre la descripción del biogás sostenible para granjas ecológicas y los estándares de SUSTAINGAS, ver www.sustaingas.eu/demands.html.



Figura 5: No hay certificación sin documentación Foto: F. Gerlach, MEP.

Algunas asociaciones nacionales de agricultores ecológicos ya han introducido normativas más estrictas, especialmente sobre el uso de materiales de entrada. La tabla 2 compara los requisitos de producción de biogás ecológico de la normativa de UE y, como ejemplos, dos asociaciones nacionales de agricultores.

Tabla 2: Comparación de las regulaciones de la UE en agricultura ecológica y las líneas maestras de las asociaciones de agricultores ejemplo respecto a los requisitos de la producción de biogás.

Asunto	Regulación de la UE en agricultura ecológica	Bioland (Alemania)	Bio Austria (Austria)
Alcance general	Se aplica la regulación de la UE en agricultura ecológica como se detalla debajo	Se aplica la regulación de la UE en agricultura ecológica. Se añaden las siguientes restricciones que deben ser seguidas por las granjas certificadas por las respectivas organizaciones	
Porcentaje de entradas convencionales	No hay limitación	Máximo: 30 % Objetivo para 2020: 0 %	0 %
Regulación provisional para plantas existentes		Plantas construidas antes del 01.05.2009 pueden ser autorizadas a usar más de un 30 % de sustrato convencional por un periodo de transición	Las plantas con permiso de construcción antes 31.12.2004: El uso del digestato se permite si el agricultor orgánico es asociado o titular de la instalación. Restricciones: No purines, no estiércol de cerdo y no estiércol de aves de granjas convencionales. A partir de 2020, la proporción de sustrato orgánico a partir de estas plantas debe ser de 70% o más
Restricciones a la calidad del material de entrada	Libre de material modificado genéticamente, no hay excrementos de la cría industrial	Estiércol convencional sólo de ganado vacuno, ovino, caprino, equino Maíz convencional sólo de la producción sin el uso de neonicotinoides	Estiércol convencional sólo de ganado vacuno, ovino, caprino, equino No hay limitación para el ensilaje de hierba y la biomasa producida en el cumplimiento de los programas ambientales ³
Importación de nutrientes permitido (kg N / ha y año)	170 kg N / ha y año si la demanda de nutrientes se ha demostrado	40 kg N/ha y año ⁴	25 kg N _{juv} /ha y año ⁵
Importación y exportación de digestato biogás hacia y desde la granja orgánica	Sin importar el digestato de la cría industrial de animales Exportación de nutrientes permitido a los proveedores de sustrato ⁶	Importación de las plantas puramente convencionales no permitida Importación permitida si la biomasa permitida solo (ver "las restricciones a la calidad") se ha utilizado durante seis meses	Importación de las plantas de biogás mixtos (convencional / biológica) se permite si la comunidad que usan el sustrato suministra digestato a la planta y crece al menos un 20% en leguminosas en su rotación de cultivos

Fuentes: EU Council Regulation (EC) No 834/2007 from 28.6.2007 and EU Council Regulation (EC) No 889/2008 from 5.9.2008, Bioland: Erzeugerichtlinien from 18.03.2013, BioAustria: Produktionsrichtlinien, Revision 2013.

³ Programa „auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerflächen“ o „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerfutter- und Grünlandflächen“ según ÖPUL (Austrian Agri-environmental Programme).

⁴ La directriz de Bioland indica 0,5 DE/ha (1 DE tiene 80 kg N).

⁵ N_{juv}: Nitrógeno efectivo anual, según ÖPUL (Programa agro-medioambiental austriaco) 2007. Ello comprende las pérdidas de aplicación y un factor específico para el sustrato.

⁶ La exportación de digestato conteniendo purines/estiércol fermentado de la cría animal ecológica a granjas convencionales está prohibido en algunos países.

Conceptos de biogás en granjas ecológicas

Mientras que las plantas de biogás en la agricultura tradicional dependen principalmente de plantas de energía, del estiércol y en algunos países, de residuos industriales, los conceptos en biogás ecológico están más estrechamente ligados con el sistema agricultor y tienen fuertes efectos recíprocos. El enfoque de la producción de biogás por tanto variará con el enfoque de las actividades agrícolas.

Incremento ecológico

Las granjas sin ganado o con poca producción ganadera tienen problemas económicamente al utilizar la biomasa de los cultivos de rotación, como hierba trébol. A menudo la hierba trébol y otros cultivos de rotación son abonados. Como resultado, la bacteria rhizobia que se encuentra en las raíces de

las plantas, y que es responsable de la fijación del nitrógeno del aire, utilizará el nitrógeno disponible del abono descompuesto. Esto a su vez disminuye la eficiencia a la hora de fijar el nitrógeno. Cuando el material es cosechado para biogás, el rendimiento de la bacteria y por lo tanto, la fijación del nitrógeno aumentan. Al mismo tiempo, las pérdidas de nitrógeno disminuyen en tanto el digestato resultante de la producción de biogás puede ser esparcido en campos productivos en los momentos que las plantas lo necesiten.

Los pastos no utilizados o infrautilizados pueden ser también activados para biogás y contribuir con una entrada adicional de nutrientes. Mientras un uso productivo de la cosecha de la hierba de otoño beneficiará las condiciones de los pastos en granjas lácteas, el biogás de pastos extensos proporciona nutrientes a los campos productivos al hacer uso del material de conservación, que de otra manera sería inutilizable.

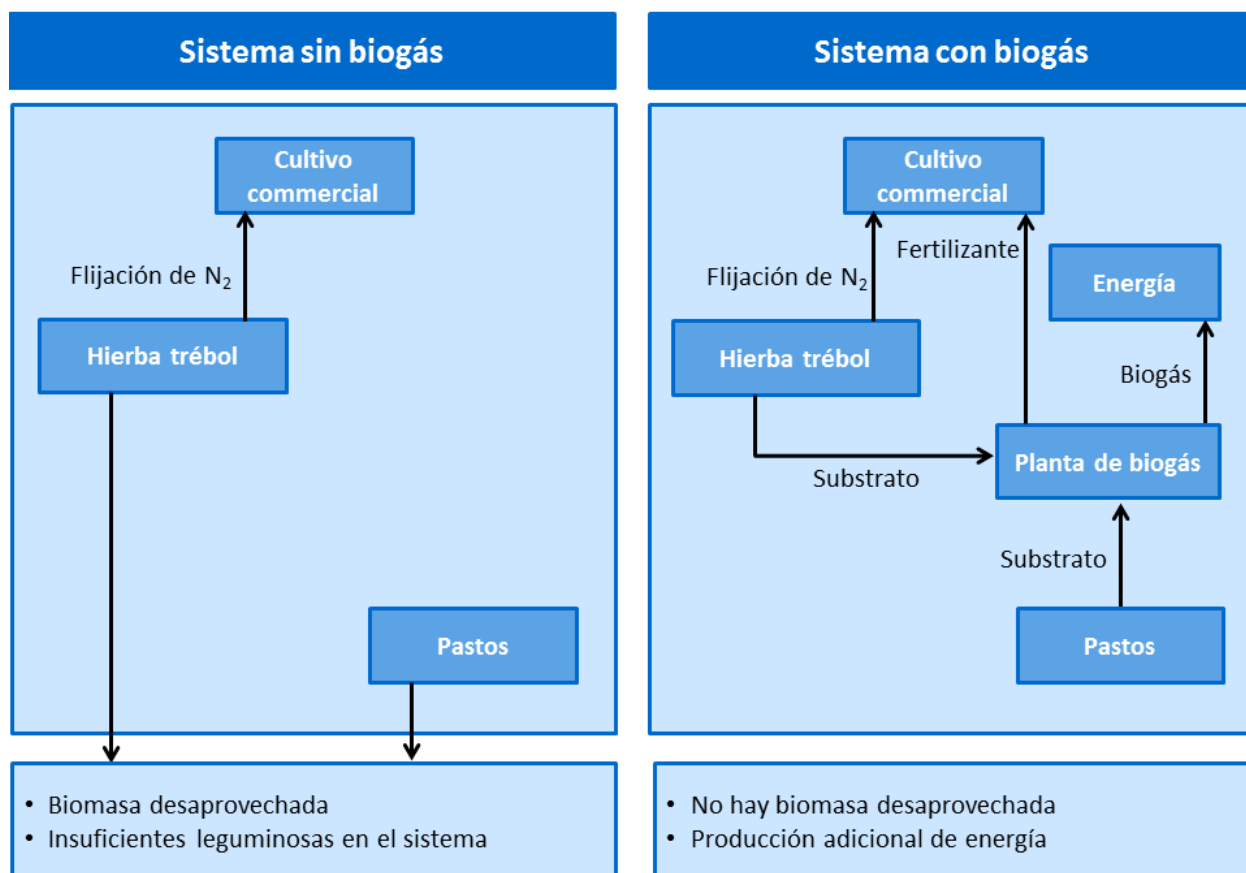


Figura 6: Efecto de biogás en los sistemas agrícolas orgánicos sin ganado. Ilustración: FiBL.



Figura 7: Cultivos de rotación o cultivos energéticos? Con el biogás pueden ser ambos! Photo: V. Jaensch, RENAC.

Energía del estiércol y ventajas para el clima

Tanto las granjas de ganado convencionales como las ecológicas, mejoran considerablemente el balance de gases de efecto invernadero usando excrementos animales para la producción de biogás. El gas metano de efecto invernadero emitido por el estiércol y el abono líquido se usa ahora para producir energía y ya no se emite al aire. Lo que es más, al generar energía provoca más ingresos extra sin reducir las habilidades fertilizadoras del estiércol.

En las granjas ecológicas, los sistemas de almacenamiento basados en estiércol sólido son frecuentemente preferidos a los sistemas basados estiércol líquido. Comparado con el uso directo de estiércol sólido, el digestato disponible después de la producción de biogás de este sustrato es más uniforme, versátil y más fácil de aplicar con maquinaria moderna.

La producción de nutrientes es vital

De todos los conceptos del biogás en las granjas ecológicas, la actividad fertilizadora del digestato es un asunto primordial. Para valorar la idoneidad de la producción de biogás, un agricultor ecológico comparará el digestato con los fertilizantes de que puede disponer hoy en día. Mientras que se puede asignar una valorización monetaria equivalente a los nutrientes disponibles en el digestato, otras cualidades del fertilizante, tales como el potencial para la acumulación de humus de larga duración, son

más difíciles de evaluar. Convertir materiales como abonos sólidos o residuos de piensos animales en fertilizante disponible inmediatamente a través de los procesos de producción de biogás, hace el tratamiento de los nutrientes más flexible y la aplicación tanto en pastos como en cultivo posible. La disponibilidad de nutrientes en la planta aumenta y las emisiones se reducen, siempre y cuando de use la tecnología adecuada para la aplicación.

La cooperación es la clave

Los agricultores orgánicos utilizan normalmente residuos y material de planta sobrante, por ejemplo de cultivo de rotación, como sustrato. En granjas sin ganado sobre un 20 o 30 % del área suele ser dedicado a cultivo de rotación / leguminosas. En granjas con animales, el ganado suele usar parte de las leguminosas como pienso, por lo que habrá menos material de plantas pero habrá estiércol y abono disponibles como sustrato. Al contrario que en una granja convencional, los conceptos de la agricultura ecológica con biogás de material sobrante permitirán que solo parte del área de cultivo se use para la producción de sustrato de biogás. Para que las plantas de biogás sean económicamente viables las granjas ecológicas tienen que abastecerse de biomasa de diferentes productores. Esto es posible particularmente en regiones donde las granjas ecológicas son numerosas. Desde que el suministro de biomasa debe ser garantizado por muchos años, una cooperación fiable con agricultores ecológicos colegas es vital. Ejemplos exitosos muestran que una estrategia cooperativista hacia el biogás ecológico puede ser una situación de todos ganan para todos los agricultores ecológicos que tomen parte.

Mientras que las ventajas específicas del biogás para la agricultura ecológica se pueden aplicar en todas partes, los conceptos adecuados tendrán siempre en cuenta el tamaño y la estructura de la granja, las condiciones naturales, la infraestructura legal, así como la relación de precios y beneficios.

Más conceptos biogás en pág. 42 (suministro de biogás) y pag. 50 (uso de digestato).

4 Producción de biogás ecológico en la UE

Como se puede ver en los países de la UE representados en el proyecto SUSTAINGAS, la producción de biogás ecológico está creciendo, particularmente en países en los que se dan condiciones favorables para el biogás y también para la agricultura ecológica. Hasta ahora, el marco legal, con su fuerte influencia en la financiación, precios y requisitos, tiene muchísima más influencia en el desarrollo del biogás en la agricultura ecológica que las diferencias regionales en condiciones naturales o en las estructuras de las granjas.

Fuerte tradición

En algunos países como Alemania y Austria con una larga tradición de movimiento ecológico e interés político en la agricultura ecológica y la energía renovable, un buen número de plantas de biogás funcionan ya en granjas ecológicas. Algunos agricultores alemanes ya han estado utilizando el biogás en granjas ecológicas durante algunas décadas. Para ellos, el concepto de la producción primaria de biogás a partir del abono y otros residuos de la granja, combina a la perfección con la idea ecológica de un circuito nutriente dentro de la misma granja y el interés en un suministro independiente de energía. Durante la última década, los privilegios legales para el biogás, como precios fijos y una conexión de red eléctrica garantizada, han convertido la producción eléctrica a partir del biogás también en algo que económicamente merece la pena, aportando a agricultores ecológicos un incentivo adicional para ser pioneros. Por ejemplo, en Alemania operan alrededor de 180 plantas de biogás con una potencia eléctrica de 30 megavatios (MWel), la mayoría de ellos en granjas del cultivo de forraje con un número creciente de granjas arables sin ganado. En Austria, alrededor de 100 granjas ecológicas reparten biomasa a las plantas de biogás pero hasta ahora solo dos plantas de biogás son operadas por granjas ecológicas. Sin embargo, ambos países han sufrido cambios desfavorables en las tarifas de electricidad del biogás en los últimos

años. Este hecho ha disuadido de crear nuevas plantas de biogás tanto en granjas convencionales como en ecológicas. Bio Austria, Bioland, Naturland, las tres principales asociaciones de agricultura ecológica en Austria y Alemania, han establecido las directrices de la producción sobrepasando la normativa de la UE sobre agricultura ecológica (ver Tabla 2 en página 12).



Figura 8: Gerhard Übleis opera una planta de biogás en Schwanenstadt/Upper Austria con una mezcla de entrada ecológica y convencional. El calor es usado para secar astillas de madera para combustible. Photo: F. Gerlach, FiBL.

Potencial para el futuro

En algunas regiones, todavía no funcionan ninguna o casi ninguna planta de biogás ecológico, pero existe un creciente potencial para un futuro desarrollo. Para muchos de estos países el sector ecológico es relativamente nuevo y no existen muchas granjas ecológicas. Por ejemplo, en Bulgaria, las primeras granjas fueron certificadas como orgánicas en 2000 y hoy día solo un 0,8% del área arable se cultiva ecológicamente. Tanto la agricultura ecológica como la producción de energía del biogás son políticamente apoyadas en Bulgaria, por lo que la producción de biogás en granjas ecológicas se desarrollará en los años venideros. Dinamarca, por el contrario, tiene un sistema de agricultura ecológica bien establecido y alrededor de

60 granjas de plantas de biogás, pero ha sido solo en el período reciente que se ha cambiado y centrado la atención política en el biogás agrícola. El parlamento Danés quiere que para 2020 el 20% del estiércol animal sea tratado en plantas de biogás y ha aumentado las tarifas incentivadoras y la financiación para la electricidad desde las plantas de biogás.

Dinamarca pretende doblar el área de cultivo ecológico de 7 al 15%, mientras la agricultura ecológica en Dinamarca planifica ir dejando de usar progresivamente de aquí hasta el 2021 la importación de estiércol convencional. Hoy en día solo existe una planta de biogás ecológico, pero está creciendo el interés de mejorar las condiciones entre los agricultores ecológicos.

Se necesita mejorar las condiciones

Otros países tienen un número considerable de granjas ecológicas, pero tanto el tamaño de las granjas como los insuficientes incentivos para la producción de biogás agrícola de la biomasa de cultivo restringen el potencial del biogás ecológico. Polonia, por ejemplo, tiene alrededor de 20000 granjas ecológicas certificadas, pero casi ninguna de ellas colabora con las plantas de biogás. Incluso con solo 25 hectáreas la granja ecológica media es mayor que la media de todas las granjas, es todavía pequeña para iniciar un proyecto de biogás. Lo que es más, la producción agrícola de biogás en Polonia es principalmente viable gracias a las grandes plantas que procesan estiércol. En la actualidad, once plantas agrícolas de biogás funcionan en Polonia, pero solo dos de ellas tienen una capacidad de menos de 0.5 MW_{el}. Solo existe una planta de biogás basada en una granja pequeña.

En España, la producción agro-industrial de biogás está hoy en día basada principalmente en estiércol. Poco más de 30 plantas agrícolas de biogás están en funcionamiento (10 MW_{el} en 2010).

La producción de cultivos energéticos también se encuentra limitada por las condiciones naturales de

crecimiento. Aunque existen más de 1.6 millones de hectáreas de cultivos ecológicos, la producción de biogás proveniente de biomasa cultivada ecológicamente es prácticamente insignificante.



Figura 9: La granja lechera más grande del país en España opera una de las más de 30 plantas de biogás agrícola existentes, con estiércol procedente de 2500 vacas. El digestato es secado y vendido como fertilizante para la agricultura ecológica. Photo: STUDIA.

El apoyo político es indispensable.

En todos los países Europeos considerados, el potencial técnico del biogás en granjas ecológicas es muchas veces más alto que el número de agricultores ecológicos que ya tienen o colaboran en plantas de biogás. Existe un ámbito considerable para un incremento en la producción de biogás en las granjas orgánicas de UE. Sin embargo, esto requiere condiciones tanto legales como económicas que permitan a los agricultores ecológicos un compromiso a largo plazo en la producción de biogás como un nuevo y complejo negocio con una alta inversión. Tanto la producción de biogás como la agricultura ecológica muestran unos costes más altos que los preponderantes y convencionales sistemas de gas natural y agrícola. Por tanto, un apoyo político específico es vital para poder desarrollar esta combinación con vistas al futuro.

Tabla 3: Sectores agrícola y de biogás en los países ejemplo europeos.

Pais	Número de granjas ecológicas	Área de agricultura ecológica (ha)	Porcentaje ecológico del área total agrícola (%)	Número de plantas de biogás	Número de plantas de biogás ecológico	Porcentaje ecológico del total de plantas de biogás (%)
Austria	21,575	542,553	19.7	368	7	1.9
Bulgaria	978	25,022	0.8	10	0	0
Dinamarca	2,677	162,173	6.1	82	1	1.2
Alemania	23,003	1,013,540	7.8	7,515	180	2.3
España	32,195	1,621,898	6.5	32	1	3.1
Polonia	23,430	609,412	3.9	38	0	0

Fuentes: Number of organic farms and organic agrícola area from Willer H., Lernoud L., and Kilcher L. (Eds.) (2012): The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends 2013. FiBL/IFOAM, Frick and Bonn; Data on biogás plants from own data (SUSTAIN GAS) and as follows:

Austria: Energie-Control Austria (2013): Entwicklung anerkannter sonstiger Ökostromanlagen 2002-2012, online at <http://tinyurl.com/qdher6h>; Energie-Control Austria (2012): Ökostrombericht 2012, Energie-Control Austria, Wien.

Bulgaria: own data.

Denmark: own data.

Germany: Fachverband Biogas (2013): Branchenzahlen 2012 und Prognose der Branchenentwicklung 2013, Fachverband Biogas, Freising; Anspach V., Gerlach F., Graß R., Herrle J., Heß J., Siegmeier T., Paulsen H., Szerencsits M., Wehde G., Wiggert M., Wilbois K., Zeller H., and Zerger, U. (2011): Bioenergieerzeugung und Energiepflanzennutzung im ökologischen Landbau. TA-Projekt Ökologischer Landbau und Biomasse, Themenfeld 3, Stiftung Ökologie und Landbau (SÖL), Bad Dürkheim.

Poland: Agrícola Market Agency (2013): Rejestr przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się wytwarzaniem biogazu rolniczego, online at www.arr.gov.pl/data/02004/rejestr_biogazowni_rolniczych_24082013.pdf.

Spain: European Biogas Association (2012): Biogas in Europe 2011, online at <http://tinyurl.com/II3o829>.

5 ¿Por qué biogás ecológico?

Los agricultores ecológicos y los productores de biogás en la agricultura convencional se harán la misma pregunta: ¿Por qué debemos combinar la agricultura ecológica y la producción de biogás? Hay numerosas razones importantes para esto: Desde un impacto positivo en la producción de alimentos ecológicos y en la economía de las granjas hasta una mejor actuación en cuanto a asuntos de sostenibilidad medioambiental.

Incluir el biogás en el ciclo de la granja es interesante para los agricultores ecológicos, porque resulta en valores de buena fertilización y una mayor retribución económica. Desde un punto de vista más amplio, también puede permitir al complejo sector agrícola ecológico convertirse en autosuficiente en cuanto a los nutrientes de planta y mejorar ampliamente el balance de gases del efecto invernadero.

¿Más alimentos con biogás ecológico?

El siguiente capítulo trata sobre preguntas relacionadas con la competencia potencial entre la producción de cultivos y energía, así como el rendimiento de la cosecha y la calidad de la producción de cultivos en los sistemas agrícolas ecológicos con producción de biogás.

“Alimentos contra Combustible”- No con biogás ecológico.

La producción alimentaria y los cultivos energéticos compiten por tierra productiva y otros recursos escasos tales como el agua. Las opciones para reducir semejante competencia pasan por el uso de tierra infrautilizada, incrementar la productividad de la tierra (rendimiento de la cosecha) y el uso de residuos. El biogás en la agricultura ecológica, en mayor medida, consigue sus materiales de entrada de residuos y

subproductos. Cuando se utilizan plantas de energía, su necesidad de un área de cosecha se ve compensada completa o parcialmente por un aumento en el rendimiento de la cosecha facilitado por el sistema de biogás.

El biogás en granjas ecológicas tiene el ideal de usar solo el material excedente sin competir con la producción de alimentos. Para capacitar una dieta equilibrada a los microbios en el fermentador o para alcanzar un tamaño económicamente viable en las plantas de biogás, el uso de plantas energéticas no se puede evitar siempre. Pero generalmente, la porción de las plantas energéticas es mucho más baja si la comparamos con las plantas agrícolas de biogás convencionales.

La siguiente tabla muestra como el uso de diferentes materiales sustrato de biogás afecta a la producción de alimentos. Esto será comentado con más detalle posteriormente.

Tabla 4: Efectos potenciales en la producción de alimentos del uso de materiales como sustratos del biogás; (-) negativo; (+) positivo

Sustratos	Efecto en la producción de comida
Cultivos energéticos	-
Cultivos de rotación	+
Excrementos animales	+
Desechos orgánicos	-/+

- *Cultivos energéticos:* Convertir la tierra para producir alimentos en productora de sustrato causa una merma en las tasas de producción de alimentos. Comparado con la producción convencional de biogás la proporción de cultivos energéticos es normalmente más baja en las plantas de biogás ecológico. Un motivo para esto es el recargo en el precio de los productos ecológicos en el mercado. Si se usa como sustrato de biogás, en el mercado energético no existe suplemento para el precio para los

productos ecológicos. Así, usar cultivos energéticos para producir biogás es una opción secundaria. Además, muchas asociaciones ecológicas limitan la proporción de cultivos energéticos que se usan en las plantas de biogás ecológico.

- *Cultivos de rotación:* Cosechar cultivos de rotación, como la hierba trébol, en lugar de abono puede incrementar los rendimientos en la cosecha. Desde que los cultivos de rotación no son competencia para la producción alimentaria pero su cosecha mejora la disponibilidad de nutrientes en la rotación de cultivos, su uso en la producción de biogás puede ayudar a aumentar la producción de alimentos, en particular en granjas sin ganado donde su uso como pienso no es una alternativa. Aunque los cultivos de rotación son ya más comunes en la agricultura ecológica que en la convencional, su uso puede ser considerablemente incrementado desde un punto de vista agronómico y económico.
- *Excrementos animales:* El uso de estiércol en el proceso de biogás puede tener un impacto positivo en la producción de alimento mientras la disponibilidad de nutrientes para las plantas se incrementa después del proceso de biogás.
- *Residuos orgánicos:* Los derivados de la producción de alimentos o de las cosechas así como otras unidades no comercializables pueden ser usados en la planta de biogás. En el caso de que estos substratos no hayan tenido un uso anterior, ni alimenticio ni como pienso, su uso no reduce la producción de alimentos sino que contribuye a un suministro nutriente de cultivos utilizando el digestato como fertilizante.

Elección del substrato

El biogás en granjas ecológicas aspira a utilizar materiales no alimenticios; los cultivos energéticos son una segunda opción. Se da prioridad a la biomasa sobrante, como los excrementos animales, cultivos de rotación y residuos de cosechas y procesos, así como a residuos de material ecológico. Así, la producción

de biogás ecológico está menos en conflicto que la producción de biogás convencional a partir de los cultivos energéticos.

Mayor rendimiento y calidad con el biogás

En 2010, se preguntó a los agricultores ecológicos a cargo o colaborando con plantas de biogás en Alemania, sobre su experiencia con los efectos del biogás en sus granjas. El 40% de los granjeros declararon un incremento del rendimiento en un 20 a un 30% mientras que un incremento incluso mayor del rendimiento fue experimentado por una minoría del 18% (Ver figura 10). Los granjeros experimentaron grandes aumentos en cultivos que generalmente necesitaban un suministro alto en nutrientes. El Maíz con un incremento del rendimiento reportado de un 29 %, y los pastos (24%) son conocidos por responder bien al fertilizante ecológico. El trigo como cereal más demandado también se beneficia considerablemente con un 22% de incremento del rendimiento. En cultivos que requieren bajos nutrientes como el centeno o las patatas, se reseñó un aumento del rendimiento por debajo del 15%. Esta variación entre cultivos también refleja la práctica de los agricultores ecológicos de utilizar los fertilizantes disponibles principalmente para los cultivos más demandados.

Aunque estos datos provienen de la subjetiva percepción de los agricultores, muestran un impacto positivo de la producción de biogás en los rendimientos de la cosecha en las granjas.

Pero no solo los rendimientos aumentan. También la calidad de los productos puede ser mejorada desde que el digestato de biogás es un fertilizante altamente valioso y flexible. En la encuesta mencionada previamente, el 39% de los granjeros reseñaron una mejora en la calidad. Frecuentemente fue más mencionado el incremento del contenido proteínico en el grano, conduciéndolo a una calidad de cocción y por lo tanto a un mayor precio en el mercado. Las mejoras en la calidad

fueron también reportadas para las patatas y los pastos.

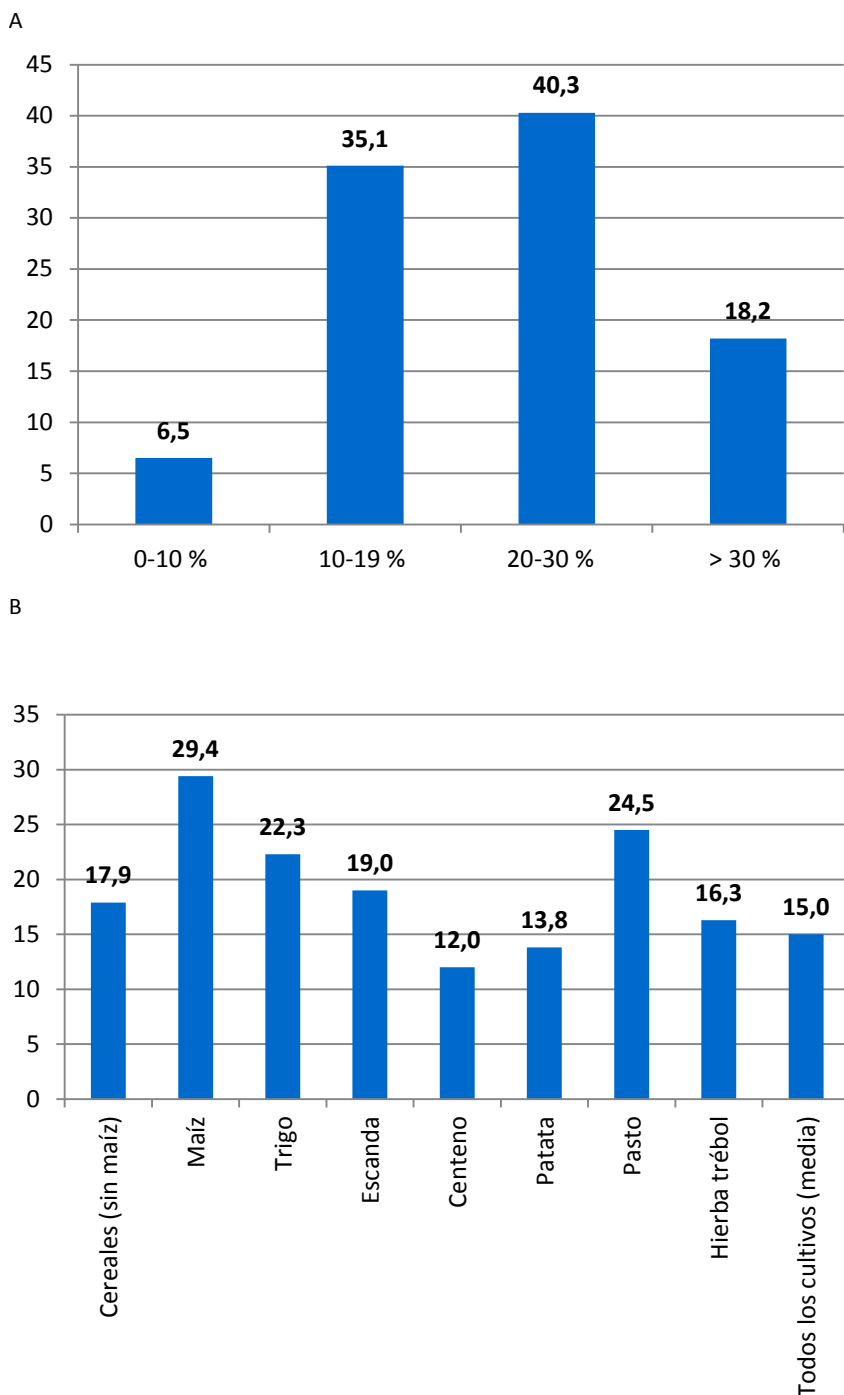


Figura 10: Incrementos de rendimiento reportados por agricultores ecológicos. (A) Porcentaje de incremento medio después de fertilizar con digestato (n=51), (B) Porcentaje de incremento medio después de fertilizar con digestato, por grupos de cultivos (n=51). Fuente: Anspach V., Siegmeier T., and Möller D. (2010): Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau – Strukturen und Perspektiven. Kassel University Press, Kassel.

El biogás sirve al cultivo

- La producción de abono ecológico para la producción de biogás permite una rotación de cultivos naturalmente más productiva
- La fijación de nitrógeno en hierba trébol y alfalfa se incrementa con estrategias de poda apropiadas.
- Cosechar biomasa ecológica para la producción de biogás apoya los sistemas de cultivos duales con dos cosechas por año.
- La producción de biogás promueve la cosecha de piensos y los intercultivos. Esto puede evitar las malas hierbas perennes.
- El uso de residuos como restos de piensos, estiércol, frutos o residuos vegetales o incluso excedentes de paja como sustrato de biogás facilita el reciclaje de nutrientes en la misma granja y tiene un balance de humus positivo si el digestato se usa como fertilizante.
- El nitrógeno en el estiércol animal se hace inmediatamente disponible a través del proceso de producción de biogás. Una ventaja para fertilizar cuando se usa con diligencia.
- La digestión anaerobia mata ciertas bacterias, parásitos y semillas de malas hierbas que de otra manera podrían haber tenido efectos negativos en la producción de cultivos.
- La producción de biogás ecológico resulta en una intensificación ecológica de la producción de alimentos.

que influyen en la rentabilidad son los costes de la biomasa y los ingresos producidos por la energía.

Para los aspectos económicos de la producción agrícola de biogás en general, la eficiencia del proyecto, los costes del material de entrada, y los precios del producto son parámetros relevantes; también para la producción ecológica. Sin embargo la economía de la producción de cosecha puede verse fundamentalmente influenciada en la producción de sistemas de biogás ecológico, particularmente en sistemas con baja carga ganadera o sin ganado. Las razones primordiales para esto son la rotación de cultivos y la gestión de fertilizantes.

Trébol, el nuevo cultivo de mercado: Para suministrar nitrógeno a otros cultivos, plantas leguminosas como el trébol son cultivadas como parte de los cultivos de rotación. Las granjas sin ganado no le dan otro uso que el de abono verde, Pero usado como sustrato de biogás, puede contribuir a los ingresos de la granja como cultivo de mercado.

Fertilizante natural, siempre que quieras: El sistema de fertilizar el suelo descomponiendo abono verde en los campos se refuerza con los residuos de biogás ecológico. El digestato producido en la planta de biogás puede aplicarse cuándo y cómo se necesite. Contiene nitrógeno inmediatamente disponible y casi todos los nutrientes del biogás original. Considerando que a veces la disponibilidad del estiércol es escasa y los altos precios de los fertilizadores adecuados, los residuos de biogás no solo ahorran en presupuesto sino que hacen posible unos ingresos más altos desde que el rendimiento de la cosecha y la calidad del producto aumentan (ver pág. 19).

¿Mejora económica con biogás ecológico?

El biogás ecológico puede mejorar claramente los aspectos económicos de una granja ecológica- si las condiciones son buenas y la planta desempeña su función según lo planeado. Los aspectos importantes

Plantas energéticas: En menor medida, el beneficio de la producción de cultivos se puede conseguir cultivando plantas energéticas para complementar la dieta de las plantas de biogás. Escoger adecuadamente los tipos de plantas o el método de cultivo puede dar flexibilidad extra al agricultor para la rotación de cultivos. Podemos aplicarlo a las plantas de cubierta vegetal durante el invierno o a cultivos de rotación específicos para

reducir trastornos. Cuando se usen residuos tanto agrícolas como otros adecuados, el valor de la granja radica en la calidad de los residuos.



Figura 11: Joyas marrones: El digestato provee un fertilizante ecológico versátil. El digestato de la foto es el material seco tras la separación. Photo: F. Gerlach, FiBL.

EL punto de vista de los agricultores: Un sondeo de SUSTAINGAS entre 696 agricultores ecológicos en seis países de UE y un taller de expertos ha demostrado la influencia de la producción de biogás en la economía de las granjas. El 68% de los agricultores entrevistados esperaban o creían posible un incremento del beneficio de la cosecha. Además esperaban reducir costes en fertilizantes y mejoras del suelo. También fueron mencionadas como razones económicas para la producción de biogás orgánico el riesgo económico que se propaga por la diversificación y la autosuficiencia que va en aumento. Algunos temían malos números, dependencia de subsidios estatales y otros riesgos económicos.

Resultados detallados de la encuesta de SUSTAINGAS en SUSTAINGAS Reporte D3.1: Comportamiento financiero de la producción de Biogás Ecológico en www.sustainingas.eu/strategy.html.

El biogás puede ayudar el sector ecológico

El sector ecológico en UE ha crecido de 3.7 millones de Ha en 1999 a 10.6 millones de Ha en 2011⁷. Con un mercado ecológico aún en crecimiento, la producción tiene mucho potencial de expansión. Un estudio en Dinamarca⁸ muestra que la falta de acceso a fertilizantes juega un papel importante en la decisión de los agricultores de no operar ecológicamente, en especial en aquellas áreas del país donde hay poca carga ganadera. El biogás ecológico con sus provisiones de fertilizantes ecológicos animara a más agricultores a cambiarse a la producción ecológica.

¡Imagínalo!

¿Se podrá beneficiar su granja de suministrar biomasa a una planta de biogás ecológico? ¿Puede que un proyecto de biogás sea un paso adelante en su sistema agrícola?

No lo sabemos, pero con el calculador de SUSTAINGAS “ECO PLAN BIOGAS” puede hacer una estimación de los efectos en su granja. ECO PLAN BIOGAS es único, ya que va más allá de simplemente calcular los ingresos y costes de una producción de biogás. Describe también las interacciones económicas entre la producción de biogás y el Sistema agricultor. Es particularmente relevante para granjas ecológicas desde que el mayor beneficio no viene del mismo biogás si no de los efectos económicos del Sistema de cultivo.

Sugerimos que use ECO PLAN BIOGAS con sus propias cifras – usted mismo o ayudado por un asesor agrícola.

⁷ Willer H., Lernoud L., and Kilcher L. (Eds.) (2012): El Mundo de la Agricultura ecológica – Estadísticas y Tendencias (The World of Organic Agriculture – Statistics and Emerging Trends) 2013. FiBL/IFOAM, Frick and Bonn.

⁸ Tersbøl M., y Malm L. (2013): Informe financiero sobre la producción de biogás. Informe SUSTAINGAS D3.1, p. 27. Disponible online en www.sustainingas.eu/strategy.html.

Para demostrar los resultados calculados por ECO PLAN BIOGAS, SUSTAINGAS ha calculado un estudio de caso. Se trata de una granja ecológica en Alemania de 70 Ha. de tierras. La producción de cereal se complementa con legumbres y una parte de pastos permanentes. Con el 28% de hierba trébol para pasto verde y un 7% de legumbres, nuestra granja ejemplo tiene ya una buena proporción de leguminosas en la rotación de cultivos. La importación de nutrientes está limitada a 100 toneladas (t) de estiércol sólido.

ECO PLAN BIOGAS calculó un resultado indicativo para el margen contributivo de la producción de cultivo así como es, y después siguió calculando los posibles efectos del biogás en la rotación de cultivos, el rendimiento, los costes y los ingresos. Además, los costes y los beneficios de una planta de biogás también son estimados. Como la granja es demasiado pequeña para desarrollar una planta de biogás en ella, la planta del ejemplo procesa biomasa de diferentes granjas. La parte del beneficio asignado a la granja en la tabla 5 corresponde a la cantidad de sustrato de biogás de la granja. Mientras nuestra granja obtiene algo de beneficio en si misma de la producción de biogás, incluso una modesta pérdida en la producción de biogás puede ser aceptable, si tenemos en cuenta los efectos positivos que tiene en el rendimiento de la cosecha.

Las principales razones para esta influencia tan positiva del biogás en la rentabilidad de la producción de cultivos son:

- La oportunidad de vender hierba trébol en lugar de simplemente extenderlo.
- Incremento en el rendimiento de la cosecha causado por la aplicación del digestato.
- Este cálculo se basa en una granja que existe, y refleja las condiciones favorables para la producción de biogás: En Alemania, la electricidad a partir de biogás se vende a tarifas especiales. Además, la hierba trébol no tenía ningún uso monetario y los precios del grano eran demasiado altos, lo que producía un aumento considerable en las ganancias con las mejoras del rendimiento. Solo un cálculo basado

en datos relevantes de su granja puede darle indicación de la rentabilidad del biogás en su granja.

Tabla 5: Cálculo economic con ECO PLAN BIOGAS: Resultados de un caso de estudio (granja alemana ed cultivo sin stock)

	Sin biogás		Con biogás	
	Area (ha)	Euro (€)	Area (ha)	Euro (€)
hierba trebol (abono verde)	20	0	0	0
hierba trebol (biogás)	0	0	20	15,600
Grano	35	60,060	35	77,665
Hierba permanente	10	3,200	10	3,550
Legumbres de grano	5	6,500	5	6,500
Ingresos (granja)		69,760		103,315
Costes (granja)		24,070		32,338
Beneficios (granja)		45,690		70,977
Beneficios (biogás)				4,454
Incremento del beneficio (granja y biogás)				29,741

Las condiciones y resultados de su granja pueden ser diferentes, – consulte en ECO PLAN BIOGAS en www.sustaingas.eu/strategy.html.⁹

⁹ ECO PLAN BIOGAS puede ser descargada desde www.sustaingas.eu/strategy.html y su uso es gratuito. Para un correcto funcionamiento de la calculadora es necesario el software MS Excel o compatibles.

Biogas ecologico, ¿mejor para el medioambiente?

Ya que la agricultura ecológica pretende proteger el medioambiente, los efectos medioambientales del biogás en granjas ecológicas son muy relevantes. Este capítulo muestra la relevancia de los sustratos de biogás a este respecto y trata sobre los efectos en el agua, biodiversidad y el clima.

El sustrato correcto- la base para la producción sostenible de biogás

Para asegurar la sostenibilidad de la producción de biogás, la elección del sustrato es de crucial importancia.

El aumento en los cultivos de *cultivos energéticos* en la agricultura convencional está relacionado con diferentes asuntos de interés que incluyen los cambios en el uso de la tierra, la expansión de monocultivos y los conflictos entre la producción de alimentos y energía. Por lo tanto, el uso de cultivos energéticos en la producción de biogás ecológico está normalmente limitado. Mientras que estos cultivos energéticos se usen, deben ser preferidos los cultivos ecológicos. Una elección deliberada de los tipos de plantas y los métodos de cultivo pueden beneficiar a la rotación de cultivos; por ejemplo, cuando los cultivos intercalados o los cultivos de recuperación se usen.

Cultivos de rotación Suministran una alternativa sostenible para la producción de biogás- las leguminosas como el trébol y la alfalfa mejoran la calidad del suelo fértil fijando el nitrógeno. Las plantas de rotación no leguminosas como la mostaza, phacelia y el Centeno evitan el desgaste de los nutrientes y los trastornos de los cultivos. Después de usar el digestato como sustrato, se devuelve al sistema arable. Así, el efecto de los cultivos en el suelo fértil y la gestión de los nutrientes no se comprometen. Ya que el digestato puede almacenarse y devolverse a los campos dependiendo de las necesidades de nutrientes, el uso de cultivos de rotación como sustrato en la

producción de biogás puede incrementar la capacidad del sistema en la gestión de nutrientes.

Excrementos animales proveen otro sustrato favorable para la producción de biogás. Desde que el metano que emiten es capturado en el proceso del biogás, las emisiones de metano de los excrementos que dañan el medioambiente se reducen considerablemente. El estiércol fermentado, que se usa como fertilizante, ha reducido las emisiones olorosas; los nutrientes se mineralizan y el material se transforma con una consistencia más fluida. En términos generales, el coste medioambiental del sustrato se limita al transporte del establo a la planta de biogás. Y si las distancias son cortas, esta variable es inapreciable.



Figura 12: Chaff, un sustrato valioso con altos rendimientos de biogás, es un subproducto de limpieza de cereales y su procesamiento. Rico en hidratos de carbono, que combina bien con legumbres. Foto: F. Gerlach, FiBL.

El uso de *residuos ecológicos* (ej. Domésticos o de la industria alimentaria) también ofrece una oportunidad de producir biogás sin ningún otro recurso adicional (tierra, agua) ni necesidades energéticas. El material de entrada de nutrientes externos a la granja puede reemplazar la pérdida de nutrientes causados, por ejemplo, por la venta de cultivos comerciales de granjas ecológicas. Sin embargo, para evitar el riesgo de importar al sistema arable sustancias dañinas vía residuos de biogás, el material de entrada o residuos alimenticios en las plantas de biogás orgánico se limita normalmente a subproductos específicos o a la industria alimentaria con poco riesgo de

contaminación. (Ej. Suero de leche o subproductos de la producción de azúcar.)

¿Qué hay sobre la calidad de agua?

Los efectos de la producción de biogás en la calidad y disponibilidad de agua pueden ocurrir durante la producción de sustrato y el tratamiento del digestato. Los cultivos de rotación como sustrato de biogás pueden mejorar la calidad del agua reduciendo las fugas de nitrato y reforzando la retención de agua. En granjas no ganaderas, los cultivos de rotación son la clave para una gestión óptima de nutrientes. La posibilidad de devolver el digestato a los campos basándonos en las necesidades de nutrientes de los cultivos reduce la pérdida de estos desde el sistema arable al agua del suelo. Lo que es más, la sustitución de estiércol por digestato de biogás permite una absorción de los nutrientes de planta más rápida, reduciendo así el riesgo de pérdidas de nitrato también en granjas con ganado.

Debido a niveles más bajos de fertilización y a rotaciones de cultivos más complejas, el cultivo de cultivos energéticos en la agricultura ecológica puede causar menos contaminación que la agricultura convencional. El uso de sustratos de la agricultura ecológica también reduce el riesgo de introducir en el sistema sustancias contaminantes en el agua, por ejemplo, pesticidas. Los efectos negativos en la calidad del agua por la eutrofización pueden prevenirse siguiendo los principios de una buena práctica agrícola, así es, aplicando digestato teniendo en cuenta solo las necesidades de la planta. Típicamente, el riesgo de contaminación es menor en granjas ecológicas, especialmente en aquellas sin ganado donde la deficiencia de nutrientes suele ser un problema.

La operación regular de la planta no perjudicará la calidad del agua siempre y cuando el agua de escorrentía de las superficies se recoja y se use profesionalmente. Cualquier planta de biogás tiene que tener en cuenta accidentes que causen pérdida del sustrato o del digestato de los fermentadores. Vertidos en el suelo fértil o en el agua de la

superficie deben ser evitados, por ejemplo, con montículos alrededor de la planta de biogás.

¿Qué hay sobre la biodiversidad?

Mantener y realzar la biodiversidad es un principio fundamental de la agricultura ecológica. Si se gestiona apropiadamente, la producción de biogás ecológico puede aportar una valiosa contribución a la biodiversidad.

Los cambios en la utilización de la tierra son el mayor problema relacionado con la producción de biogás. Por lo tanto, el sustrato de la producción de biogás en la agricultura ecológica no debe ser nunca obtenido transformando suelo con alto valor de biodiversidad, (ej. Bosques primarios o pastos con gran cantidad de biodiversidad) en tierra de granja con poca diversidad para sembrar cultivos energéticos.

Los monocultivos con impactos negativos en la biodiversidad es otro posible efecto de la producción de biogás observado en la agricultura convencional. Por el contrario, la agricultura ecológica evita los monocultivos y confía en la rotación de cultivos, previniendo así efectos en detrimento de la biodiversidad.



Figura 13: Saltamontes en trébol hierba. Beneficios de la biodiversidad de distintas rotaciones de cultivos en la agricultura ecológica. La producción de biogás tiene el potencial de aumentar la biodiversidad, ya que puede utilizar cultivos intermedios y materiales de conservación. Foto: D. Menzler, BLE.

El hecho de que no se usen ni pesticidas, herbicidas, fertilizantes artificiales, ni cultivos genéticamente modificados, presenta más ventajas para los cultivos energéticos ecológicos en cuanto a biodiversidad se refiere. Si lo comparamos con fertilizadores minerales, el uso de digestato mejora la estructura del suelo, la morada de los organismos del suelo.

La versatilidad del proceso de biogás permite que se usen una gran cantidad de plantas. Esto lleva a diferentes momentos de florecer y por lo tanto mejores condiciones de hábitat para los insectos. Los diferentes periodos de cultivos evitan perturbar los campos simultáneamente y proveerá refugio a las aves animales más grandes. Las malas hierbas también se pueden usar en el proceso de biogás, si se gestiona con diligencia, la producción dedicada de biomasa puede contribuir a un incremento de la agro biodiversidad y de la biodiversidad de las plantas.

Lo que es más, el proceso de biogás permite a una gran variedad de plantas ser usadas como sustrato. Para los agricultores, esto les lleva a una mayor flexibilidad y abre nuevas posibilidades para mejorar las rotaciones de cultivos.

No solo eso, sino que las plantas de biogás en granjas ecológicas están normalmente equipadas con componentes robustos, para que se pueda procesar el sustrato con altas partes de fibras y celulosas. Esto permite hacer uso de la biomasa acumulada debido a medidas de conservación, (ej. Hábitats como praderas de siega). Por consiguiente, la producción de biogás orgánico puede contribuir al mantenimiento y a la buena gestión de tan valiosos hábitats, así como facilitar la exportación de nutrientes a las áreas de conservación donde sea necesario.

En general, dirigir una planta de biogás orgánico lleva a una alta motivación para hacer uso completo de los residuos y sobras de la producción vegetal y animal, así como reducir el riesgo de eutrofización descontrolada de hábitats naturales mediante la reducción del paso de nutrientes al medioambiente.

¿Qué hay del clima?

En todas las etapas de la producción de biogás gases de efecto invernadero o bien se emiten o se evitan. Son pasos importantes, el cultivo y la extracción de la biomasa, el almacenamiento, el transporte y distribución de materias primas, las emisiones difusas, las fugas de metano en el generador CHP, el uso de calor externo, y el evitar emisiones de metano del estiércol. Aquí surgen las preguntas, ¿cuáles son los pasos críticos y cuál es el balance global?



Figura 14: "District heating" con energía de biogas mejora la eficiencia y puede ser un bonus para las infraestructuras rurales. Foto: N. Hölzer, MEP.

En un estudio de SUSTAIN GAS el balance climatológico fue analizado para clarificar estas preguntas. Doce modelos de plantas de biogás de diferentes tamaños y con diferentes entradas de sustrato fueron tomadas como representativas de las típicas plantas europeas de biogás.

El principal resultado del estudio, mostro que todas las plantas tienen un gran potencial para ahorrar emisiones comparadas con el mix fósil de la producción eléctrica en la UE. (Ver figura 15). Además, el estudio revelaba las fuentes más importantes de emisiones y las posibilidades para evitarlas:

El tratamiento del estiércol tiene, de lejos, el efecto más relevante en la reducción de emisiones. En una granja ganadera sin planta de biogás, las emisiones de metano ocurren mientras el estiércol

está almacenado. En una planta de biogás, el estiércol es rebajado y el metano que se forma, capturado. Como resultado, la planta de biogás reduce ampliamente las emisiones de metano. Ya que el metano tiene un efecto invernadero 23 veces más alto que el dióxido de carbono, semejante ahorro de emisiones es altamente relevante.

El uso de calor externo fue identificado como otra contribución importante para reducir emisiones, ya que se puede sustituir de esta manera la producción de calor a partir de combustibles fósiles.

Sin embargo, las plantas de biogás no solo evitan sino que también producen emisiones. Factores relevantes son, las emisiones difusas de metano a través de fugas en la planta de biogás, así como las emisiones de metano desde el generador CHP como resultado de una combustión incompleta. Debido al alto efecto invernadero del metano, minimizar las fugas es crucial. En caso de elevadas fugas de metano, la emisión global de efecto invernadero puede crecer hasta niveles comparables con la producción de energía de combustibles sólidos.

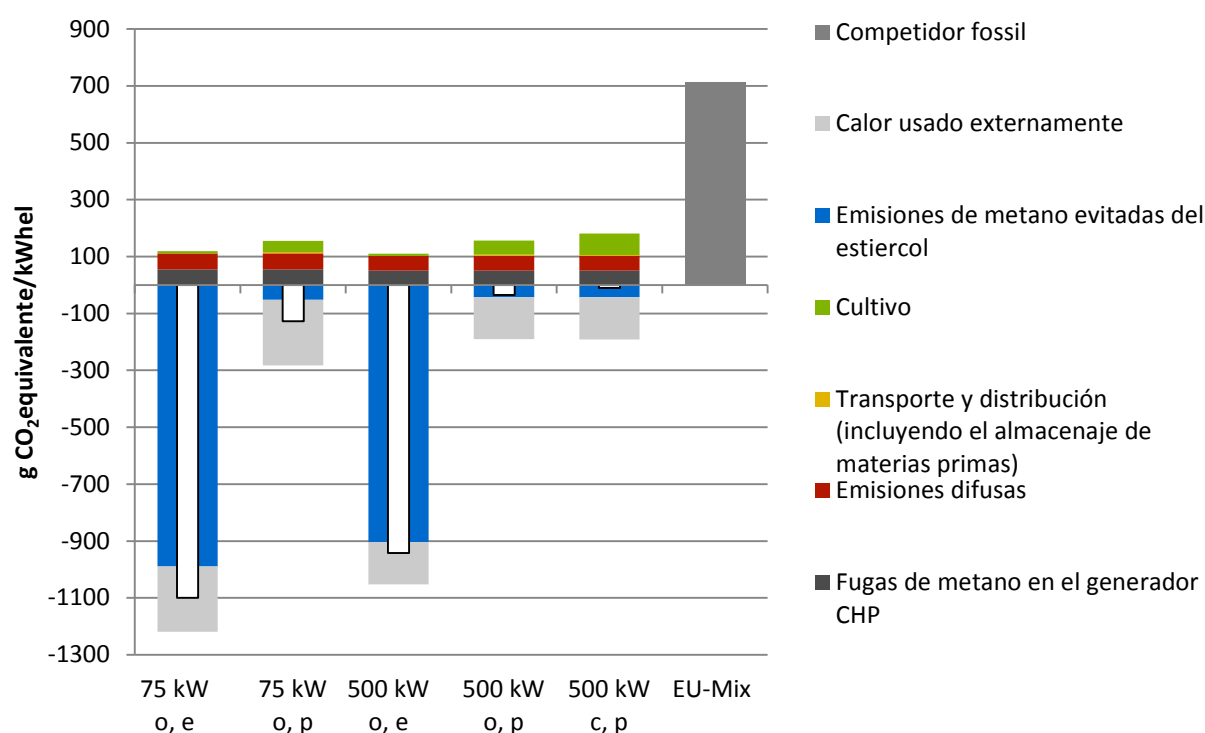


Figura 15: Gases de efecto invernadero de la producción de electricidad a partir de biogás orgánicos y convencionales. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de cinco plantas modelo normalizado para la producción de electricidad. o: orgánico; c: convencional; e: entrada basada principalmente en el estiércol; p: entrada basada principalmente en material vegetal; número = la reducción de GEI negativos; número positivo = emisiones de GEI, columna blanca: suma de todos los factores de influencia. Sustrato de estiércol tiene el mayor potencial de ahorro de emisiones, pero la producción de biogás también de plantas basadas permite un ahorro neto de emisiones, sobre todo cuando se utiliza calor externo y en el caso de la producción orgánica con sus altas cuotas de cultivos intermedios y el no uso de pesticidas y mineral fertilizantes. Fuente: Hofmann F., Gamba L., Weddige U., Gerlach F., Wilinska A., Jaensch V., Schneider C., Baaske W.E., Lancaster B., Tersbøl M., García F., and Kölling A. (2013): Report on analysis of sustainability performance for organic biogás plants, SUSTAINGAS Report D4.1, p.72, online at www.sustainingas.eu/sustainability.html.

Los cultivos energéticos son otro factor que contribuye a las emisiones de gas de efecto invernadero. Las fuentes de emisión en este contexto son, por ejemplo, la producción de fertilizantes y pesticidas, así como la maquinaria utilizada para cultivar y cosechar. La producción de biogás ecológico aspira a reducir la porción de cultivos energéticos. Incluso si la producción de biogás está basada principalmente en materiales cultivados específicamente para la producción de biogás, la alternativa ecológica todavía produce menos gases de efecto invernadero que la alternativa convencional. En este caso, no usar pesticidas, herbicidas y fertilizantes minerales así como el uso de hierba trébol como parte de la rotación de cultivos conduce a un impacto climático mucho más bajo.

El cambio del uso de la tierra es otra fuente de emisiones de gas de efecto invernadero. La transformación de tierra con altas existencias de carbono, por ejemplo, los pastos, a tierra arable para la producción de cultivos energéticos, puede llevar a una inmensa emisión de dióxido carbónico y por lo tanto se debe prevenir.

Finalmente, el transporte y el almacenamiento de materias primas pueden emitir también gases de efecto invernadero. Sin embargo, estas emisiones son claramente mucho más bajas que las descritas anteriormente.

Optimizar la sostenibilidad del biogas

Los efectos medioambientales de la producción de biogás tratados se traducen en recomendaciones a los agricultores ecológicos para optimizar la producción de biogás en términos de sostenibilidad.

- Dar prioridad al tratamiento del estiércol. Contiene el mayor potencial para evitar emisiones.
- El uso de residuos y desechos ofrece una oportunidad adicional para convertir la biomasa en energía con emisiones bajas emisiones de carbono.

- Reducir el porcentaje de cultivos energéticos. Los cultivos de rotación como hierba trébol suministran una buena alternativa con efectos beneficiosos en el suelo fértil, agua, biodiversidad y balance de gases de efecto invernadero.
- Si se usan los cultivos energéticos deben ser cultivados en áreas no utilizadas previamente, para prevenir un cambio indirecto en el uso de la tierra, usando métodos ecológicos agrícolas, y tomando medidas para prevenir impactos negativos en la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua.
- El uso de materiales de áreas de conservación, como por ejemplo residuos de hábitats de pastos segados, contribuye a la protección del paisaje y la biodiversidad
- Evitar las fugas de metano de la planta de biogás. El metano es un gas de efecto invernadero altamente potente.
- Cubrir los depósitos de digestato. La mayoría de las emisiones de metano en una planta de biogás se emiten desde este origen.
- Prevenir impactos en la biodiversidad y el agua durante la ejecución y la operación de la planta de biogás. Dependiendo del tamaño y el tipo de planta, el plan de gestión medioambiental debe ser el apropiado. Las medidas para prevenir el flujo incontrolado de abono /digestato durante la operación deben ser desarrolladas y llevadas a cabo.
- Aprovecharse del calor residual. Los generadores de cogeneración CHP proveen la posibilidad de calentar las instalaciones de la granja o el vecindario, substituyendo así los combustibles sólidos para calentar.
- La aplicación del digestato tiene que seguir las necesidades de la agricultura ecológica y las regulaciones medioambientales.

Ya que la vida es más compleja que la teoría, no todos los proyectos de biogás en agricultura ecológica serán capaces de seguir todas las sugerencias anteriormente citadas completamente. Las experiencias del equipo del proyecto

SUSTAINGAS muestran que la mayoría de las instalaciones de producción de biogás en la agricultura ecológica ya presentan una forma particularmente sostenible de producción de energía. Al mismo tiempo, la mayoría de las iniciativas ofrecen otra mira para mejoras adicionales.



Figura 16: La tecnología de inyección de digestato líquido reduce las emisiones de amoníaco, lo que mejora el reciclaje de nutrientes y la reducción de la contaminación del aire. Foto: N. Hölzer, MEP.

6 Buenas prácticas

Exitosos proyectos de biogás en granjas ecológicas europeas muestran como esta forma agrícola amable de producir energía puede ser implementada en la agricultura ecológica.

Los proyectos en este capítulo muestran que las plantas de biogás varían dependiendo de la estructura y tamaño de las granjas, del tipo de producción agrícola y de las aspiraciones del agricultor. El interés está en los sistemas de biogás basados en hierba trébol y en cultivos de rotación, ya que estos materiales muestran mayores efectos sinérgicos del biogás y de la producción ecológica de cultivos que otros. Al mismo tiempo, las plantas usadas como sustrato son materiales de entrada bastante exigentes en lo que se refiere al proceso de tecnología y fermentación. Los sistemas basados en estiércol –extremadamente valiosos también para la protección climatológica,- han sido implementados satisfactoriamente también en la agricultura ecológica, pero su instalación y efectos son a menudo menos específicos para el sistema agrícola.

Las condiciones relacionadas con las tarifas de acceso influyen fuertemente en el tamaño y la disposición de las plantas de biogás. Los siguientes ejemplos se sitúan en Alemania y Austria, países donde los impuestos han permitido que las plantas de biogás sean viables económicamente.

Bioenergía Schmiechen: Solo hierba trébol y estiércol sólido.

Biogás procedente al 100% de hierba trébol era la aspiración de Hubert Miller, un agricultor ecológico de largo plazo de la villa de Schmiechen en Bavaria/ Alemania cuando se unió a cuatro colegas en 2005 para aventurarse en la producción de biogás. La planta de biogás de Bioenergía Schmiechen GmbH&Co. KG se planificó individualmente y se construyó en uno de los campos de Miller en la campiña.

El enfoque en el uso de hierba trébol como sustrato llevó al uso de componentes técnicos pocas veces usados en instalaciones de biogás agrícola: Un fino fermentador con la sorprendente altura de 13 metros (m) está equipado con un agitador axial central suspendido para arreglárselas con el viscoso sustrato. En lugar de espirales que calientan dentro del fermentador, que podrían ser bloqueadas por el material fibroso, el sustrato es bombeado a intercambiadores de calor externos. Esto mantiene las temperaturas a un nivel de más de 40° C y soporta la mezcla del sustrato. La electricidad de la unidad de 350 kW CHP se vende a la red nacional a precios fijados para 20 años de operación.



Figura 17: Hubert Miller, agricultor de cultivos orgánicos en Schmiechen / Alemania desde la década de 1980, ha estado operando una planta de biogás de 350 kW con un alto fermentador adicional y agitación vertical durante seis años. Utiliza una mezcla de sustrato con hasta un 98% de pastos de alrededor de 40 granjas orgánicas. Foto: F. Gerlach, MEP.

Después de varios años optimizando el método de operación, los administradores de la planta lograron producir energía biogás a partir de una mezcla de biomasa con hasta un 98% de hierba trébol. Alrededor de unos 40 agricultores ecológicos que suministran el hierba trébol aceptan transportarlo distancias de casi 50 kilómetros (km) para obtener digestato biogás como fertilizante. Con

una agricultura principalmente no ganadera en la región, para muchos socios el digestato es la única oportunidad de obtener un fertilizante flexible ecológico. Para los agricultores de biogás, el maíz ensilado como sustrato es solo una opción improvisada para un corto plazo cuando los suministradores de biomasa abandonan o fallan al entregar las cantidades necesarias. “el biogás tiene que servir a la producción de alimentos a través de un mejorado suministro de nutrientes”, dice Miller.

Una robusta tecnología permite a Bioenergía Schmiechen permanecer abierta para procesar otros excedentes de biomasa en el momento en que se convierte en disponible. Después de años usando solo materiales de plantas, la planta de biogás se opera hoy en día con una mezcla de sustratos que incluyen hasta un 40% de estiércol sólido.

Utilizar el calor producido por la unidad CHP hasta ahora ha sido solo moderadamente exitoso. Los planes para una instalación de secado mayor

para biomasa agrícola y otros, han sido bloqueados por la comunidad. Quedará como una pregunta sin respuesta si las razones decisivas fueron una aversión al desarrollo industrial fuera del terreno urbanizado o el escepticismo hacia la agricultura de biogás. Sin embargo, el calor se utiliza para el proceso de biogás y para secar astillas de madera y hierba.

Miller, que dirige la planta, admite que requiere una experiencia considerable llegar a una operación normal. Ya que la planta de biogás fue la primera de este tipo que se centró solamente en hierba trébol, amplias alteraciones y adaptaciones fueron necesarias para solventar dificultades técnicas y biológicas en los dos primeros años de operación. Hoy día, Miller, que sigue probando y optimizando, puede basar su trabajo en un sistema de producción de éxito. Está convencido de que los agricultores pueden tomar una ruta más rápida hacia una producción de biogás exitosa aprendiendo de colegas experimentados.

Tabla 6: Características de Bioenergie Schmiechen y Krumbecker Hof

Características	Bioenergie Schmiechen	Krumbecker Hof
Localización	86511 Schmiechen, Germany	23617 Stockelsdorf, Germany
Estructura corporativa	GmbH & Co KG ¹⁰ , cooperativa de cinco fincas sin ganado	Empresa individual agrícola
Inicio de la producción	2005	2010
Inversión	1.3 millones de Euros	0.9 millones de Euros
Tamaño de la planta (CHP units)	350 kW _{el}	160 kW _{el}
Entrada de biomasa	60-98% de hierba de trébol, Ensilado de maíz 0-10%, 0-2% de grano de centeno, 0-40% de estiércol de ganado	60% de hierba de trébol, 25% de estiércol de ganado, 15% de caballos y estiércol de gallinas, fresado de subproductos
Suministro de biomasa de otras granjas	Hierba trébol de hasta 40 granjas orgánicas (hasta 50 km de radio); estiércol de las granjas orgánicas y convencionales	Estiércol avícola orgánico, estiércol de ganado convencional, molienda subproductos orgánicos
Rendimiento de energía por año	2800 MWh _{el} , 1360 MWh _{th}	1200 MWh _{el} , 1400 MWh _{th}
Uso del calor	Secado: Astillas de madera y hierba	Calefacción urbana, el secado de cereales

¹⁰ Sociedad limitada con la compañía de responsabilidad limitada como socio general.

Krumbecker Hof: una mezcla operativa

Desde 1991, la agricultura de cultivos orgánicos con baja carga ganadera ha sido el objetivo de Krumbecker Hof, una hacienda del norte de Alemania que coopera estrechamente con el vecino horticultor ecológico.

Desde 2010, las actividades en 230 Ha. han sido complementadas por una planta de biogás con 160kW_{el}, suministrada llave en mano por un contratista general especializado en procesar substratos ricos en fibra.

El principal factor que influenció la decisión del administrador de la granja Gerhard Moser para empezar una producción de biogás ha sido el efecto en la fertilidad del suelo y la gestión de nutrientes. Explica: “La opción era o reforzar la industria pecuaria de ganado o aventurarse en la producción de biogás.” Incluso como un agricultor biodinámico que valora particularmente la calidad del estiércol del ganado para la fertilidad del suelo, Moser ve la producción de biogás como una valiosa alternativa.



Figura 18: Una planta de biogás suministrada por un contratista general hace el trabajo en la orgánica Krumbecker Hof del administrador Gerhard Moser (foto pequeña). Fotos: F. Gerlach, FiBL.

Alrededor del 60% del sustrato se crea a partir de la propia hierba trébol de las granjas. El estiércol de vacuno y de caballo estabiliza los procesos de fermentación. La ración en los fermentadores se complementa con estiércol avícola ecológico de

otras granjas ecológicas y subproductos de la industria orgánica molinera. Moser confía en una tecnología estándar fuerte con algunas adaptaciones específicas. Después de desperfectos y paradas durante el primer año, causados parcialmente por una calidad pobre, la planta de biogás funciona hoy en día de manera bastante fiable.

Mientras que la electricidad se usa para la red nacional, el excedente de energía termal se usa para calentar los edificios de la granja, alrededor de diez casas y una instalación de secado de cereales. La electricidad que la planta de biogás necesita para funcionar se produce gracias a las propias turbinas de viento de la granja.

Bannsteinhof: Creciendo ecológicamente.

Asentada en la montañosa región alemana de Palatina, Bannsteinhof es una clásica granja ecológica con 150 ha de tierra arable, pastos, unas 40 vacas, algunos cerdos y algunas aves de corral así como una pequeña tienda de granja. Para la granja familiar de Achim y Margit Ruf, la decisión de llevar una planta de biogás en su propia granja fue un proceso que comenzó allá en los años 90, cuando leyeron por primera vez sobre biogás en una revista sobre agricultura.

Ocho años después de convertir su granja en agricultura orgánica, la familia Ruf estableció en sus propiedades una pequeña planta de biogás con 75 KW_{el}. Pronto quedó claro que el trabajo y la inversión solo crecerían moderadamente con una mayor capacidad, por lo que la planta se agrandó a 180kW_{el} tres años más tarde.

La planta de biogás Bannsteinhof es una clásica instalación uni-granja: Más de dos tercios de la biomasa procede de la granja, la mayoría del digestato se usa en los campos de la granja, y el calor se usa para las casas de la granja y la instalación de secado de grano. Los fermentadores se alimentan con estiércol, hierba trébol, y forraje de agricultura conservadora de pastos con un alto valor en biodiversidad. No se usan plantas energéticas.

Achim Ruf confía en el funcionamiento técnico de la planta y con la remuneración económica. Sin embargo, está claro que la perspectiva de la familia de agricultores es a largo plazo: Aunque lleva con la planta 20 años, considera que aún es muy pronto para una valoración global de su proyecto de biogás.



Figura 19: Bannsteinhof: Separar el digestato (a la izquierda) ofrece el agricultor orgánico la elección de digestato sólido y un digestato líquido con muy bajo contenido de materia seca adecuado para su aplicación en cultivos en crecimiento. Foto: A. Ruf, Bannsteinhof.

Graskraft Steindorf: Éxito Cooperativo

¿Cómo gestionar un proyecto de biogás con un volumen de negocio de 430.000 euros en conjunto con 54 agricultores sin reemplazar la producción de alimentos o el uso del maíz? La cooperativa certificada Graskraft Steindorf ha estado haciendo exitosamente esto desde 2010. Del rendimiento de unas tierras de 250 ha de pasto los socios, algunos de ellos agricultores ecológicos durante más de 20 años, producen 1.2 millones de metros cúbicos (m³) de biogás. “Especialmente el tercer y cuarto corte a menudo no pueden usarse para la producción de heno debido a condiciones meteorológicas inestables. El uso de la hierba en el proceso de biogás es una alternativa real.”, nos cuenta un agricultor.

La base de esta cooperación es una comunicación abierta entre todos los socios, por ejemplo en lo concerniente a la coordinación de los tiempos de cosecha. Otra cuestión importante es la gestión de la calidad. Analizar el contenido de toda la

biomasa entrante es un proceso estándar. De esta manera nadie se siente maltratado.

Además de 16 t de hierba, 5m³ de estiércol se introducen a diario en los dos tanques de la planta de biogás. Incluso con 54 socios, la distancia media de transporte es solo de 3.1 kilómetros. El 70% del metano producido es optimizado e introducido en la red de gas. El resto se usa en una unidad de 330kW CHP. La CHP funciona justo lo suficiente para producir la energía necesaria para que la planta funcione.

Los socios de Graskraft Steindorf todavía disfrutan de la cooperación. Cuando se les pregunta por las perspectivas de futuro, muestran que todavía están abiertos a que más agricultores de la región suministren biomasa para producir aquellos productos que la gente necesita_ como por ejemplo biometano como combustible para coches para sustituir combustibles fósiles.



Figura 20: La cooperativa Graskraft Steindorf muestra cómo una planta de tamaño económicamente viable se puede lograr mediante la cooperación de muchos agricultores. Foto: P. Stiegler; Energiewerkstatt.

¿Desea saber más sobre la producción de biogás en granjas ecológicas? Lea el manual SUSTAIN GAS Best Practice que presenta más de 20 proyectos en toda Europa. El manual puede descargarse en www.sustainingas.eu/bestpractice.html.

Tabla 7: Características de Bannsteinhof y Graskraft Steindorf

Características	Bannsteinhof	Graskraft Steindorf
Localización	66482 Zweibrücken, Germany	5204 Strasswalchen, Austria
Estructura corporativa	Empresa individual agrícola	Cooperativa: 54 granjeros y 4 no-granjeros
Inicio de la producción	2009	2010
Inversión	1.2 millones de Euros	2 millones de Euros
Tamaño de la planta (CHP units)	180 kW _{el}	330 kW _{el} + biogás upgrading
Entrada de biomasa	60% de hierba trébol orgánica 40% de estiércol	70% de pasto (principalmente orgánicos), 30% de estiércol
Suministro de biomasa de otras granjas	30 % de granjas regionales orgánicas	100 % de miembros de la cooperativa
Rendimiento de energía por año	1500 MWh _{el}	1.2 millones m ³ biogás p.a. (equals 7.000 MWh)
Uso del calor	calefacción urbana, secado de plantas: cereales y especias	70% del biogás es introducido a la red de gas

7 Empezando

Este capítulo sigue un enfoque práctico. Después de considerar la planificación de un proyecto, se explican asuntos para implementar la producción de biogás en la agricultura ecológica. Comenzando por los suministros de biomasa, también se tratan la producción de biogás y también el uso de biogás y de los residuos. A lo largo del capítulo nos centraremos en aspectos específicos para un establecimiento práctico de la producción de biogás en las granjas ecológicas.

*“Comienza por el principio, ” dijo el rey seriamente. “y continua hasta que llegues al final: entonces, para”.*¹¹

Bien... sí, pero, ¿dónde está el principio exactamente?

La mayoría de los proyectos de biogás comienzan con una de las siguientes ideas sobre cómo mejorar la granja actual:

- Hacer mejor uso de los residuos de la granja.
- Mejorar el suministro y calidad del estiércol y nutrientes.
- Producir energías renovables.
- Diversificar la producción de la granja.
- Diversificar la rotación de cultivos
- Evitar malos olores del estiércol y abono
- Invertir los fondos disponibles.

Los proyectos de biogás exitosos pueden suministrar todas o la mayoría de las ventajas anteriores, pero muchos aspectos tienen que ser considerados en detalle antes de comenzar un proyecto. Este capítulo principalmente resumirá aquellos aspectos específicos de las granjas ecológicas que son importantes para la planificación y la operación de una planta de biogás. Los recién llegados al biogás necesitarán reunir información

¹¹ De: Carroll L. (1865): Alicia en el país de las maravillas. MacMillan, Nueva York.

general adicional sobre la producción de biogás de otras fuentes.¹²

Primeros pasos

¿Es el biogás el proyecto correcto para mí? Antes de incluso empezar con la etapa de planificación, los agricultores deben reflexionar sobre esta pregunta. Puede ayudar observar como otros agricultores afrontan las ventajas y problemas en sus propios proyectos de biogás. Algunos pueden ignorar la importancia social de la producción de biogás en la comunidad local. Escoger a los socios correctos y una escala adecuada de producción de biogás puede ser decisiva para un proyecto exitoso.

¿Funcionará de veras?

El papel es paciente, pero nada es tan engañoso como la realidad. SUSTAINGAS ha preguntado a agricultores de biogás y a otros expertos de biogás sobre sus experiencias. ¿Qué funciona? ¿Dónde están las deficiencias? Los resultados hablan un lenguaje claro: el biogás orgánico tiene muchas ventajas para el sistema de cultivos e incrementa la rentabilidad de los cultivos. Abastecerse de biomasa a precios razonables y asegurar un funcionamiento correcto del proceso son dos de los principales retos. Las experiencias de los agricultores pueden trasladarse a sugerencias sobre como constituir un proyecto de biogás exitoso:

- Comienza solo si recibes una *buena rentabilidad* por tu energía. Esto dependerá enormemente de los impuestos para la energía de biogás en tu país.
- La *situación del mercado* determinará en mayor medida que tamaño de planta, concepto y uso de biogás es viable en tu situación particular.

¹² Para ampliar información ir al capítulo “Más información”

- *Busca consejo* de personas con experiencia en biogás.
- *Las autorizaciones y licencias* costarán tiempo y energía.
- *El tamaño sí importa:* Las plantas pequeñas de biogás son caras de construir y dirigir en comparación con su capacidad y rendimiento. Además, conceptos como hazlo tú mismo están limitados por las consideraciones de riesgos y las crecientes obligaciones en seguridad y legalidad. Por otra parte, el tamaño de la planta se restringe por la cantidad de biomasa disponible en condiciones razonables. Los esquemas de demanda y costos para calefacción, electricidad, y/o gas deben también influenciar nuestra elección de tamaño de la planta.
- *Mantén bajos los costes de biomasa:* Asegurar suficiente sustrato a largo plazo tiene que ser al comienzo de cada proyecto. Llevar a cabo el proyecto en colaboración con otros agricultores puede ser una manera, acuerdos con granjas sin ganado para intercambiar biomasa y digestato es otra opción. Asegurar que la planta procesará una amplia variedad de cultivos y residuos reduce el riesgo de subida en los precios de biomasa. No ignore los costes de cosecha y transporte, pueden aumentar ampliamente el presupuesto.
- *No permita que la solución de problemas merme su tiempo libre.* Los problemas técnicos y organización pueden llegar a causar caras paradas y pueden incrementar ampliamente los costes operacionales. Reduzca el riesgo con una planificación cuidadosa, un desarrollo y documentación profesional, así como un margen de tiempo adecuado para posibles contratiempos. Una planta que, con un funcionamiento correcto, requiere menos de medio día de trabajo, puede convertirse en un trabajo de tiempo completo si aparecen problemas.
- *Tenga en cuenta la desintegración de biomasa:*
Existen una gran variedad de estrategias para reducir las fibras y abrir las células vegetales, como son el aplastamiento, el calor, la

electrocinética y el tratamiento biológico solo o combinado, esto puede acelerar el proceso de fermentación, incrementar los rendimientos de biogás y reducir los problemas tecnológicos, particularmente cuando se utiliza material viscoso rico en fibra. En la encuesta, la mayoría de los agricultores estaban a favor de los métodos de desintegración y bastante satisfechos.



Figura 21: Para las plantas de biogás medianas y grandes, las técnicas de desintegración como esta combinación de molino de martillo y microorganismos específicos, pueden mejorar la eficiencia y fiabilidad. Foto: F. Gerlach, FiBL.

- *No copie las ideas de otros agricultores:* Las condiciones de los conceptos del biogás orgánico son a menudo específicos para cada granja en concreto. Aprender de los experimentados es vital, pero cada proyecto necesitara adaptarse a las condiciones legales.
- *Echar un ojo al consume de energía:* se necesitara entre un 5 y un 15% de la energía producida para el funcionamiento de la planta de biogás, particularmente el mezclado y el bombeo utilizan una considerable cantidad de energía. Una planificación cuidadosa y una continua mejoría durante la fase de producción son necesarias para reducir el uso de energía.
- *Haz que dure:* La tecnología debe ser fuerte y adecuada para manipular la biomasa solida rica en fibra. Muchas plantas existentes han mejorado los equipos de alimentación de biomasa en el proceso, para el mezclado del

sustrato en los fermentadores y para el bombeo. Aquí, una robusta y funcional tecnología es vital.

- *Digestato:* Cuanto más almacenamiento, más energía en la planta. El almacenamiento del digestato es imperativo para cumplir las obligaciones legales. Mas sitio de almacenamiento puede mejorar ampliamente los rendimientos de campos arables. En los sistemas arables, el digestato debe ser almacenado hasta unos nueve meses o más para asegurar que se esparce en momentos de uso óptimo de nutrientes. ¡Pague por el almacenamiento una vez y asegure rendimientos extra cada año!
- *Generar energía:* Utiliza tu calor. La generación de energía en la granja a partir del biogás solo tiene sentido si el calor remanente se utiliza. Asegúrese de que haya necesidad de calor en el vecindario antes de fijar la localización.



Figura 22: La distribución del calor en la planta de biogás. Conceptos profesionales pueden utilizar una gran parte del calor producido. Foto: MEP.

Biogás – Un proyecto social

La comunicación va primero – mucho antes de que la tecnológica y la microbiología intervengan. Para la mayoría de los proyectos de biogás, necesitara la colaboración, el apoyo o por lo menos la aceptación de los suministradores, autoridades, colegas agricultores, sus vecinos y/o la prensa local. Incluso si su proyecto es pequeño y autosuficiente, querrá vender el calor excedente a sus vecinos y

necesitara por lo tanto planificar los permisos para el proyecto. El apoyo local puede traer ventajas considerables, mientras que vecinos o ayuntamiento local que se opongan puede hacer peligrar la viabilidad del proyecto al completo.

Muchas comunidades entienden que el biogás ecológico puede ser una ventaja real para el vecindario. Aparte de la ventaja general de tener un productor de energías renovables sostenidas en el pueblo, las comunidades recibirían tributos adicionales siempre y cuando el proyecto fuese rentable. Si existe una posibilidad de procesar los residuos locales en la planta de biogás o de establecer una calefacción urbana para hogares o edificios públicos, incluso hay más ventajas tangibles para la comunidad. Las plantas de biogás con tratamiento de estiércol en la granja disminuirán considerablemente el mal olor, un argumento importante para granjas avícolas y porcinas.

Por otra parte, mucha gente cree que las plantas de biogás serán una fuente adicional de malos olores, aunque esto solo es cierto para plantas que procesen bioresiduos o proyectos gestionados de mala manera. En algunos países un uso generalizado de plantas energéticas como el maíz ha avivado miedos de indeseados cambios en el uso de la tierra, incluso cuando se trata de proyectos ecológicos. También, un incremento en el tráfico en carreteras pequeñas debido al transporte de la biomasa de planta y el estiércol podría ser impopular, particularmente si toca áreas residenciales. El biogás como una sustancia explosiva causa temor debido a peligros en la vecindad y en el agua. Cambios en el ruido y en los paisajes causados por la fase de construcción deben ser considerados también. Si añadimos un escepticismo general al cambio y a la actividad económica individual en algunas comunidades, y sabrá porque tendrá que convencer primero a sus familiares, amigos, vecinos, colegas y a la comunidad al completo de que una planta de biogás orgánico en la comunidad no solo beneficiara a su granja si no a la comunidad. Mantenga en mente: No existe tal cosa como “el biogás en general”. Las ventajas y las desventajas estarán siempre conectadas en su proyecto particular.

Dirigirse a la comunidad: Con el biogás ecológico sostenible, una idea coherente, y una gestión profesional, usted tendrá todo en su mano para convencer a la comunidad. El camino a una comunicación exitosa es similar en la mayoría de los proyectos, pero el biogás a menudo es la primera profunda exigencia de la comunicación pública de la granja. Aquí tiene algunos temas a tener en mente cuando se dirija a la comunidad:

- De la noticia antes de que se extienda el rumor
- Diga siempre la verdad
- Solo prometa lo que pueda cumplir
- Algunos vecinos estarán más en contra de sus actividades de biogás que otros. Necesitan atención específica.
- Piense con anticipación: considere las soluciones antes de que sus vecinos le planteen el problema
- Intente comprender los puntos de vista de los demás incluso si no los comparte
- Tiene mucho que ver con sensaciones y experiencias: hable siempre en positivo y muestre su entusiasmo
- Asegúrese de que la prensa local realmente comprende lo que usted está planificando

Información pública: a escala local, mucha confianza y apoyo pueden ser ganados usando vías informales: nada más efectivo que una charla en la tienda local, a la puerta de la granja, en el Mercado o en el pub. Además, iniciativas formales pueden ser útiles y necesarias:

- Al comienzo de la planificación: Presentación y tratamiento del proyecto con el ayuntamiento, seguido de una presentación pública
- Lanzar una página web y/o información pública sobre el estado del proyecto.
- Organizar visitas a otras plantas (ecológicas) de biogás con miembros de la comunidad.
- Foro de discusión con expertos externos (especialmente si asuntos específicos son el centro de las habladurías locales)

- Contacto con los medios: Publicación en la prensa, información a reporteros locales, invitaciones a visitar la granja.

- Días de puertas abiertas al comienzo de la producción o durante el funcionamiento.

Experiencias: el apoyo de la comunidad es un factor decisivo. Aquí presentamos lo que los operadores han experimentado

- “Cuando dejamos de operar la planta de biogás después de muchos años, los vecinos volvieron a oler el estiércol de las aves ya que ya no se fermentaba. Nos pidieron que volviéramos a establecer la producción de biogás”
- “La decisión de una calefacción urbana fue política. Para un consentimiento público de la producción de biogás, necesitamos que nuestros vecinos participen en los beneficios de nuestra producción de biogás.”
- “Después de tres años se cesó en la planificación ya que la comunidad” se oponía al proyecto de una planta de biogás orgánico”
- “El permiso para expandir nuestra planta de biogás fue atado a la obligación de suministrar energía a la comunidad”



Figura 23: Visitar los mejores ejemplos prácticos de plantas de biogás con colegas y ciudadanos locales ayudará a comunicar el proyecto de biogás. Foto: W. Baaske, STUDIA.

Elección de socios, abastecimiento de información

Los agricultores tradicionales han aprendido el grueso de su conocimiento de sus padres y sus abuelos. Esto es diferente con el biogás: mientras que el conocimiento en mecánica, tecnología, biología y economía es muy útil para aquel que se aventure en la producción de biogás, un conocimiento específico sobre el biogás en la familia, con colegas o consultando a socios es a menudo escaso. Existe una necesidad de información, formación y consejo. Los agricultores interesados en biogás deben adquirir conocimientos adicionales y asegurarse de que tienen socios competentes para ayudarles a tomar decisiones cuando surjan los problemas.

Elija especialistas que tengan experiencia en el biogás orgánico y/o las instalaciones para convertir la biomasa rica en fibra y material seca. Pueden ser asesores de biogás los agricultores ecológicos u operadores de biogás orgánico experimentados. No siempre conseguirá toda la información necesaria de una sola persona.

Juntos es mejor: considere empezar con el biogás junto a colegas agricultores ecológicos en la región. Esto reducirá costes, asegurará y adecuara el suministro de biogás e incrementará el saber cómo para la gestión. Antes de comprometerse con una colaboración, compruebe que Vd. Y sus socios tienen expectativas claras y compatibles, una actitud similar de cooperación, y un entendimiento común de la tarea. Busque asistencia legal y financiero cuando fije los detalles de la cooperación.

Asegúrese de que las compañías constructoras y los suministradores de tecnología de biogás tengan experiencia en el tipo de planta que quiere construir. Visite proyectos que funcionen y hable con los operadores. Escoja un contratista general o busque consejo experimentado y competente teniendo en cuenta la compatibilidad de los componentes para un proceso tranquilo.

Contrate asistencia legal en la elaboración y confirmación del contrato con suministradores de plantas de biogás. El contrato debe contener garantías para asegurar el funcionamiento no solo

de las partes separadas sino también del Sistema al completo (calefacción, mezclado, bombeado, hidráulicos, control de la capa impermeable, etc.)

De todos los consejos necesarios y valiosos que reciba, el primero y principal experto en tu planta individual tendrá que ser usted como gerente de la planta. Esto es particularmente verdad en las plantas de biogás en la agricultura ecológica ya que las condiciones varían más que en las plantas convencionales, y los especialistas en biogás solo tienen limitada experiencia con semejantes proyectos. Solo aquellos que conocen la operativa básicamente de la experiencia diaria serán capaces de tener en cuenta todos los parámetros. Finalmente, incluso el consejo del más cualificado experto puede ser tan bueno como la información de la planta que el gerente le pueda dar. Por lo tanto, no hay mejor cosa que trabajar en su propio biogás saber cómo. Formación, cualificación, la continua búsqueda de una mejor y actual información es un gran paso hacia una operación de biogás exitosa.

¿Grande o pequeña?

Tomar la decisión adecuada sobre la capacidad de una planta de biogás es crucial para su éxito y mucho más complejo que solo multiplicar la inversión, aportación y producción. Los siguientes ejemplos ilustran la variedad de oportunidades y retos de diferentes tamaños de plantas (ver tabla 8):

Mientras que las *plantas pequeñas* con menos de 100kW_{el} pueden funcionar como unidades de granja incluso hasta granjas de moderado tamaño, los relativamente altos costes de inversión incluso en plantas con tecnología simple pueden causar severas dificultades a la economía de la granja. Pero a pesar de la baja eficiencia eléctrica de los motores pequeños CHP, una integración inteligente de provisión de substrato, uso del digestato y uso del calor dentro del Sistema Agrícola puede suministrar una excelente eficiencia global.

Para *plantas de tamaño medio* de hasta 500kW_{el}, el mayor reto residirá siempre en asegurar la suficiente biomasa a largo plazo. El calor usado

puede ser también cuestionado ya que la planta suministra más calor del que la mayoría de las granjas pueden necesitar, pero una calefacción urbana a esta escala sería solo viable si la planta está suficientemente cerca de otros usuarios de calor. Los constructores de biogás ofrecen una gama de plantas acreditadas y probadas y a medida que pueden necesitar adaptación a los substratos usados.

Grandes plantas son dirigidas típicamente en colaboración con otros granjeros. La aprobación de la planificación puede ser un reto ya que estas plantas a veces no están consideradas como parte de la granja. Los costes de gestión y de transporte pueden subir en plantas de esta escala, pero desarrolladores como ascender el biogás por inyección a la red de gas, el uso del copioso calor, o la venta directa las hacen viables a esta escala.

Una limitación definitiva en cuanto al tamaño de la planta es la cantidad de biomasa disponible a largo plazo. Mientras que una planta pequeña será capaz de encontrar nuevas fuentes para biomasa adicional, una grande con unos cálculos demasiado optimistas de necesidades de biomasa puede encontrarse con severos problemas. Después de todo, una planta pequeña de biogás de 75 kW_{el} necesita biomasa de unas 30 a 50 ha, mientras que una planta que produce 1.000kW_{el}, procesara biomasa de alrededor de 350 a 650 ha – la cantidad anual de biomasa de granjas orgánicas que debe ser asegurada antes de embarcarse en un gran proyecto de biogás.

Financiación: Mantenerse al mando

Con una planta de biogás, los agricultores establecen una instalación semi-industrial en sus propiedades. La inversión necesaria es considerable (de 200.000 a millones de euros dependiendo del tamaño, etc...)

Para los proyectos de agricultura orgánica, el uso de capital de inversores ajenos debe de considerarse críticamente. A menudo las ventajas del biogás en el Sistema de agricultura orgánica son

demasiado complejas para entrar en cálculos de socios que inviertan solamente por razones financieras. Particularmente, si los inversores no tienen relación con la agricultura ecológica, su control sobre el proyecto puede comprometer la sinergia entre el biogás y la agricultura ecológica. Los agricultores deben, por lo tanto, buscar socios para el proyecto con un entendimiento y unas expectativas del biogás comunes.

Tabla 8: Estrategias para las plantas de biogás con capacidades diferentes

Plantas de biogás	Pequeña < 100 kW	Media 100-500 kW	Grande > 500 kW
Adecuado para	Las pequeñas explotaciones Las granjas con sólo producción animal Las granjas con cultivos perennes, principalmente como fruta y el vino.	Grandes granjas Las granjas con una producción más cultivos herbáceos (con abono verde) Producción hortícola más grande.	Varias granjas orgánicas más grandes con distancias cortas entre ellas. Potencial para una planta de biogás común en cooperación.
Desventajas	Alto costo específico para la planta de biogás (€ por kW) Gestión radica en que el agricultor le yoes Baja eficiencia eléctrica en cogeneración	La dependencia del suministro de biomasa externa Utilización del calor residual puede ser un desafío Se puede producir coste de Transporte Acuerdos de cooperación adecuadas con los proveedores de biomasa deben ser previstos	Mayor costo por kW Los costos de transporte Proceso de aprobación más costoso y exigente Los acuerdos de cooperación deben desarrollarse La biomasa debe estar disponible de acuerdo al tamaño de la planta.
Ventajas	Estrechamente integrado con el entorno de granja Sólo propia biomasa (sin dependencias) Sin costo de transporte El calor residual asignado localmente	Menor costo específico para la planta de biogás (€ por kW) Mayor eficiencia eléctrica en cogeneración Las personas empleadas pueden tomar parte en la operación.	Las ventas de energía más óptimos se pueden desarrollar, como la mejora de la red de gas. Operador especializado puede ser empleado.
Estrategias	Concepto Hazlo tu mismo apropiado o llave en mano.	Llave en mano de planta apropiado Biomasa orgánica debe ser asegurada a través de acuerdos de los proveedores. La importación de biomasa convencional para un período de transición Convertir las granjas vecinas a orgánico	Ajuste de planta de biogás personalizada se puede permitir. Estrategias de comercialización alternativos pueden ser analizados

Fuente: Tersbøl M., and Malm L. (2013): Financial Performance of Organic Biogas Production. SUSTAININGAS Report D 3.1, online at www.sustainingas.eu/strategy.html.

Suministro de biogas

Un reto decisivo para establecer una unidad de biogás es conseguir suficiente biomasa orgánica a precios asequibles y estables. Ya que la disponibilidad de la biomasa va a determinar la capacidad y la tecnológica del proyecto, este tema tan sensible debe ser abordado en la primera fase de planificación y antes de establecer la planta. Aunque la biomasa proceda en su totalidad de la granja del productor del biogás, los acuerdos a largo plazo son cruciales. Es vital para la economía de las plantas de biogás orgánico estar de acuerdo con los suministradores de biomasa en unas condiciones a largo plazo mutuamente vinculantes y beneficiosas para el intercambio de biomasa y fertilizante.

Excedente de biogás de las granjas orgánicas

Para los agricultores ecológicos, el abastecimiento de la biomasa excedente a una planta de biogás significa acceso exclusivo al fertilizante superior ecológico (digestato). En particular, en las granjas con poca tasa ganadera, esto puede mejorar el rendimiento la complete rotación de cultivos. Los conductores de las plantas de biogás orgánicas, por otra parte, necesitan fuentes ecológicas fiables o cantidades suficientes de biomasa a precios estables y razonables. Por esta razón los agricultores deben trabajar juntos y desvincular los suministros de biomasa de los precios de mercado con acuerdos a largo plazo incluyendo precios asequibles de la biomasa para la planta de biogás así como un suministro fiable de digestato para la explotación de cultivos.

Los productores ecológicos se benefician de optimizar sus cultivos de rotación. Por lo tanto, tienen interés en vender estiércol verde a las plantas de biogás a cambio de digestato como fertilizante.

Se debe centrar el abastecimiento de biomasa en biomasa residual como el estiércol verde, los cultivos de rotación/intercultivos, y estiércol de ganado. Una desintegración para una mejor digestibilidad hace que otro tipo de biomasa como el

material de medidas de conservación y paja disponible para el proceso de biomasa.



Figura 24: Cosecha de hierba trébol para biogás. foto: agrarfoto.at.

Hierba trébol, mezcle y disfrute

La hierba trébol es un sustrato ideal para las granjas ecológicas. Beneficioso para el suelo y para la rotación de cultivos al completo, su uso para biogás convierte a la hierba trébol en cultivo de mercado- incluso en granjas sin ganado. Sin embargo, el alto contenido del sustrato en fibra y en nitrógeno es un reto considerable para las plantas de biogás donde la hierba trébol se usa como sustrato predominante. Una porción minoritaria de estiércol, residuos adecuados, o – donde no estén disponibles- plantas energéticas como el cereal ensilado o incluso maíz ensilado harán posible un más fácil y eficiente funcionamiento de la planta.

Residuos no agrarios y bioresiduos

El uso de residuos orgánicos como los desechos de pollo o de la industria alimentaria conduce hacia una economía de flujo circular pero debe ser considerado con prudencia: el riesgo de introducir enfermedades, sustancias dañinas u organismos genéticamente modificados en el sistema agrario debe ser evitado. Además la legislación nacional, las tarifas de acceso reguladas, o la normativa ecológica normalmente prohíben el uso de residuos en las

plantas de biogás o en las granjas ecológicas. Las propiedades de muchos materiales de desecho varían ampliamente entre las partidas, lo que hace muy difícil gestionar el proceso de fermentación. Por lo tanto, actualmente las plantas de biogás ecológico prefieren subproductos y residuos de la industria alimentaria (ecológica) con un riesgo bajo en contaminación y un potencial previsible de biogás, como la paja o el lacto suero.

Mientras que el origen y la manipulación de los residuos no agrarios diferirán ampliamente dependiendo de la región y el tipo de material del que se trate, algunas de las siguientes preguntas y sugerencias pueden ayudarle a tener una idea de qué comprobar si decide usar estos sustratos:

- Averigüe qué excedentes están disponibles en su región. Pueden ayudarle la industria alimentaria y de piensos y las autoridades en gestión de residuos.
- Compruebe las condiciones legales para el proceso de materiales de residuos y desechos y, igualmente importante, el uso de digestato como fertilizante en campos ecológicos.
- ¿qué materiales son viables para el proceso en una planta de biogás agrícola? Digestibilidad, contenido en nutrientes, especificaciones de gestión, uniformidad de las cualidades del sustrato y riesgo de contaminación con sustancias dañinas o trastornos deben ser comprobados.
- ¿Está su planta de biogás equipada para procesar las sustancias tecnológicamente (alimentación, mezclado, etc.) y microbiológicamente (temperatura, mezcla de biomasa, equipo de seguridad, equipo de análisis)? ¿qué inversión extra sería necesaria para procesar los sustratos?
- ¿puede adquirir los conocimientos técnicos para gestionar con éxito los sustratos?
- ¿qué cantidades están disponibles con qué condiciones? ¿Pagará el productor del residuo por su eliminación o habrá un coste para la planta de biogás? Eso depende

mucho de la estrategia de eliminación alternativa del productor.

- ¿Incrementará el sustrato los malos olores del vecindario? ¿Será un problema para la planta?
- ¿Contribuirán los nutrientes importados de biomasa no agrícola a una situación de nutrientes equilibrada o debe considerar la venta del excedente como fertilizador orgánico?



Figura 25: El estiércol de aves permite altos rendimientos de biogás y perderá su olor después de la fermentación. El alto contenido de nitrógeno limita su uso como sustrato. Foto: R. Newman, BMLFUW.

Segunda elección: cultivos energéticos

Los cultivos energéticos cultivados principalmente para la producción de biogás son solo una segunda opción: Utilizan la tierra donde se pueden cultivar alimentos. Recuerde: al contrario de lo que ocurre con los alimentos y los piensos producidos ecológicamente, no hay prima en el pago de la biomasa ecológica en el Mercado de la energía. Algunas asociaciones ecológicas limitan la porción de cultivos energéticos en las plantas de biogás ecológico.

Las plantas energéticas pueden, sin embargo, jugar un papel ventajoso para el sistema de cultivo o posibilitar una “dieta” equilibrada al fermentador. Como las vacas, las plantas de biogás necesitan nutrientes en su proporción correcta. Usando solo residuos y el excedente de biomasa disponible puede resultar en un proceso de biogás

desequilibrado. En este caso, añadir plantas energéticas adecuadas puede incrementar la productividad de la producción de biogás.

¿ Cien por cien ecológico?

La agricultura ecológica aspira a desarrollar un sistema autosuficiente. La biomasa de la agricultura convencional debería ser considerada como una solución a corto plazo cuando no haya disponible suficiente biomasa ecológica. Sin embargo, complementar la entrada de biomasa con residuos de granjas convencionales como estiércol, cultivos de cobertura, material de desbrozado, puede ser una alternativa al uso de cultivos energéticos.

Para mejorar la reserva de biomasa, se debe fomentar convertir las granjas cercanas a la planta de biogás a la agricultura ecológica - con el argumento adicional de un suministro seguro de fertilizante.

La cuestión de cuál es el material de entrada adecuado sigue siendo tema de estudio. Dependiendo del enfoque (producción de energía, fertilidad del suelo, cambio climático, uso de la tierra, contaminación, eficiencia de recursos, y /o

ciclos de nutrientes) y de las condiciones regionales, los planteamientos, en cuanto al uso de cultivos energéticos, la biomasa de la agricultura convencional y los bioresiduos, difieren.

Más información sobre la proporción de biomasa ecológica en las plantas de biogás en la descripción de SUSTAININGAS de biogás ecológico en pág. 9 y Tabla 2 sobre normas ecológicas en la pág. 12.

Calidad del sustrato

Existen estimaciones sobre la producción potencial de metano de muchos sustratos, a partir de material de la agricultura convencional. Se pueden usar esas cifras para cálculos aproximados. Ya que el agua no produce metano, compruebe siempre que compara la biomasa con contenido (ecológico) de materia seca definida. Como sabrá de los análisis de piensos y fertilizantes orgánicos, necesitara analizar el material de su granja para una información precisa. Alcanzar los rendimientos estimados dependerá claramente de la eficiencia de su proyecto de biogás.

Tabla 9: Sustratos típicos para la producción de biogás orgánico (selección)

Sustrato	Aprox. generación anual (t de materia fresca por hectárea o por vaca lechera)	Contenido de materia seca (%)	Rendimiento de biogás (Nm ³ por tonelada de materia fresca)	Contenido de metano en el biogás (%)
Purines de vacuno	19	10	30	55
Estiércol de vacuno	13 ¹³	25	96	55
Conservación de pastizales	5-12	50	128	50
Ensilado de centeno (cosechado verde)	10-15	25	135	53
Ensilado de hierba trébol	16-27	30	157	55
Ensilado de maíz ¹⁴	28-40	35	216	52

Fuente: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)(2013): Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, online at <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do>.

¹³ restos de cama

¹⁴ El ensilaje de maíz como el principal sustrato en la producción de biogás agrícola convencional se incluye como referencia.

El biogás y la granja de cultivo

En aquellas granjas dedicadas a la producción agrícola, el biogás puede beneficiar el rendimiento de los cultivos, la calidad de los mismos y la posibilidad de cultivar ciertos cultivos difíciles. (Ver capítulo 5 “¿Por qué biogás ecológico?”) Responsables de esto son:

- La utilización de productos de la planta infrautilizados en otras ocasiones.
 - La vuelta de los nutrientes a los campos como un fertilizante disponible y almacenable.
- Si realmente quiere beneficiarse del biogás, le recomendamos que revise su sistema de cultivos y de fertilización:
- Cultive una parte suficiente de leguminosas de forraje verde como el trébol y /o alfalfa, una proporción del 20 al 30% le proporcionará el suficiente nitrógeno para la rotación de cultivos. Si es viable, cultivar leguminosas durante dos años recortará costes y ayudará a la vida del suelo y el control de malas hierbas.
 - Considere los cultivos de rotación y los intercultivos y otros sistemas con dos cosechas al año: Ya que el substrato de biogás puede ser cosechado aunque este verde todavía, esto es posible en diferentes condiciones.
 - La disponibilidad de nutrientes mejorados le permitirá experimentar con más cultivos exigentes que antes. Tener la alternativa de usar cosechas decepcionantes para la producción de biogás disminuirá el riesgo de fracaso en el cultivo.
 - Reconsidere su gestión de los residuos de la cosecha. En lugar de dejarlos en el campo, ahora tiene la opción de procesarlos en el fermentador y usar el digestato la próxima primavera.
 - Las semillas de muchas malas hierbas se vuelven infértiles cuando se procesan en las plantas de biogás. Puede usar esta ventaja para reducir la presión de las malas hierbas en campos infestados.

Biogás en granjas de ganado/avícolas

¿Está usted centrado en el ganado, el cerdo o las aves? El biogás puede convertir el estiércol y los purines en energía sin reducir su valor como fertilizante. El forraje de baja calidad y las sobras de pienso pueden también usarse para biogás en lugar de alimentar al ganado inadecuadamente (pero: los materiales enmohecidos son inadecuados incluso para biogás).

Mirando al efecto en el clima, no hay mucho que se pueda hacer mal. Capturar el gas metano de efecto invernadero del estiércol que sería emitido a la atmósfera es un gran beneficio para la huella que deje su granja en el clima. Un efecto secundario importante para los granjeros porcinos y avícolas y sus vecinos: el digestato sobrante después de la fermentación olerá mucho menos que el estiércol sin tratar.

A menos que lleve una gran granja y use los excrementos de cientos de cabezas de ganado y/o por consiguiente use la planta de biogás para sus campos, su propio substrato será suficiente solo para una planta pequeña. La colaboración con otros agricultores ecológicos puede permitirle comenzar con una planta más grande que normalmente es más económica. Asegúrese que conoce la normativa de las autoridades veterinarias, si el estiércol proviene de más de una granja. Los requisitos pueden ser el saneamiento del substrato, análisis de sustancias dañinas, y/o rutas de transporte separadas para el estiércol y el digestato.



Figura 26: Los cerdos, productores de buen estiércol y purines para la producción de biogás en el Scharlhof / Alemania. Foto: V. Jaensch, RENAC.

Producción de biogás

Un gerente de biogás ecológico lo explicó enérgicamente: “Producir biogás de maíz ensilado y de estiércol es como conducir en una autopista, fermentar la hierba trébol principalmente es como conducir a lo largo de un camino de montaña.” Esto quiere decir que antes de establecerse, asegúrese de que tiene el engranaje correcto, la guía correcta y la formación correcta! Mientras que la tecnología es una cuestión importante cuando se trata de sustratos ricos en fibras, una gestión cuidadosa del proceso también necesita atención particular.

Tecnología

¿Por qué debe ser diferente la tecnología de las plantas de biogás ecológico a las soluciones convencionales? Comparado a las plantas de biogás que operan basándose en el maíz y otro cereal ensilado, el sustrato en la agricultura ecológica tiene típicamente:

- **Más fibra** (lignina, celulosa) de la hierba, trébol, material de desbrozado y paja. El contenido de material seco en el fermentador también es alto, con un 13 a 15%. El efecto es mayor esfuerzo en las partes móviles y en las bombas.
- **Más proteína** del hierba trébol, otras leguminosas y del estiércol. El efecto es la aparición de capas sobrenadantes¹⁵. La actividad de microbios - en particular durante la metanogénesis, se deteriora.

En un principio, la tecnología es parecida con algunas diferencias en según qué partes. A continuación describimos las necesidades especiales de las plantas de biogás.¹⁶ La tecnología utilizada debe ser robusta y probada, y las siguientes cuestiones deben tenerse en cuenta para elegir la tecnología correcta:

¹⁵ Las capas sobrenadantes son compactaciones en el fermentador en la parte superior del sustrato que causan problemas de agitación y con la salida de metano a partir del sustrato.

¹⁶ Para bibliografía sobre temas técnicos generales por favor consulte el capítulo “Más información”.

- Partes no deseadas como piedras y arena deben retirarse antes del proceso o en los sedimentos de los fermentadores.
- La tecnología de alimentación es la parte más expuesta. Debe ser duradera, fiable y eficiente energéticamente.
- La desintegración mecánica (u otra) o hidrólisis (un compartimento adicional para la primera fase de la producción de biogás) ayuda al rebajar el alto contenido en fibra y puede ser una opción. para más biogás y mejor consistencia del sustrato
- Las tuberías para el bombeo del sustrato deben ser cortas y de ancho diámetro y las bombas fuertes. (ej. Bomba helicoidal de rotor) y cerca del digestador.
- El equipo de mezclado debe tener grandes palas y cuchillas que puedan mover la biomasa y evitar la capa sobrenadante. Las unidades de mezclado deben ser seleccionadas con cuidado. Contribuyen considerablemente a los costes operacionales de las plantas de biogás ya que el consume de energía es elevado y las partes móviles deben sustituirse cada cuatro- seis años.
- El calentamiento externo del fermentador puede causar problemas ya que el alto contenido en proteínas del sustrato puede derivar en un alto riesgo de proteínas pegándose al serpentín
- Los fermentadores altos con diámetro pequeño facilitan el mezclado y evitan la formación de las capas sobrenadante.

El proceso y la tecnología no solo tiene que ser diseñada para operar con los tipos de biomasa disponibles, si no que los agricultores tienen que asegurarse de que tienen suficiente experiencia con la tecnología en las plantas de trabajo para asegurar un funcionamiento eficiente y estable durante muchos años. Su tecnología procesara enormes cantidades de material no homogéneo cada año que causara un desgaste considerable. Al mismo tiempo, el producto biogás requiere una manipulación fiable y segura ya que es altamente inflamable, explosivo si se mezcla con oxígeno y activo como gas de efecto invernadero cuando se libera en la atmosfera.

Por todas estas razones, inspecciones regulares y revisiones de las partes importantes son necesarias. Para la maquinaria como los motores CHP, los fabricantes definen periodos de inspección y revisión, otros como los taladros y las bombas necesitan ser examinados rutinariamente por el desgaste.



Figura 27: Vital para un funcionamiento fiable es la revisión periódica de la unidad de cogeneración. En la foto: pistones de los cilindros del motor. Foto: F. Gerlach, MEP.

Cuando SUSTAINGAS les preguntó la mayoría de los agricultores con plantas de biogás estaban bastante satisfechos con el funcionamiento de su proyecto. Sin embargo, las reparaciones eran el asunto con el que los profesionales se mostraban más insatisfechos - seguido de los costes de operativa diaria y una carga de trabajo estrechamente conectada a reparaciones frecuentes y costosas. Como consecuencia, muchos agricultores mencionaron los fallos y las reparaciones como una influencia negativa en la situación económica de la planta.

Cuando se les pregunto por los planes de invertir más en la planta, muchos mencionaron el añadir o agrandar componentes como por ejemplo la desintegración del sustrato, la utilización del calor y el almacenamiento del digestato. Sin embargo, repetidas menciones de inversiones planeadas en la tecnología de mezclado y alimentación, muestra que la tecnología utilizada no siempre reúne los requisitos de la producción de biogás orgánico.

Gestión del proceso

El planteamiento de muchos agricultores de “mira, siente y huele” a la gestión de la calidad es un buen comienzo para la producción de biogás. No importa si se trata del olor de la biomasa, la estructura del sustrato en el fermentador, las burbujas de gas en el fermentador o el sonido del motor CHP: Use sus sentidos y conocerá su planta de biogás.

Sin embargo, para unos rendimientos de gas altos y fiables y una mayor percepción de la “caja negra” de la fermentación, necesitara conocer y documentar una cantidad considerable de datos regularmente:

- ¿qué entra? (substratos: cantidad, contenido de materia seca, si es posible, rendimiento esperado del gas)
- ¿Qué sale? (Digestato: Cantidad, contenido en materia seca, contenido en nutrientes)
- ¿Qué ocurre entre medias? (Temperaturas, contenido en ácidos, producción de biogás, contenido de metano y dióxido de carbono).

La documentación diaria de los entrantes y salientes y de los parámetros del proceso es un deber absoluto si quiere lograr rendimientos decentes del biogás!

Para evitar problemas de fermentación por ejemplo creados por la inhibición del nitrógeno, el proceso de biogás debe ser controlado mediante análisis de las propiedades del fermentador así como análisis del biogás producido. Un control regular del total de los ácidos libres y orgánicos combinados con un análisis diario del contenido de metano en el biogás le dará una indicación clara de si la producción de biogás en el fermentador está produciéndose correctamente. Si surgen problemas, puede reaccionar rápidamente y evitar una caída de la producción.

Utilización del biogás

Es raro que los productores de biogás encuentren un mercado para el biogás según sale del fermentador. Normalmente, el producto “biogás” será procesado y será vendido como energía. Mientras que la producción de combustible y la inyección de biogás en la red nacional de gas son conceptos prometedores, la producción combinada de electricidad y/o calor en la propia instalación de la producción de biogás es hasta ahora el uso más extendido del biogás.

CHP: biogas para electricidad y calor

En la mayoría de los casos el biogás se usa para la producción de energía en las unidades de Energía y Calor Combinado (unidades CHP). Dependiendo de la estrategia individual y de la estructura de los costes y los precios de la energía, la unidad CHP solo funcionara cuando sean necesarios el calor y la electricidad, o solo cuando se necesite la fuente de energía más valiosa.



Figura 28: CHP: Biogás para electricidad y calor. Foto: V. Jaensch, RENAC.

A menudo estas unidades de biogás CHP operan sin interrupción para alimentar continuamente a la red nacional de electricidad. Esto permitirá a los costes de inversión extenderse durante las horas de funcionamiento. Otros conceptos alternativos limitan el funcionamiento de las CHP cuando se

utilizan tanto el calor como la electricidad. Esto hace más eficiente el uso de energía contenida en el biogás. La ubicación geográfica de una planta de biogás puede limitar mucho las opciones de uso del calor. Nuevos conceptos avanzados permiten la interrupción ya a corto plazo o bien regular de la producción de electricidad cuando hay menos demanda o menos producción, por ejemplo, si es alta la producción de energía eólica y solar, así se contribuye a un suministro y demandas equilibrados en un mercado energético que cambia rápidamente.

Eficiencia: de una cantidad dada de biogás como entrada, se trata de producir la cantidad máxima de energía. Para las plantas CHP, la electricidad y el calor utilizable son formas relevantes de energía saliente, centrándose siempre en la electricidad. Por favor, tenga en cuenta que las unidades más pequeñas generalmente producen menos electricidad que las más grandes. Una unidad adecuada de CHP de 100 kW_{el} convertirá de un 35 a un 37% de la energía en electricidad y un 45% en calor, mientras que una CHP de 500 kW_{el} puede tener una conversión eléctrica de un 38 a un 41% y una conversión termal de un 45%.

La unidad estándar CHP consiste en un motor de gas- un motor Otto adaptado- y un generador de electricidad generalmente conectado a la red por medio de un transformador. Las plantas de biogás pequeñas suelen favorecer los motores piloto de inyección de gas. Estos siguen el principio de los motores diésel adaptados y permite una eficiencia eléctrica significativa, particularmente en lo concerniente a pequeñas capacidades. Sin embargo, los motores de gas de inyección piloto no funcionan solamente con biogás sino que necesitan una proporción de un 5 a un 10% de combustible como el diésel, biodiésel o aceite puro de planta. Además necesitan más cuidados y mantenimiento. Esta contrapartida hace que decidirse por motores de inyección piloto parezca menos claro que en un principio.

Para una viabilidad económica así como por razones de eficiencia, el calor generado de la unidad CHP debe ser utilizado al máximo grado. Dependiendo de condiciones legales y contratos (ej. normativas y condiciones de las asociaciones de

granjeros, para recibir ayudas) es obligatorio un cierto uso del calor. Para plantas pequeñas debe haber calor suficiente para la granja. Otras opciones es venderlo a áreas residenciales, instituciones o industria. Un reto importante incluso para las plantas pequeñas es que hacer con el excedente de calor en los meses de verano. Ejemplos de uso del calor en verano son: de secado, por ejemplo de grano, hierba, astillas de madera, fracción de fibra del digestato, fibra del digestato, más aun, instalaciones de calor de la producción, como invernaderos, calefacción para piscinas públicas. La producción de frío del calor abre usos adicionales como los almacenamientos frigoríficos y aire acondicionado. Algunos gestores de plantas consideran el uso avanzado del calor como una iniciativa adicional con una considerable inversión y la oportunidad de participar en el mercado no regulado de la energía calorífica.

Biogás como combustible

La idea de usar el biogás como combustible para vehículos puede atraer a algunos agricultores. El biogás formado en el fermentador normalmente contiene alrededor del 50 al 60% de metano, algunas veces el 75%. Los motores que funcionan con biogás genérico son posibles técnicamente pero generalmente no están disponibles. El biogás como combustible por lo tanto se usa en motores adaptados al uso de gas natural comprimido (CNG). Para esto, se necesita metano más o menos puro. Por lo tanto el biogás tiene que ser mejorado, esto es, quitarle el dióxido de carbono, el agua, los sulfuros y las partículas de hidrógeno.

Existen diferentes métodos de mejora del biogás, que tienen algo en común: requieren una inversión cara. Bajo circunstancias ventajosas, la producción de combustible puede ser económicamente viable para las plantas de biogás que producen más de 50 m³ de metano por hora, (equivalente a una potencia de salida de la CHP de 200kW). Sin embargo, algunos proyectos procesan mayores cantidades. En muchos países europeos, el uso de gas natural para la movilidad se está desarrollando a pequeña escala. Así mismo, es un

reto importante la necesidad de establecer no solo una mejora del biogás y distribución del combustible si no también impulsar un mercado regional para el gas natural/biogás como combustible¹⁷.



Figura 29: Los primeros tractores alimentados por biogás atraen la atención en las ferias y en los campos. El biogás mejorado se almacena en tanques bajo piso y, opcionalmente, en la parte delantera. Foto F. Gerlach, MEP.

Biogás en la red nacional de gas

El biogás mejorado, también llamado biometano, puede ser inyectado en la red de gas natural nacional. En algunos países, una cantidad de gas equivalente a lo inyectado en la red puede ser vendido como “biogás”.

Hasta ahora, esta opción se practica principalmente en plantas grandes que producen de 100 a 1000 m³ de metano por hora, (equivalente a de 400kW_{el} a 4 MW_{el} en un motor CHP). Esto tiene diferentes razones:

- La mejora requiere más inversión. Dependiendo de los requisitos del operador de red, la inyección de gas en la red necesitara más elaboración mejorada que producción de combustible.

¹⁷ Varios proyectos de productores ecológicos cooperando con instalaciones municipales y operadores de gas se pueden encontrar en el proyecto IEE GasHighWay: www.gashighway.net.

- Para la alimentación, otros pasos deben seguirse con un gran nivel de precisión (odorización, adaptación de la presión y el contenido del metano, etc.
- Los permisos, contratos, y verificación de la alimentación, el transporte y descarga del biogás son asuntos muy complejos. Las normas y legislación para proyectos descentralizados pueden variar según los países
- Incluso si la legislación nacional hace posible la alimentación, los operadores de red no están siempre abiertos a aceptar el biogás en sus redes. Las negociaciones son incluso más duras para proyectos a pequeña escala.

Una vez introducido en la red de gas nacional, el biogás puede ser transportado por la nación o incluso a través de las fronteras para cualquier usuario de gas natural conectado a esa misma red. A menudo el biogás de la red nacional se usa para motores CHP para una producción eficiente de electricidad y calor. Sin embargo su uso en calefacción de gas o como combustible de vehículos también es posible y depende mucho de las condiciones del Mercado. Las plantas de biogás alimentando la red nacional de gas pueden escoger diversificar sus mercados y establecer una estación de combustible biogás in situ, con un coste adicional moderado.

Uso del digestato

Todo lo que entra – ¡debe salir! Como agricultor, con la integración del biogás, su gestión de los nutrientes del suelo va a cambiar. ¿Cuáles serán los principales efectos? A través de tres ejemplos le mostramos los cambios más importantes.

Granja ganadera con una planta de biogás

Mientras que la cantidad de nutrientes disponibles no va a experimentar un gran cambio, pues los nutrientes se ven poco afectados durante el proceso de elaboración del biogás, usted ganará en la calidad de su fertilizante. En lugar de estiércol

líquido y/o abono sólido como principal fertilizante, le suministraremos biogás digestato. Este producto orgánico proveniente de la fermentación, puede ser comparado con el estiércol líquido, pero (cuando se origina a través de un proceso de fermentación húmedo) muestra las siguientes diferencias:

- Reducción del contenido de sustancia seca.
- Aumento del contenido de nitrógeno procedente de las plantas (amonio).
- Menor contenido en fibra.
- Significativa reducción de olores.

Los tanques de estiércol líquido de la granja pueden ser utilizados para el almacenaje del digestato. Sin embargo, si usted utiliza abono como sustancia principal, ahora dispondrá de mayor cantidad de fertilizante líquido y, por lo tanto, deberá dotarse de mayor número de tanques para tener así suficiente espacio de almacenaje. En las granjas con pastizales se notará que el digestato saldrá de las plantas y se infiltrará en el suelo con mayor facilidad que el estiércol líquido no tratado.

Dado que la mayor parte de las semillas de maleza se vuelven infértiles en el proceso de elaboración del biogás, la siembra es menos problemática de cuanto es con el abono.

Mayor disponibilidad de nutrientes vegetales significa que ahora usted podrá facilitar a sus plantas nutrientes en el momento oportuno y con mayor facilidad. Pero, debido al alto contenido en amoníaco, las técnicas aplicativas destinadas a reducir la pérdida de nutrientes son aún más necesarias para el digestato de lo que lo son para el estiércol líquido. Trámite la aplicación del digestato a bajas temperaturas y evitando la exposición directa a la luz solar, directamente sobre el suelo o en éste, mantendrá los nutrientes en el lugar deseado- en el sistema de cultivo.

Granjas sin ganadería con una planta de biogás

Usted dispondrá de un fertilizante que se puede almacenar y utilizar siempre que lo necesite – quizás

por primera vez desde que usted ha decidido cambiarse a la agricultura ecológica. Mientras que el efecto que la cultivación de legumbres tiene sobre el contenido de nitrógeno del suelo se mantendrá en niveles similares (las raíces y las bacterias que fijan el nitrógeno permanecen en el suelo), usted dispondrá del digestato como fuente adicional de nutrientes.

Como granjero sin ganadería, usted tendrá que cambiar su gestión de los nutrientes del suelo: Debido al mayor contenido en amoníaco del digestato respecto al estiércol líquido, el digestato como fertilizante está listo para utilizar en plantas con muchos nutrientes, pero deberán aplicarse acorde a las necesidades de la planta para minimizar la pérdida de nutrientes.

Planta de biogás que recibe el material entrante de fuera de la granja

Una planta de biogás puede recibir el material entrante no sólo de una granja, sino también de una cooperativa de granjas o –en caso de pérdidas– de granjas no cooperativistas. Además de los efectos arriba mencionados, estos sistemas experimentarán ventajas adicionales en la gestión de los nutrientes.

El almacenamiento del digestato puede verse ahora como un conjunto de suministros de fertilizante para varias granjas y debe ser compartido en relación con la entrada de nutrientes. Asignar nutrientes de una granja a otra está restringido por la necesidad de fertilizantes en todas las granjas y por la normativa ecológica. Sin embargo, introducir otros entrantes con nutrientes adicionales es posible, por ejemplo en el caso de pastos de áreas de conservación, residuos no agrícolas o desechos ecológicos, en los que los socios no necesitan normalmente el digestato. Si los substratos convencionales complementan el material de entrada de una planta de biogás que también usa estiércol/abono líquido de la agricultura ecológica, la normativa de la agricultura ecológica prohíbe devolver el digestato al socio convencional.

Si una planta usa materiales de desecho, podemos aplicar las restricciones legales en cuanto

al uso del digestato. Dependiendo del tipo de material, puede incluir más documentación, medidas de higiene, un análisis regular de los contenidos, y limitaciones a la cantidad de digestato a distribuir¹⁸. Puede también aceptar el material de entrada con nutrientes adicionales de los materiales de desecho, mientras que el digestato siga siendo un activo y no se convierta en un pasivo.

Más sobre reglamentación en agricultura ecológica del digestato en Tabla 2 on pág. 12.

Humus: ¡Hay que considerar el sistema de recolección!

Ni los agricultores con ganado ni sin ganado tienen mucho de qué preocuparse sobre cambios en el humus de su suelo de cultivo si usan el digestato. La fracción de carbono responsable de la generación del humus permanece en gran medida en el digestato.

Aunque aún es muy pronto para definir los resultados a largo plazo del uso del digestato, las investigaciones sugieren que el contenido de humus principalmente se ve influenciado por cambios en la rotación de cultivos, pero no por el uso del digestato.

!El biogás ofrece opciones adicionales para una más sostenible rotación de cultivos- está en su mano utilizarlos!

Sacar el máximo provecho: digestato de biogás como fertilizante

La biomasa digerida tiene una alta proporción de nutrientes disponibles de manera inmediata para la planta. Esto puede incrementar la disponibilidad de nutrientes para la plantas y les da esa ventaja que necesitan a comienzos de primavera. Para dejar que los nutrientes beneficien el desarrollo de la planta, una gestión cuidadosa- como conocer el tratamiento del

¹⁸ Para más detalles necesitará consultar con las autoridades de su región.

estiércol líquido de animal- es vital. Minimizar las pérdidas de nitrógeno del digestato es una situación donde todos ganan para la economía y la sostenibilidad ya que no malgastará nutrientes valiosos de la planta y al mismo tiempo evitará emisiones de amoníaco y óxidos de nitrógeno. Por lo tanto debe usted intentar:

- Cubrir los tanques de almacenamiento
- Dejar al digestato refrescarse a temperatura exterior antes de aplicarlo
- Aplicarlo solo en la estación apropiada y durante condiciones meteorológicas favorables (fresco, sin o con poco viento, no luz del sol directa)
- Analizar los contenidos de los nutrientes y aplicarlos según las necesidades de las plantas
- Aplicar el digestato cerca del suelo y cultivar el suelo directamente después de aplicado o insertarlo en el suelo

Eficiencia

Al final del día, necesitara comparar la aportación y el rendimiento del proceso de biogás al completo. ¿Es eficiente la producción de biogás de la planta? ¿Hacen la producción de energía y de digestato que la entrada de biomasa, la inversión y el trabajo merezcan la pena? ¿Se puede mejorar el proceso?

Le aconsejamos

- Cuídese de las respuestas sencillas,
- Considere su propia planta individual en lugar de compararla con medias de otras plantas que no son la suya, y
- Tenga en cuenta que la eficiencia es el resultado de la interacción entre la tecnología, biomasa, procesos biológicos y la gestión. Todo esto necesitara evolucionar a lo largo de los años de funcionamiento.

¿Qué ocurre con los puntos de referencia como la eficiencia de la conversión biológica (m^3 de biogás por t de biomasa) o conversión técnica (kilovatio/hora de energía eléctrica por m^3 de biogás)? Nada- excepto que este tipo de comparaciones aisladas no contarán la historia al completo. Una planta de biogás eficiente es aquella que equilibra exitosamente una gama de factores para un rendimiento máximo con una aportación mínima. El biogás en la agricultura ecológica puede ocupar un puesto muy alto en el cómputo general de eficiencia. Sin embargo, una planta de biogás ecológico tendrá típicamente estándares de comparación para los factores que influyan en la eficiencia global y que difieren en alguna manera de las plantas de biogás en la agricultura convencional:

Eficiencia de conversión biológica: ¿Cuánto metano produce la biomasa? Este factor depende del tipo de biomasa y de la tecnología usada. Existen grandes variaciones entre plantas. El sustrato rico en almidón y azúcares como el maíz o la remolacha permitirán índices de conversión más altos que la biomasa con alto contenido en lignocelulosas (ej. hierba trébol, material de desbrozado, paja), pero un mayor tiempo de retención, altas temperaturas o la desintegración de la biomasa puede mejorar enormemente los rendimientos de biogás de los sustratos ricos en lignocelulosa.



Figura 30: La salida de energía de biogás a partir de estiércol sólido como sustrato (en primer plano) puede ser menor que de ensilado (al fondo), pero el aporte de energía para el suministro de estiércol es insignificante, ya que es un residuo de la cría de animales. Foto: V. Jaensch, RENAC.

Ya que el digestato es particularmente esencial para las granjas ecológicas, no solo los factores como la eficiente conversión biológica sino también la cuestión de la calidad y cantidad del fertilizante producido deben ser considerados.

Eficiencia de conversión técnica: ¿Cuánta energía eléctrica se produce de la biomasa? Las mayores unidades tendrán generalmente mejores producciones los motores a pequeña escala, pero el uso local de la energía producida puede ser una ventaja para la producción a pequeña escala. El grado y la calidad de la utilización del calor son específicos a la situación de cada proyecto individual, pero tiene gran influencia en la eficiencia global. Mientras que la eficiencia del biogás en las unidades CHP hoy en día oscila entre un 35 y 45% dependiendo del tamaño y de la tecnología usada, el uso del calor puede aportar desde otro 0 a 45%. La asociación alemana de agricultura ecológica Bioland ha fijado una eficiencia de conversión de un 70% como el umbral de la producción de biogás ecológico.

Consumo auxiliar: ¿Cuánta de la energía producida es necesaria en el funcionamiento de la planta? Tenemos que distinguir entre las necesidades eléctricas de la planta, por ejemplo el funcionamiento del equipo de bombeo y de mezclado por un lado y el consume de calor para mantener los fermentadores a temperatura de operatividad.

En relación con la electricidad producida, el consumo auxiliar típicamente oscila entre el 5 y el 15% y se incrementará con la con la viscosidad del sustrato. Las plantas que constantemente usan todas sus capacidades tendrán más valor que los proyectos con retenciones la producción o plantas que estratégicamente almacenan gas para la producción de energía orientada a la demanda. Comparar granjas es muy difícil, pero hay margen para la mejora en las plantas.

Fijándonos en la energía termal, sobre un 5 a un 20% del calor producido es necesario- dependiendo, por ejemplo del aislamiento, el tamaño del fermentador, las temperaturas y la aportación de sustrato. Habrá una gran demanda de calor cuando

el abono líquido u otro sustrato con alto contenido en agua se utilicen. En invierno, cuando el calor se valora más, el fermentador también necesitará más energía termal.

A pesar de que apenas ninguna operación de biogás sobresaldrá en todos los aspectos de eficiencia, cada proyecto podrá ser capaz de desarrollar grados superiores de eficiencia en algunos aspectos. En particular, las plantas de biogás en la agricultura orgánica pueden alcanzar un alto grado de eficiencia global en el entorno del biogás agrícola cuando se procesen residuos y se utilice el digestato de manera eficiente

8 Más Información

Biogás en general

- **Guía sobre el Biogás**
Desde la producción hasta el uso. Agencia alemana de recursos renovables, 2010
http://kurzlink.de/biogas_ES
- **Manual de Biogás**
Manual del proyecto europeo BiG>East, 2008 (inglés)
<http://kurzlink.de/BigEast-Handbook>
- **Asociación Europea de Biogás (EBA)**
Creada en el 2009 es una organización sin ánimo de lucro que promueve la implantación, producción y uso del biogás en Europa (inglés)
www.european-biogas.eu
- **Portal de la digestion Anaerobia**
Información sobre la digestion anaerobia, biogás y digestato, desde el punto de vista del agricultor, la comunidad y la industria. (inglés)
www.biogas-info.co.uk
- **Asociación Alemana para la tecnología y las Estructuras en Agricultura**
Cifras y estadísticas representativas para el sector agrícola y otros. (alemán)
www.ktbl.de
- **Asociación Española de Biogás (AEBIG)**
Asociación española para el desarrollo del biogás agroindustrial. Fundada en 2009.
www.aebig.org
- **Sociedad Alemana de Utilización de Biogás Sostenible y Utilización de la Bioenergía**
Promoción de la generación, distribución y uso sostenible de energía a partir de la biomasa ecológica. (inglés, alemán)
www.fnbb.org/index.php?id=fnbb-aktuell&no_cache=1

- **Centro de Competencia Internacional de Biogás y Bioenergía**

Red de expertos y compañías, grupos de interés e institutos educativos en el campo del biogás y la bioenergía. (inglés, alemán)
www.biogas-zentrum.de

Biogás en la Agricultura Ecológica

- **SUSTAINGAS**
Impulso de la producción de biogás sostenible en la agricultura ecológica.
www.sustaingas.eu

Agricultura Ecológica

- **Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)**
Sociedad sin ánimo de lucro para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción agraria.
www.agroecologia.net
- **IFOAM**
Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica
www.ifoam.org
- **IFOAM EU-Group**
Organización Europea Coordinadora para Alimentos y Agricultura Ecológicos.
www.ifoam-eu.org
- **Europa Ecológica**
Página web con estadísticas, informes por países y direcciones de contacto.
www.organic-europe.net

Marco legal del Biogás

- **Comisión Nacional de Energía,**
integrada recientemente en la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.
<http://www.cnmc.es/es-es/energ%C3%ADa/sobreenerg%C3%ADa.aspx>
- **IDAE, Instituto Español para la Diversificación y Ahorro de la Energía**
Plan de energías renovables 2011-2020.
<http://www.idae.es/index.php/id.670/re/menu.303/mod.pags/mem.detalle>
- **RES LEGAL**
Información Europea sobre legislación acerca de planes de respaldo, cuestiones de red y políticas para la energía de fuentes renovables que cubre electricidad, calefacción/refrigeración y transporte. Abarca los 27 miembros y algunos países en proceso de adhesión a la UE
www.res-legal.eu/home

Proyectos-UE con respect al biogás

- **AGRIFOREENERGY 2**
Promueve y asegura la producción de biomasa de los bosques y agricultura sin dañar la producción de alimentos.
www.agriforeenergy.com
- **BIOENERGY FARM**
Planes de implementación para granjas Bioenergy
www.bioenergyfarm.eu
- **BIOGAS REGIONS**
Promoción del biogás y desarrollo de mercado a través de socios locales y regionales
www.biogasregions.org
- **BIOGASACCEPTED**
Promueve el Biogás en las regiones Europeas- Soporte para el cambio de su aceptación. Herramienta para aplicaciones móviles y fijas.
www.studia-austria.com/en/downloads.php
- **BIO-METHANE REGIONS**
Promoción del Biometano y su desarrollo en el

mercado a través de sus socios.

www.bio-methaneregions.eu

- **BIOPROFARM**
Promoción de la Biometanización en el medio agrícola como una fuente de energía renovable descentralizada para Europa
www.terrenum.net/biogas/design.html
- **GasHighWay**
Promueve la introducción de combustibles gaseosos, biogás y gas Natural para vehículos en Europa
www.gashighway.net
- **GERONIMO II-BIOGAS & Energy4Farms**
Estrategia para permitir a los agricultores Europeos acceder a las oportunidades del Biogás. Plataforma de ayuda a los ganaderos de cerdos y de vacas lecheras para descubrir los beneficios de la producción de biogás.
www.energy4farms.eu
- **GR3**
Hierba como un recurso verde para gas : Energía de los paisajes promoviendo el uso de los residuos del gas
www.dlv.be
- **GREENGASGRIDS**
Tiene como objetivo estimular el mercado Europeo de producción de Biogás, mejora e introducción en la Red de Gas Natural.
www.greengasgrids.eu
- **REDUBAR**
Investigaciones enfocadas en la creación de instrumentos legislativos y la reducción de barreras administrativas para el uso del biogás en calefacción, refrigeración y generación de energía.
www.redubar.eu

Socios del proyecto SUSTAINGAS



STUDIA Schlierbach
Studienzentrum für internationale Analysen
Austria
www.studienzentrum.eu



Ecofys Germany GmbH
Alemania
www.ecofys.com



FiBL Projekte GmbH
Alemania
www.fibl.org



Foundation for Environment and Agriculture
Bulgaria
agroecobg@gmail.com



FUNDEKO Korbel, Krok-Baściuk Sp. J.
Polonia
www.fundeko.pl



IFOAM EU Group
International Federation of Organic Agriculture
Movements, European Union Regional Group
www.ifoam-eu.org



Økologisk Landsforening
Dinamarca
www.okologi.dk/



PROTECMA Energía y Medio Ambiente, SL
España
www.protecma.es



Renewables Academy AG
Alemania
www.renac.de

