

# Landwirtschaftliche Biogasanlagen in Baden-Württemberg

## Landesweite Umfrage zu technischer Ausstattung, Funktion und Betriebsweise von Biogasanlagen

*Durch die Novellierung des EEG im August 2004 und die damit verbundenen günstigen Rahmenbedingungen hat der Bau von Biogasanlagen sprunghaft zugenommen. Durch die steigenden Anlagengrößen und installierten Leistungen sowie die zunehmende Professionalisierung steigt die Bedeutung von Biogas an der Energieversorgung insgesamt kontinuierlich an.*

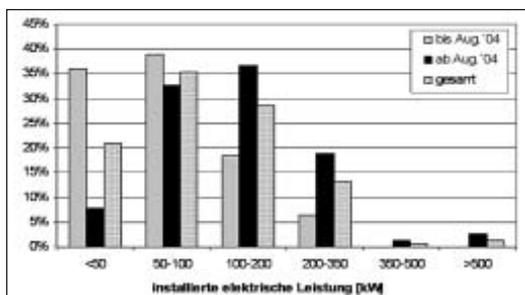


Bild 1: Elektrische Leistung installierter BHKW-Aggregate in Baden-Württemberg (230 Anlagen)

Fig. 1: Installed electric power of CHP-aggregates in Baden-Württemberg (230 plants)

Dipl.-Ing. sc. agr. Jochen Vogtherr und Dr. agr. Andreas Lemmer sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Landesanstalt für Landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen (Leitung Dr. Hans Oechsner, Oberleitung Prof. Dr. Thomas Jungbluth), Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70593 Stuttgart, e-mail: vogtherr@uni-hohenheim.de

### Schlüsselwörter

Biogasanlagen, Erhebung, Bau- und Betriebsweise

### Keywords

Biogas plants, survey, construction type, operation mode

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Datenerhebung an landwirtschaftlichen Biogasanlagen wurden von der Landesanstalt für Landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen der Universität Hohenheim über 400 Fragebögen an Biogasanlagenbetreiber in Baden-Württemberg verschickt. Von 230 Betreibern wurde eine Rückantwort erhalten, was einem repräsentativen Rücklauf von 55 % entspricht. Damit können verlässliche Zahlen über die technische Ausstattung bestehender Anlagen, Veränderungen der letzten Jahre und Tendenzen beim Anlagenbau abgeleitet werden.

Demnach sind in Baden-Württemberg nach Angaben der staatlichen Biogasberatung momentan 480 landwirtschaftliche Biogasanlagen zur Energieerzeugung aus Biomasse in Betrieb. Vor allem seit der Novellierung des EEG im August 2004 hat sich die Anzahl der Anlagen auf Grund der verbesserten Einspeisebedingungen verdoppelt. Die Tendenz zum Bau von größeren Anlagen hat zudem dazu geführt, dass sich die installierte Gesamtleistung in diesem Zeitraum auf knapp 96 MW sogar verfünffacht hat. Insgesamt können somit in Baden-Württemberg im Laufe eines Jahres bis zu 770 Mio. kWh elektrische Energie allein mit Hilfe der Vergärung von Biomasse in den landwirtschaftlichen Biogasanlagen erzeugt werden.

### Bauweise

Nach wie vor dominiert in Baden-Württemberg wie auch bundesweit die Nassvergärung in stehend ausgeführten Behältern bei über 90% der Anlagen. Beton beherrscht dabei als vergleichsweise günstigster Baustoff die Bauweise der Gärbehälter. Beton ist sehr tragfähig, beständig und stabil. Daher können Betonbehälter teilweise ins Erdreich versenkt gebaut werden (etwa bei Hanglagen) oder auch ebenerdig befahrbar sein.

70 % aller Behälter sind mit einer Betondecke ausgestattet, so dass im Gärbehälter keine nutzbare Gasspeichermöglichkeit besteht. Knapp zwei Drittel dieser Anlagen verfügen deshalb über einen externen Gas-

speicher, der als Folienkissenspeicher in einem Gebäude oder als Foliensack in einem Silo untergebracht ist. Bei den übrigen Anlagen ist der Gasspeicher auf dem Nachgärer oder oberhalb der Fermenterdecke angeordnet. Zunehmend gewinnen neben einschaligen Foliendächern auf Fermentern oder Nachgärern allerdings auch zweischalige Tragluftfoliendächer an Bedeutung. Letztere bieten eine variable Gasspeichermöglichkeit ohne an Stabilität gegenüber Wind zu verlieren. Trotz höherer Investitionskosten ist der Anteil der Tragluftdächer seit der Einführung des EEG deutlich gestiegen, wenngleich externe Speicherformen nach wie vor dominieren.

### Betriebsweise

Rund 85 % der Anlagen werden im klassischen mesophilen Temperaturbereich, also zwischen 36°C und 42°C, betrieben. Mit höheren Gärttemperaturen lassen sich zwar schnellere Umsatzraten erzielen, jedoch muss dann von einer sensibleren Prozessstabilität ausgegangen werden. Neben der Kombination verschiedener Betriebstemperaturen bei mehreren Stufen innerhalb einer Anlage sind in den letzten Jahren auch verstärkt rein thermophile Anlagen gebaut worden, die bei bis zu 55°C vergären. Darunter sind neben klassischen Kofermentationsanlagen auch zunehmend Systeme mit güllefreier Vergärung anzutreffen. Neben Mais, der nahezu immer eingesetzt wird, werden bei knapp 75% der Betriebe drei und mehr unterschiedliche Feststoffe vergoren. Dies ist bei einer gleichbleibenden Futtermischung im Hinblick auf die Mikronährstoffversorgung für den Prozess als sehr positiv einzustufen.

Seit der Novellierung des EEG (August 2004) werden nach Angaben der Betreiber bereits rund 11% der neu errichteten Anlagen ohne Zugabe von Gülle betrieben. Insgesamt liegt der Anteil bei knapp 5%. Durch den eiweißarmen Mais, der dann vorwiegend als Hauptsubstrat eingesetzt wird, ist eine thermophile Betriebsweise möglich, da

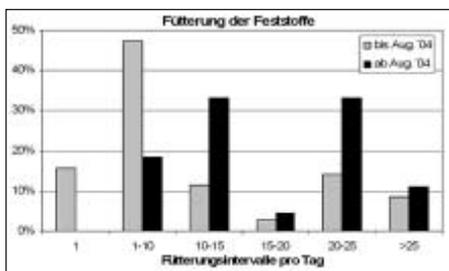


Bild 2: Fütterungsintervalle von Feststoffen vor und nach dem EEG (230 erfasste Anlagen)

Fig. 2: Feeding intervals of solids before and after the EEG at 230 plants

kaum Hemmungen durch zu hohe Ammoniakkonzentrationen zu erwarten sind. Da die puffernde Wirkung der Gülle fehlt und noch sehr wenige Erkenntnisse über diese Betriebsweise vorliegen, erhalten die meisten dieser Anlagen über den sogenannten Innovationsbonus eine höhere Einspeisevergütung. Reine Trockenfermentationsanlagen, die diskontinuierlich in Garagenfermentern betrieben werden, existieren in Baden-Württemberg nur vereinzelt.

### Anlagenstruktur

Neben der deutlich gestiegenen Anzahl von Biogasanlagen haben auch deren Größen erheblich zugenommen. Vor der Novellierung des EEG lagen zwei Drittel der Anlagen in einem Leistungsbereich teilweise weit unter 100 kW installierter elektrischer Leistung. Seit der Novellierung wurden bereits zu 70% Anlagen zwischen 100 und 250 kW und zu 15% Anlagen im Bereich von 250 bis 500 kW gebaut. Dies zeigt sich nicht nur in der Gesamtleistung, sondern auch an den einzelnen installierten Aggregaten. Dabei ist der gestiegene Einsatz von Aggregaten im Bereich bis zu 350 kW festzuhalten. Da der Generatorwirkungsgrad in der Regel mit dem technischen Fortschritt und der Aggregatsgröße steigt, sind auch bei Anlagenerweiterungen zusehends neue und größere Aggregate im Einsatz. Des Öfteren werden Betriebszweige ganz stillgelegt (etwa die Milchviehhaltung), so dass der Stellenwert der Biogasanlage in landwirtschaftlichen Betrieben weiter an Bedeutung gewinnt. Zudem sind in den letzten Jahren vermehrt Betreibergemeinschaften gegründet worden, um die Kostendegression größer werdender Biogasanlagen zu nutzen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend weiter fortsetzen wird. Gesamtleistungen zwischen 500 kW und 1 MW sind zunehmend in Planung und Bau.

Größere Anlagen bedingen auf Grund der bereits genannten gestiegenen Bedeutung der Biogasanlage und des hohen Kapitaleinsatzes in allen Bereichen eine zunehmende Professionalisierung. So sind bei Neuanlagen beispielsweise verwogene Eintragungssysteme bereits Standard. Sie ermöglichen eine gewichtsabhängige Fütterung und geben ge-

naue Kenntnis über die Mengen an eingebrachten Substraten. Durch moderne Steuerungen können beliebig viele Futterationen automatisiert über den Tag verteilt werden. So werden die meisten Biogasanlagen mittlerweile stündlich bis halbstündlich gleichmäßig gefüttert (Bild 2). Dies ist für einen stabilen Prozess förderlich, da der Fermenter so vor allem die schnell abbaubaren Substrate nicht auf einmal verarbeiten muss.

Um die Effizienz einer Anlage genauer zu bewerten und um zudem den biologischen Prozess überwachen zu können, sind vor allem bei großen Anlagen bestimmte Messeinrichtungen unerlässlich. Insgesamt ist der Einsatz von Messtechnik entgegen der Erwartung relativ gering. Am wichtigsten ist von den Betreibern neben dem Einsatz von Wärmezählern die Verriegelung der Festsubstrate eingeschätzt worden. Seit der Novellierung des EEG haben mindestens zwei Drittel eine Wiegemöglichkeit an der Anlage installiert, um ihre Inputstoffe sowie den genauen Bedarf der Anlage quantifizieren zu können. Alleine über die Laufleistung des BHKW könnte dann schon eine Effizienzaussage über die Anlage gemacht werden. Erst durch die Erfassung der Gasmenge und -qualität kann eine genaue Bilanz erfolgen und der Motorwirkungsgrad überprüft werden. Fällt die Motorleistung ab, kann erst mit entsprechender Messtechnik auf ein motortechnisches oder gärbiologisches Problem geschlossen werden. Mittlerweile verfügen 56% der Biogasanlagen über eine Gasvolumenmessung.

### Gärrestpotenzial

Bei allen gängigen Anlagensystemen sind in den Gärresten unvollständig vergorene Substratreste aufzufinden. Die Abbaueffizienz kann dabei auf Grund der eingesetzten Substrate, der Betriebsweisen, der Anlagenkonzepte und vorhandenen Prozessstufen zwischen einzelnen Anlagen sehr unterschiedlich sein. Kurzschlussströme im Fermenter können auf Grund der baulichen Gegebenheiten höchstens durch Anpassung der Rührintervalle beeinflusst werden. Dabei haben Anlagen mit einer hohen Raumbelastung und kurzen Verweilzeiten tendenziell eine niedrigere Abbaueffizienz und somit ein hohes so genanntes Restgaspotenzial. Bei früheren Untersuchungen waren im Gärrest noch zwischen 3 und 30% Restgaspotenzial enthalten. Anlagen mit mehreren Stufen wie etwa einem Nachgärer können dabei dieses Potenzial zu einem großen Teil abschöpfen. Bereits über die Hälfte der Anlagen in Baden-Württemberg besteht aus zwei oder mehr Stufen. Da ein hohes Restgaspotenzial im Überlauf der Biogasanlage Methanemissionen im offenen Gärrestlager be-

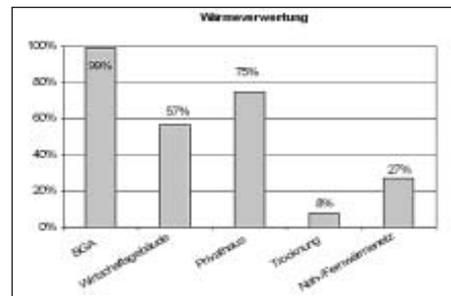


Bild 3: Nutzung der anfallenden Wärme bei 230 erfassten Biogasanlagen

Fig. 3: Utilization of heat produced by 230 biogas plants

günstig, ist es als sehr positiv zu bewerten, dass bereits bei 20% der Anlagen auch das Faulsubstratlager gasdicht abgedeckt ist.

### Wärmeverwertung

Durch die Einführung des Kraft-Wärme-Kopplungsbonus (KWK) ist die Wärmeverwertung der produzierten Wärmeenergie stark angestiegen. Dies zeigt allein schon der Anstieg der installierten Zähler. Demnach wurden von den neuen Anlagen bereits knapp 70% mit Wärmemengenzählern für die KWK-relevanten Wärmenutzer ausgestattet. Mit dem KWK-Bonus wird nur die Wärmemenge vergütet, die einer gezielten Nutzung zugeführt wird – exklusive der Prozesswärme für den Fermenter selbst. In erster Linie wird Wärme in den Privathäusern (75%) und den anschließenden Wirtschaftsgebäuden wie den Stallungen der Betriebe genutzt. Da in den meisten Fällen auch dann noch ein Wärmeüberschuss besteht, kann hier von einem extrem ausbaufähigen Wärmenutzungspotenzial ausgegangen werden. Begründet wird dies durch die Tatsache, dass der Wärmeeigenbedarf eines Fermenters im Jahresdurchschnitt bei einem Drittel der zur Verfügung stehenden Wärme liegt. Nur 35% der Anlagen verwerten ihre restliche nutzbare Wärme weitergehend. Bei 27% dieser Fälle liegt eine Anbindung über Fernwärmenetze vor. Neben Nachbarhäusern oder kleinen Wohnsiedlungen sind auch soziale Einrichtungen oder kommunale Gebäude an der Wärmenutzung beteiligt. Bei 8% der Biogasanlagen wird die Wärme zur Trocknung von landwirtschaftlichen Gütern (Heu, Getreide), von Holz oder von kommunalen Abfällen (Klärschlamm) genutzt. Insgesamt kann knapp ein Viertel der Betreiber ihre Wärme an Dritte abgeben.

In einem landwirtschaftlichen Betrieb trägt jede Art der Nutzung von überschüssiger Wärmeenergie zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei, soweit vorhandene Infrastruktur genutzt werden kann. Neben einer zusätzlichen Vergütung jeder genutzten Kilowattstunde durch den KWK-Bonus, können zum Beispiel direkt Brennstoffe (Heizöl) eingespart werden oder Wärme an Nutzer verkauft werden.