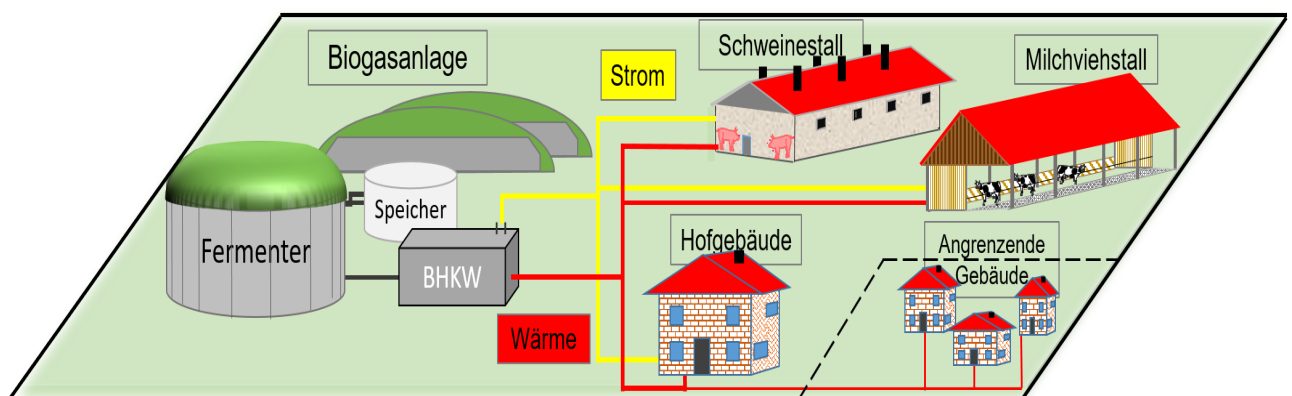


## Exposé zukunftsweisender Einkommensoptionen für Biogasanlagenbetreiber

### Energetische Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen – Ergebnisse aus dem Projekt „Biogas Autark“



© Joachim Pertagnol | IZES

Autoren: Joachim Pertagnol, IZES gGmbH | Simon Zielonka, Universität Hohenheim |  
Mark Paterson | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.

Erstellt: Februar 2021

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des Projektes „Biogas Progressiv: Zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas)“, finanziert aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafond (Förderkennzeichen: 22405416; 22407617; 22408117).

Die hier gemachten Angaben wurden im Rahmen des vom BMEL geförderten Forschungsprojektes „Biogas autark – Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase – Geschäftsmodelle einer energetischen Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen“ ermittelt (Förderkennzeichen: 22404816; 22406617).

## Einleitung

Für zahlreiche Biogasanlagenbetreiber stellt sich mit Ablauf der 1. EEG-Förderperiode nach 20 Jahren die Frage, wie ihre Anlage weiterhin rentabel regenerative Energie produzieren kann. Die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021) vorgesehene Verlängerung der Vergütung über die Ausschreibungen für Biomasseanlagen bietet grundsätzlich die Möglichkeit eines Weiterbetriebs, allerdings sind dafür technisch sowie ökonomisch optimierte Anlagenkonzepte notwendig.

Mit dem Projekt „Biogas Progressiv – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas)“ wird das Ziel verfolgt, praxistaugliche Verfahrensoptionen für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen zu evaluieren. Alle potenziellen Nutzungsoptionen, die im Projekt nicht techno-ökonomisch detailliert dargestellt werden konnten, werden in Form eines Konzeptsteckbriefs vorgestellt.

Bei den hier beschriebenen Verfahrensoptionen handelt es sich um Konzepte, die derzeit zum Beispiel nur über einen eingeschränkten Absatzmarkt verfügen, sich noch in der Entwicklung befinden, nicht die Marktreife erlangt haben oder nur unter sehr speziellen Bedingungen realisiert werden können. Sie alle eint jedoch, dass sie in Zukunft eine mögliche Einkommensquelle für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellen können.

Diese Konzeptbeschreibung soll als fundierte Entscheidungshilfe dienen, ob sich die energetische Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer eigenen Biogasanlagen praktikabel realisieren lässt.

## 1 Allgemeine Beschreibung

Landwirtschaftliche Betriebe haben zum Teil einen sehr hohen Bedarf an Strom und Wärme. Daher ist es naheliegend, die vor Ort produzierte Energie direkt auf dem Betrieb zu nutzen. Für landwirtschaftliche Betriebe mit einer Biogasanlage ergibt sich hieraus die Möglichkeit, die Anlage nach dem Auslaufen der 1. EEG-Förderperiode weiter zu nutzen. Hierfür sind aber sowohl technische als auch juristische Vorgaben zu erfüllen, die wiederum einen starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines solchen Konzepts haben.

Grundsätzlich ist zwischen einer „autarken“ Stromversorgung und einer Überschusseinspeisung (bzw. bilanziellen Autarkie) zu unterscheiden. Ziel bei beiden Ansätzen ist, den Strom günstiger zu produzieren als er aktuell vom Energieversorger bezogen wird. Zusätzlich bieten sie auch eine dauerhafte Entkoppelung von schwankenden bzw. steigenden Energiepreisen. Aktuell wird an landwirtschaftlichen Biogasanlagen, zum Teil abhängig vom jeweiligen für die Anlage geltenden Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), der Strom entweder komplett eingespeist, nur der Stromeigenbedarf der Biogasanlage gedeckt oder der Überschuss eingespeist bzw. bilanziell zwischen landwirtschaftlichem Betrieb und Energieversorger verrechnet. Neben technischen und ökonomischen Aspekten sind aktuell vor allem rechtliche Vorgaben – die in Abschnitt 6 genannt werden – ein Hindernis für eine praktische Umsetzung.

In dem Projekt „Biogas Autark“ wurde an Praxisbetrieben untersucht, welche Schritte unternommen werden müssen, um eine energetische Autarkie zu ermöglichen. Dazu wurden der



Lastgang an Strom und Wärme mehrerer landwirtschaftlicher Betriebe der Energieproduktion der Biogasanlage gegenübergestellt. Es wurde daraufhin für jeden Betrieb individuell ermittelt, ob sich eine Autarkie wirtschaftlich lohnen würde.

Die Projektergebnisse zeigen, dass eine Autarkie möglich ist, jedoch eine bilanzielle Autarkie wirtschaftlicher ist, solange keine EEG-Umlage anfällt. Die bilanzielle Autarkie ist ohnehin als erster Schritt hin zur vollständigen Autarkie zu empfehlen, da hierfür die gleichen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, aber bei eingeschränktem Risiko.

## **2 Verfahrenstechnische Beschreibung**

Um eine energetische Eigenversorgung für den Betrieb zu erreichen, muss diese nicht auf einen Schlag installiert werden, sondern der Grad der Autarkie über die Zeit erhöht werden und erst als letzter Schritt die Abkopplung von Stromnetz erfolgen.

### **Vorgehensweise zur Erhöhung des Autarkiegrades**

Voraussetzung für eine erfolgreiche energetische Eigenversorgung ist ein stabiler Biogasanlagenbetrieb ohne prozessbiologische Störungen und mit verläSSLicher Technik (weiteres zur Biogasanlage unter Abschnitt 3). Der landwirtschaftliche Betrieb sollte einen hohen und kontinuierlichen Strom- wie auch Wärmebedarf haben. Voraussetzung ist, dass sowohl der Lastgang des Betriebes, besser der einzelnen Betriebszweige, die Leistung von großen elektrischen Verbrauchern und die Stromproduktion der Biogasanlage bekannt sind. Dazu sollte geeignete Messtechnik installiert werden. Bei älteren Betrieben ist darauf zu achten, dass Verbrauchswerte auch immer den richtigen Verbrauchern zugeordnet werden können. Aufgrund von gewachsenen Strukturen können Leitungen im Laufe der Zeit an andere Zähler angeschlossen worden sein.

Liegen die Lastgänge des Betriebes vor, wird zuerst der Verbrauch optimiert. Energiesparmaßnahmen sind hier prioritär durchzuführen. Über die Lastgänge lassen sich gut jene Verbraucher identifizieren, die ein Stromsparerpotenzial aufweisen. Beispielsweise lässt sich der Anlaufstrom großer Verbraucher reduzieren, indem eine Drehzahlregelung über Frequenzumrichter stattfindet. Erst danach gilt es, den Stromverbrauch zu organisieren. Ziel hierbei ist ein möglichst gleichmäßiger Lastgang, indem zeitlich unabhängige Verbraucher in lastschwache Zeiträume verschoben werden und indem in Lastspitzen große Verbraucher gegenseitig gesperrt werden, wie z. B. Rührwerke und Feststoffdosierer. Auch die Umstellung eines Milchviehbetriebes vom Melkstand auf einen Melkroboter wäre so eine Reorganisationsmaßnahme. Durch die Elektrifizierung von Maschinen, z. B. Futtermischwagen, können ausgleichende Lasten geschaffen werden, solange diese in lastschwachen Zeiträumen geladen werden. Verbleibende Lastspitzen können mittels eines Batteriespeichers „geglättet“ werden. Dies ist insbesondere für Betriebe mit einem Leistungsbezug im Stromvertrag interessant und kann dort auch schon im Rahmen einer bilanziellen Autarkie Strombezugskosten senken.

Neben dem landwirtschaftlichen Betrieb gilt es auch den Eigenenergieverbrauch der Biogasanlage zu optimieren, da der Stromeigenbedarf der Biogasanlage oft einen wesentlichen Teil des Gesamtstromverbrauches ausmacht. Hier ist zu berücksichtigen, dass dieser sich bei einer Absenkung der Motorleistung nicht proportional ändert, sondern eher vom gerühr-



ten Volumen und den eingesetzten Substraten abhängig ist. So können günstigere Substrate wie Gras zu einem höheren Rührbedarf führen, während der vermehrte Gülleeinsatz diesen senken kann.

Im Anschluss an die Optimierungsphase sollten die Maßnahmen mittels erneuter Messung überprüft werden. Wenn die Voraussetzungen passen, können weitere Investitionen in Regeltechnik getätigt werden, die eine bilanzielle Autarkie steuern und unterstützen. Zusätzlich können Verträge mit Stromlieferanten oder Strom- und Wärmekunden erneuert werden.

Bei einer optimierten Eigenversorgung des Betriebes muss zusätzlich den Lastbereichen über der maximalen Leistung des BHKW bzw. unter der minimalen Teillast besondere Beachtung geschenkt werden. Im bilanziellen Betrieb soll und im autarken Betrieb muss der gesamte BHKW-Strom verwertet werden. Hierzu werden im Folgenden nochmal die wichtigsten Unterschiede zwischen Überschusseinspeisung/bilanzieller Autarkie und vollständiger Autarkie erläutert.

### **Überschusseinspeisung/bilanzielle Autarkie**

Ziel der bilanziellen Autarkie ist eine möglichst vollständige Deckung des eigenen Energiebedarfes durch die Biogasanlage, bei möglichst geringer Überschusseinspeisung in das öffentliche Stromnetz. Lastspitzen sowie der Lastbereich, der unter der minimalen Teillast des BHKW liegt, werden über das Stromnetz abgedeckt. Ein Batteriespeicher wird prinzipiell nicht benötigt, kann aber zur Erhöhung des Eigenverbrauches eingesetzt werden. Die Biogasanlage wird stromgeführt betrieben, da die Einspeisung von Überschussstrom finanzielle Verluste bedeutet, wenn dieser nicht mehr über das EEG, sondern über den Börsenpreis vergütet wird. Bei der Wärmeversorgung sind aufgrund des stromgeführten Betriebes Wärmespeicher und/oder ergänzende Wärmeerzeuger empfehlenswert.

### **Vollständige Autarkie (Inselbetrieb)**

Bei der vollständigen Autarkie erfolgt die physikalische Trennung von Stromnetz. Der Betrieb der Biogasanlage wird an dem Energiebedarf des Betriebes ausgerichtet. Besteht eine Überlast, bricht das System zusammen. Daher wird ein Batteriespeicher zur Abdeckung von Lastspitzen, Stromspeicherung bei Minderbedarf und zum Puffern von Leistungsbedarfsänderungen benötigt.

Der Batteriespeicher ist mit einer Steuerung versehen, die Überlastzustände durch das Abschalten von Verbrauchern vermeidet. Kann der Batteriespeicher den überschüssigen Strom nicht mehr aufnehmen, muss dieser verbraucht bzw. vernichtet werden (z. B. über eine Power-to-Heat-Anlage). Der BHKW-Betrieb erfolgt stromgeführt, um den Batteriespeicher nicht unnötig groß zu dimensionieren. Da der Wärmebedarf sich zeitlich nicht mit dem Strombedarf deckt, sind weitere Wärmeerzeuger oder Pufferspeicher nötig.



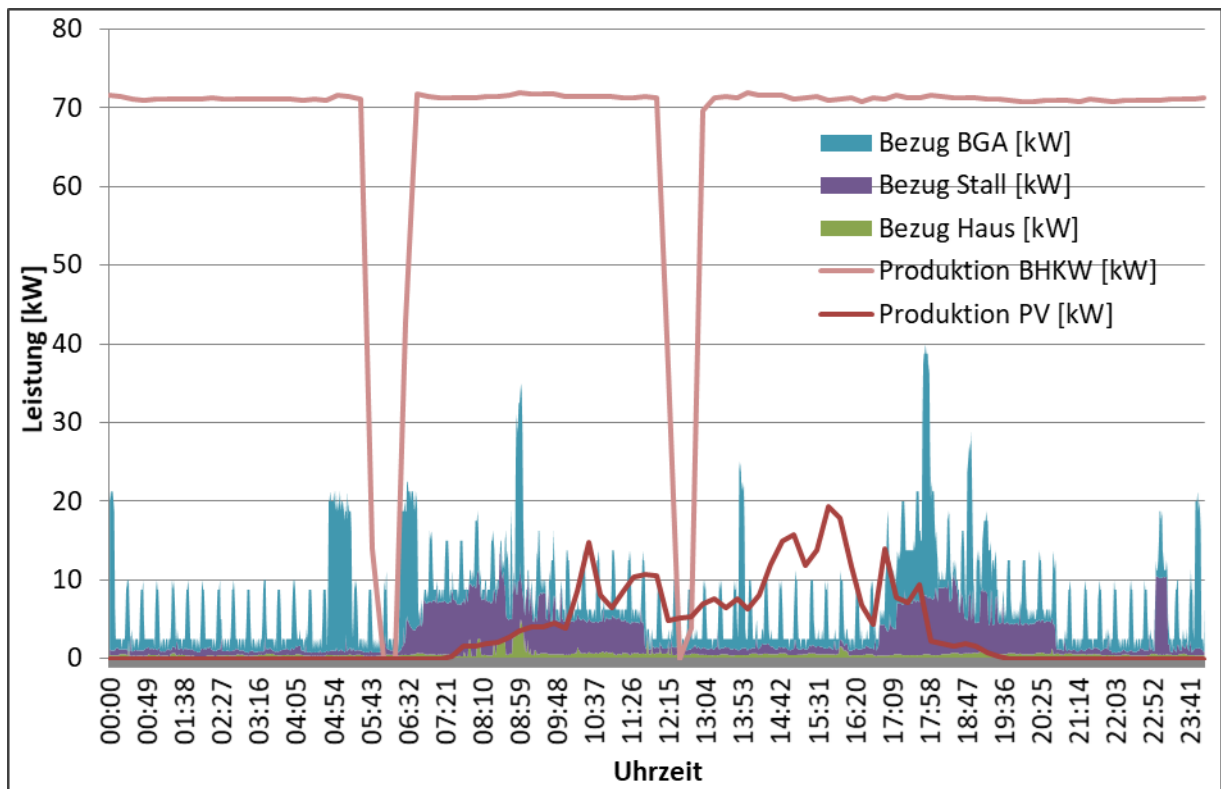


Abbildung 1: Beispiel eines minutengenauen Tageslastgangs der Betriebszweige eines 110-GV-Milchviehbetriebes mit einer 75-kW-Biogasanlage (© Universität Hohenheim)

### 3 Anknüpfungspunkte zu Biogasanlage

Das vorhandene BHKW ist bei den meisten Betrieben, im Vergleich zum Energiebedarf des Landwirtschaftsbetriebes, deutlich zu groß. Die Auslegung des BHKW sollte sich für die Eigenversorgung am (optimierten) landwirtschaftlichen Strombedarf orientieren. Ziel dabei ist es, dass das BHKW auf eine für einen wirtschaftlichen Betrieb ausreichende Zahl an Jahresvolllaststunden kommt. Der elektrische Leistungsbedarf landwirtschaftlicher Betriebe kann so weit unter der installierten Leistung des BHKW sein, dass eine Verkleinerung des Faulraumvolumens sinnvoll erscheint, um bei Eigenversorgung die ausreichende Beheizung der Fermenter zu gewährleisten.

Ein üblicher Stromeigenbedarf einer Biogasanlage von etwa 8 bis 10 % kann den Energiebedarf des Landwirtschaftsbetriebes übersteigen. Der Stromeigenanteil wird aber vornehmlich durch Komponenten wie den Rührwerken verursacht, die sich nicht frei skalieren lassen. Eine Anlage mit mehreren Fermentern bietet mehr Anpassungsmöglichkeiten in Bezug auf das Faulraumvolumen und indirekt auf den Stromeigenbedarf. Ein großer Gasspeicher bietet Vorteile bei der flexiblen lastganggeführten Fahrweise des BHKW. Eine Redundanz bei Schlüsselkomponenten, wie dem BHKW, erhöht die Ausfallsicherheit. Jedoch ist nicht jedes BHKW für einen Inselbetrieb geeignet.

Die Auslegung des BHKW auf den optimierten Strombedarf des Landwirtschaftsbetriebes hat Auswirkungen auf den Substratmix und damit auf die Wärmebilanz des Fermenters. Hier muss geprüft werden, ob diese Punkte in Einklang gebracht werden können. Ein geringer Wärmeeigenbedarf der Anlage ist hier von Vorteil. Auch vorhandene Heizkessel verbessern

die Ausgangsbedingungen der Wärmeeigenversorgung. Technische Maßnahmen wie Wärmepufferspeicher und auch wegfallende Wärmeerlöse sind bei der Kostenberechnung ebenfalls zu berücksichtigen. Die Substratversorgung sollte günstig und gesichert sein. So sind die eigenen Nebenprodukte hier den zugekauften Substraten im Hinblick auf Kosten und Versorgungssicherheit vorzuziehen. Aber auch Ernteauffälle und Änderungen der Tierzahl können die Substratversorgung beeinflussen.

#### **4 Ökonomische Angaben**

Um ein wirtschaftliches Eigenversorgungskonzept erstellen zu können, sollten die Stromgestehungskosten der Biogasanlage, z. B. mittels Betriebszweigabrechnung (BZA Biogas), und die Kosten für den Strombezug bekannt sein. Es empfiehlt sich nicht nur die bestehenden Stromverträge in die Betrachtungen mit einzubeziehen, sondern auch die weiteren Stromanbieter. Ein Wechsel kann viel Geld sparen und so kann vermieden werden, dass zu hohe Strombezugskosten veranschlagt werden. Auch unspezifische Energiesparmaßnahmen, wie z.B. bei der Beleuchtung, sollten, wie auch strategische Entscheidungen zur Betriebserweiterung, schon vorab durchgeführt werden.

Eine komplette Autarkie stellt aktuell hohe Anforderungen an den Betrieb und ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten derzeit nicht rentabel. Wesentlicher Punkt sind die Kosten für Akkusysteme von durchschnittlich 800 €/kWh. Hier sind allein die Abschreibungskosten bereits höher als die möglichen Einsparungen durch den eigens produzierten Strom. Hinzu kommt, dass bei einem hohen Strombedarf der Kilowattstundenpreis sinkt. Damit schrumpft der Spielraum zwischen Strombezugspreis und Stromproduktionskosten gerade bei den vielversprechenden Betrieben.

Bei einer Überschusseinspeisung sind mehrere Punkte für einen wirtschaftlichen Betrieb von Bedeutung. Da der Strombezug sinkt, erhöhen sich im Regelfall die Kilowattstundenpreise. Eine Abschätzung des Strombezugs (Lastspitzen und Bezug bei abgeschaltetem BHKW, z. B. durch Unterschreiten der minimalen Teillast) und dessen Kosten helfen dabei die Wirtschaftlichkeit eines Batteriespeichereinsatzes zu überprüfen. Da ein genaues Nachfahren des Strombedarfes mit einem BHKW nicht möglich ist, wird oft zu viel Strom produziert. Die möglichen Stromvermarktungserlöse für den Überschussstrom sind zu prüfen. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist aber auch, ob auf den eigenproduzierten Strom eine EEG-Umlage, und wenn ja in welcher Höhe, anfällt. Es hat sich im Projekt „Biogas Autark“ gezeigt, dass sich bei einer kompletten Besteuerung durch die EEG-Umlage eine bilanzielle Eigenversorgung nicht lohnt.

Wesentlichen Einfluss auf eine wirtschaftliche Nutzung hat auch der Anteil der Wärmenutzung. Hierbei können aber nur die Bereiche gezählt werden, die auch nach einer EEG-Laufzeit wirtschaftlich von Interesse sind. Das heißt, eine Wärmeverwertung in der Gärresttrocknung kann nicht angerechnet werden. Dagegen sind Gebäude und Ställe, die beim Wegfall der Biogasanlage mit Gas oder Holz beheizt werden, in die Kostenrechnung mitaufzunehmen.



## 5 Marktrelevanz und Absatzmärkte

Gut geeignet für eine energetische Eigenversorgung sind Betriebe, die über energieintensive Tierhaltung und weiterführende Verarbeitungsbereiche (Metzgerei, Käserei usw.) verfügen und damit einen hohen und gleichmäßigen Strombedarf haben oder Lasten in die Nacht verschieben können (beispielsweise Kühlhaus). Die Biogasanlage und alle stromverbrauchenden Betriebszweige sollten zudem eine juristische Einheit bilden (siehe Abschnitt 6).

Insgesamt ist die energetische Eigenversorgung des landwirtschaftlichen Betriebes durch die Biogasanlage als eine Nischenlösung anzusehen. Die Anzahl der Betriebe, die alle Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Konzeptes aufweisen, ist gering. Allerdings könnte die Eigenversorgung bei Änderung der rechtlichen Rahmenbedingungen, wie z. B. dem Wegfall der EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch oder durch sinkende Batteriespeicherpreise, wieder an Attraktivität gewinnen.

Das Konzept der energetischen Eigenversorgung ist für bestimmte Anlagengrößen nicht besonders vorteilhaft. Auch bei 75-kW-Anlagen ist die elektrische Leistung für den Bedarf des landwirtschaftlichen Betriebes um ein Vielfaches zu hoch. In der Regel nimmt die Größe der Biogasanlage auch mit der Größe des Landwirtschaftsbetriebes zu. Daher ist dieser Effekt auch bei größeren Betrieben zu beobachten. Kleine Betriebe haben oft den Vorteil, dass die Biogasanlagen und die Landwirtschaft eine juristische Einheit bilden. Die Biogasanlagen lassen sich aber oft schwer verkleinern, da sie nur aus einem Fermenter bestehen. Große Betriebe sind oft in mehrere juristische Einheiten unterteilt. Die finanziellen Vorteile dieser Strukturierung sind nur schwer durch Einsparungen bei den Stromkosten aufzuwiegen. Die Biogasanlagen lassen sich dagegen oft besser skalieren, wenn mehrere Behälter und auch mehrere BHKW vorhanden sind.

## 6 Rechtliche Belange und Förderungen

Aus rechtlicher Sicht ist eine autarke Stromversorgung zwingend notwendig, wenn keine Abgaben oder Gebühren auf den eigens produzierten und verbrauchten Strom gezahlt werden sollen. Der Autarkiebegriff bezieht sich dabei nur auf die Versorgung mit Strom. Die gleichzeitig produzierte Wärme darf weiterhin an Dritte verkauft werden. Autarkie heißt, dass der produzierte Strom von der gleichen (rechtlichen) Person genutzt wird. Viele landwirtschaftliche Betriebe führen ihre Biogasanlage aus steuerrechtlichen Gründen als eigenständige juristische Einheit. So ist der landwirtschaftliche Betrieb beispielsweise eine GbR und die Biogasanlage eine GmbH. In diesem Fall handelt es sich nicht mehr um dieselbe juristische Person und es fallen entsprechende Abgaben an.

Zusätzlich muss bei einer autarken Stromversorgung eine physikalische Trennung vom öffentlichen Netz stattfinden. Das heißt über ein komplettes Jahr (Abrechnungszeitraum) darf keine Millisekunde Strom aus dem Netz bezogen werden. Ist dies doch der Fall, fallen rückwirkend wieder alle Abgaben wie EEG-Umlage auf den verbrauchten Strom des Abrechnungszeitraumes an. Zusätzlich müssen Gebühren für Anschluss und Betrieb wieder entrichtet werden.

Bei einer Überschusseinspeisung entscheidet vor allem die EEG-Umlage über eine wirtschaftliche Nutzung des Eigenstromes. Die EEG-Umlage hängt von der Größe der Anlage



und von der Menge des selbst verbrauchten Stromes ab. Kleinanlagen können jedoch von der Umlage befreit sein. Dies gilt aber nur für Anlagen < 30 kW installierte Leistung und ist daher für die meisten Anlagen nicht zu realisieren. Für größere Anlagen fallen 40 % der EEG-Umlage auf den eigens verbrauchten Strom an.

Zwar sind Biogasanlagen, die keine Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz erhalten, an keine Vorgaben bezüglich der Substrate gebunden, dennoch müssen sicherheitstechnische Vorgaben eingehalten und gegebenenfalls Nachrüstungen vollzogen werden.

## **7 Chancen und Hürden**

Das Konzept ist vor allem für Biogasanlagen und landwirtschaftliche Betriebe geeignet, die aktuell schon einen hohen Eigenversorgungsgrad durch die Biogasanlage haben und deren technischer Zustand zwar einen Weiterbetrieb ermöglicht, aber es keine Möglichkeit gibt, an der Ausschreibung für Biomasseanlagen (EEG 2021) teilzunehmen bzw. deren Bedingungen zu erfüllen.

Vorteil des Konzeptes ist eine gesicherte und womöglich kostengünstige Energieversorgung. Hierbei ist vor allem die Wärmeversorgung nicht zu vergessen. Weitere Vorteile sind die Nutzung von eigenen Substraten, für die sonst im Betrieb keine Nutzung vorhanden ist oder die Reduktion von Emissionen, sowohl von CO<sub>2</sub> als auch von Geruch.

Nachteilig ist der hohe technische Anspruch eines solchen Systems sowie rechtliche Vorgaben, die aktuell eine Rentabilität verhindern. Zusätzlich ist bei einem autarken Betrieb die Belastung des Lebens in einer ständigen Bereitschaft gegeben. Hier ist genau zu prüfen, ob die wirtschaftlichen Vorteile einen erhöhten Bereitschaftseinsatz für die eigene Person rechtfertigen.

Die Eigenstromversorgung mittels Biogasanlage muss nicht nur mit dem Stromnetz konkurrieren, sondern z. B. auch mit einer eventuell vorhandenen PV-Anlage. Diese produziert den Strom üblicherweise günstiger und ist seit dem EEG 2021 bis 30 kWp von der EEG-Umlage befreit.

Einen weiteren Nachteil bringt die Biogasanlage selbst mit, in Form des relativ hohen Eigenbedarfs an Wärme und Strom im Vergleich zu alternativ denkbaren Energieerzeugungsanlagen, wie z. B. einem Pflanzenöl-BHKW.

## **8 Weiterführende Information**

Die hier gemachten Angaben wurden im Rahmen des vom BMEL geförderten Forschungsprojektes „Biogas autark – Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase – Geschäftsmodelle einer energetischen Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen“ ermittelt.

Der Schlussbericht zum Verbundvorhaben, durchgeführt vom Institut für ZukunftsEnergie- und StoffstromSysteme sowie der Universität Hohenheim, kann auf der Internetseite des IZES gGmbH heruntergeladen werden ([www.izes.de](http://www.izes.de) > [Veröffentlichungen](#) > [Studien-und-Forschungsberichte](#)).

