

Biogas in Niedersachsen

Inventur 2021



Biogas in Niedersachsen

Inventur 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung – Biogas in Niedersachsen	3
2	Entwicklung und Stand der Biogaserzeugung und -verwendung	4
2.1	Regionale Verteilung der Biogasanlagen	7
2.2	Bestandsentwicklung NawaRo- und Koferment-Anlagen	9
2.3	Leistungsklassen	11
2.4	Bedarfsgerechte Stromerzeugung aus Biogas	12
2.5	Leistung pro Fläche	15
2.6	Wärmenutzung der Biogasanlagen	16
2.7	Biogaseinspeisung	18
2.8	Biogas als Treibstoff	19
2.8.1	Potenzial in Niedersachsen	19
2.8.2	Gesetzlicher Rahmen	20
2.9	Biogas im zukünftigen Energiesystem	21
3	Entwicklung der eingesetzten Substrate	22
3.1	Energiepflanzenanbau	22
3.1.1	Flächenbedarf und regionale Schwerpunkte	24
3.1.2	Nutzungskonkurrenz	26
3.1.3	Energiepflanzen in der Praxis	26
3.2	Biodiversität und Wildschutz	29
3.3	Wirtschaftsdünger	31
3.4	Systemdienstleistung Biogas – Nährstoffkreisläufe schließen	33
4	Klimaschutz durch Biogas	34
5	Ausblick	37

Impressum

Herausgeber:

**3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V.**

Kompaniestraße 1 | 49757 Werlte

Tel.: 05951-989310 | Fax: 05951-989311

E-Mail: info@3-n.info

im Auftrag von:

**Niedersächsisches Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Calenberger Straße 2 | 30169 Hannover

**Niedersächsisches Ministerium für Umwelt,
Energie und Klimaschutz**

Archivstraße 2 | 30169 Hannover

9. überarbeitete Auflage März 2023

Alle Rechte liegen beim Herausgeber.

Nachdruck nur mit Genehmigung.

Bildmaterial:

3N e.V., außer:

Titelseite oben, S. 8, 18, 22 und 38: Hinrich Neumann

S. 10: Anke von Fintel

S. 30, Bild oben: Richard Dorn

Layout:

Margit Camille-Reichardt



1 Einführung

Biogas in Niedersachsen

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist die zentrale Aufgabe und Voraussetzung zum Erreichen der nationalen und europäischen Klimaschutzziele. Bei der Erzeugung erneuerbarer Energien ist Niedersachsen nach wie vor führend in Deutschland. Jede fünfte in Deutschland erzeugte Kilowattstunde aus regenerativen Quellen stammt aus Niedersachsen. Spätestens 2040 will Niedersachsen seinen Energiebedarf zu 100 % aus erneuerbaren Energien decken. Im Jahr 2035 sollen es bereits 90 % sein.

Wie der Energiewendebericht 2020 des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz darlegt, beträgt der bilanzielle Anteil des regenerativ erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch inzwischen rund 96 %. Biomasse nimmt dabei eine zentrale Rolle ein und belegt nach der Windenergie mit rund 9 Milliarden kWh Bruttostromerzeugung den zweiten Platz. Bereits heute stellen Biogasanlagen in Niedersachsen gut ein Drittel der installierten Leistung flexibel bereit.

Ferner leisten die Anlagen einen wichtigen Beitrag zur Wärmeversorgung. Rund 43 % der Wärmeerzeugung können über Nahwärmenetze extern genutzt werden und versorgen so zahlreiche kommunale Liegenschaften, Gewerbebetriebe oder Privathaushalte mit erneuerbarer Wärme. Diese extern verbrauchte Biogaswärme macht jährlich 26 % der aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Wärme aus.

Weitere Nutzungspfade für den erneuerbaren, emissionsarmen Energieträger Biomethan liegen im Einsatz als CNG (Compressed natural gas) oder LNG (Liquefied natural gas) Kraftstoff, zum Beispiel im LKW-Transportsektor. Insbesondere die Kopplung der Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und deren Netze ist eine zentrale Aufgabe zur Umsetzung der Energiewende, die Biogas in allen drei Bereichen unterstützen kann. Durch effiziente Kraft-Wärme-Kopplung und bedarfsgerechte Strombereitstellung sowie den Einsatz von Biomethan als Kraftstoff nimmt Biogas eine Schlüsselrolle bei der Systemintegration der erneuerbaren Energien ein.

Biogasanlagen erbringen zudem weitere wichtige Systemdienstleistungen für die Landwirtschaft und den Klimaschutz durch Vermeidung von Methanemissionen beim Wirtschaftsdüngermanagement oder bei der Sicherung von Nährstoffkreisläufen. Der Einsatz von Gülle, Mist und Gärresten in den

Biogasanlagen konnte kontinuierlich gesteigert werden und unterstützt in den Ackerbauregionen die Bemühungen, Nährstoffe aus Tierhaltungsregionen wie Phosphor und Stickstoff nachhaltig zu nutzen.

Die Effizienz der Biogasanlagen konnte durch verbesserte Anlagenführung und Substratoptimierung weiter gesteigert werden. Eine Erhöhung der organischen Reststoffnutzung und eine stärkere Anbaudiversifizierung, um den Maisanteil in Biogassubstraten weiter zu reduzieren, ist Ziel und bleibt eine Herausforderung für die Biogasanlagen.

Die Broschüre »Biogas in Niedersachsen« stellt den aktuellen Stand der Biogaserzeugung und -nutzung in Niedersachsen dar und erscheint nunmehr in neunter Auflage. Die Inventur 2021 betrachtet die Jahre 2019 bis 2021 und berücksichtigt somit den Entwicklungsverlauf des EEG 2017 sowie das erste Jahr des EEG 2021. Die nachfolgende Auswertung basiert auf Datenerfassungen der Landesministerien, von Landes- und Genehmigungsbehörden, Veröffentlichungen von Bundesministerien, Fachbehörden, Fachverbänden, Energieversorgern sowie Fragebogen-Auskünften von Biogasanlagenbetreibern und eigenen Recherchen. Auch die Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur (BNetzA) werden genutzt. Die Auswertung dieser Daten ermöglicht es, eine Unterscheidung zwischen installierter Leistung und arbeitsrelevanter Bemessungsleistung zu treffen.

2 Entwicklung und Stand der Biogaserzeugung und -verwendung

2021 sind in Deutschland etwa 9.770 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von rund 5.860 MW in Betrieb und stellten 14 % des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen bereit. Hierdurch konnten 5,9 % des bundesdeutschen Stromverbrauches gedeckt werden. Für das Jahr 2022 wird ferner von einem weiterhin geringen Zubau von 66 Anlagen mit einer Bemessungsleistung von 10 MW_{el} ausgegangen¹.

Rückblick auf vergangene EEG

Der Biogassektor hat sich stetig weiterentwickelt. Die Anlagenkonzepte wurden und werden den veränderten Rahmenbedingungen kontinuierlich angepasst. Ermöglicht und gefördert wurde diese Entwicklung durch das seit 2000 geltende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Bis zu seiner Novellierung 2004 waren in Niedersachsen 280 Biogasanlagen in Betrieb, die vorwiegend Abfälle und Kofermente einsetzten. Durch eine erhöhte Vergütungsregelung für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen setzte die EEG-Neufassung neue Impulse. Auch das zu dieser Zeit sehr geringe Agrarpreisniveau und die Verpflichtung zur Stilllegung von Ackerflächen zur Marktentlastung unterstützten die Entscheidung landwirtschaftlicher Betriebe für die Biogaserzeugung. So entstanden vermehrt NawaRo-Anlagen auf der Basis von Energiepflanzen (EP), die zunächst vorwiegend auf Stilllegungsflächen erzeugt wurden. Die Biogasproduktion wurde für viele landwirtschaftliche Betriebe zu einem wirtschaftlich interessanten Betriebszweig. Bis 2009 wuchs der niedersächsische Anlagenbestand kontinuierlich auf 876 Biogasanlagen, wovon 89 % nachwachsende Rohstoffe einsetzten.

Die EEG-Neuregelung von 2009 setzte diesen Weg fort und gewährte außerdem eine Bonusvergütung für den Einsatz von Gülle. Der sogenannte »Biogasboom« führte in einigen Regionen in kurzer Zeit zu einer sehr hohen Anlagendichte mit hohem Biomasse- und Flächenbedarf und regional zunehmender Nutzungskonkurrenz. Vor diesem Hintergrund erfolgte 2012 eine weitere Novellierung des EEG. 2011 entschieden sich daher viele

In Niedersachsen waren Ende 2021 konstant 1.676 überwiegend landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer elektrischen Bemessungsleistung von insgesamt 890 MW in Betrieb. Diese Anlagen erzeugen 13,5 % des erneuerbaren Stroms in Niedersachsen und leisten über Nahwärmenetze einen erheblichen Beitrag zur Bereitstellung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt.

Betriebe noch für einen Einstieg in die Biogaserzeugung zu den bisherigen EEG-Konditionen oder nutzten noch die Möglichkeit zum Ausbau ihrer Anlagen.

Die Politik reagierte mit dem EEG 2012 auf die gesellschaftliche Diskussion über die Biogaserzeugung. Das EEG 2012 hatte eine deutliche Dämpfung des Anlagenzubaus zur Folge. Die NawaRo-, Gülle- und Landschaftspflegeboni wurden durch die Bestimmungen der Einsatzstoffklassen I und II ersetzt, stellten aber in der Förderung keine starken Änderungen dar. Für die ausschließliche Vergärung von Gülle und Bioabfällen wurden zwei neue Vergütungsklassen eingeführt, um den Einsatz dieser Stoffe zu fördern. Dies konnte aber keinen wesentlichen Beitrag zum Erschließen des Potenzials leisten. Die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität wurde durch die Senkung der Leistungsklassen zur Gewährung der Boni erleichtert und führte zu einer Weiterentwicklung dieser Nutzungsform.

Die Novellierung 2014 führte durch den Wegfall aller einsatzstoffbezogenen Boni zu einem starken Einbruch im Anlagenzubau. Außerdem wurde die Erweiterung von Bestandsanlagen begrenzt. Durch den Wegfall des Technologiebonus wurden auch keine Impulse für den weiteren Ausbau der Biogasaufbereitung gesetzt. Lediglich kleine Gülleanlagen besaßen unter guten Rahmenbedingungen Realisierungschancen, so dass hier eine langsame Erschließung dieses Potenzials zu verzeichnen war.

Das EEG 2021 bietet – wie bisher das EEG 2017 – Bestands- und Neuanlagen Entwicklungsmöglichkeiten. Die Vergütungsrechte werden in einem gemeinsamen Ausschreibungsverfahren vergeben, bei dem Biomasseanlagen (Biogas und Festbrennstoffe) jährlich an zwei Terminen am Verfahren teilnehmen können. Auch über die ersten Ausschreibungsrunden hinaus, nimmt die Branche das Verfahren nur zurückhaltend an, so dass die bezuschlagten Gebote deutlich unterhalb des Ausschreibungsvolumens zurückblieben. Bis zur achten Runde im September 2021 haben insgesamt 340 Anlagen einen Zuschlag bekommen, darunter befinden sich 48 niedersächsische Biogasanlagen. Ursachen für die Zurückhaltung sind zum einen die geringen Gebotshöchstwerte und zum anderen der für jüngere Anlagen resultierende Verzicht auf die in aller Regel höhere EEG-Vergütung, da ein Wechsel von Bestandsanlagen in die Konditionen der Ausschreibung spätestens 36 Monate nach Zuschlag erfolgen muss. Ob durch die geltenden Ausschreibungsbedingungen hinreichend Chancen auch für Bestandsanlagen gegeben sind, insbesondere vor dem Hintergrund der vorgegebenen Maximalvergütungssätze, wird kritisch gesehen.

Bereits 2021 fielen nach 20-jähriger Festvergütung Biogasanlagen aus der EEG-Förderung und mussten sich neu orientieren. In Niedersachsen konnten aufgrund der Teilnahme am Ausschreibungsverfahren bisher 14 Anlagen mit einer Bemessungsleistung

von 7,2 MW_{el} ihren Betrieb über die EEG-Laufzeit fortführen.

Niedersachsen und Bayern sind die Bundesländer mit der höchsten Anzahl an Biogasanlagen. 17,2 % der Biogasanlagen stehen in Niedersachsen, 27,4 % in Bayern. An der installierten Anlagenleistung in Deutschland (5.860 MW_{el}) hat Niedersachsen einen Anteil von 23,1 % und liegt damit erstmalig knapp hinter Bayern (24,7 %). Der Anteil an der Bemessungsleistung liegt mit 23,3 % nur geringfügig höher. Die durchschnittlich installierte Leistung der Niedersächsischen Anlagen liegt mit etwa 806 kW_{el} weiterhin deutlich über dem Bundesdurchschnitt von ca. 600 kW_{el}. Im Vergleich zur Biogasinventur 2018 hat sich – bedingt durch die intensivierete Flexibilisierung – sowohl in Niedersachsen (2018: 706 kW_{el}) wie auch auf Bundesebene (2018: 525 kW_{el}) die durchschnittlich installierte Leistung deutlich erhöht. Bezogen auf die Bemessungsleistung liegt der niedersächsische Durchschnitt bei 531 kW_{el} (Bundesdurchschnitt: 391 kW_{el}) und damit leicht unter dem letzten Betrachtungszeitraum.

Der Betrachtungszeitraum dieser Inventur schließt an die letzte Inventur 2018 an und berücksichtigt den Zeitraum 1.1.2019 bis 31.12.2021.

Wie auch im letzten Erhebungszeitraum 2017 bis 2018 (28 Anlagen) ist der netto-Zuwachs im aktuellen Zeitraum weiter zurückgegangen.

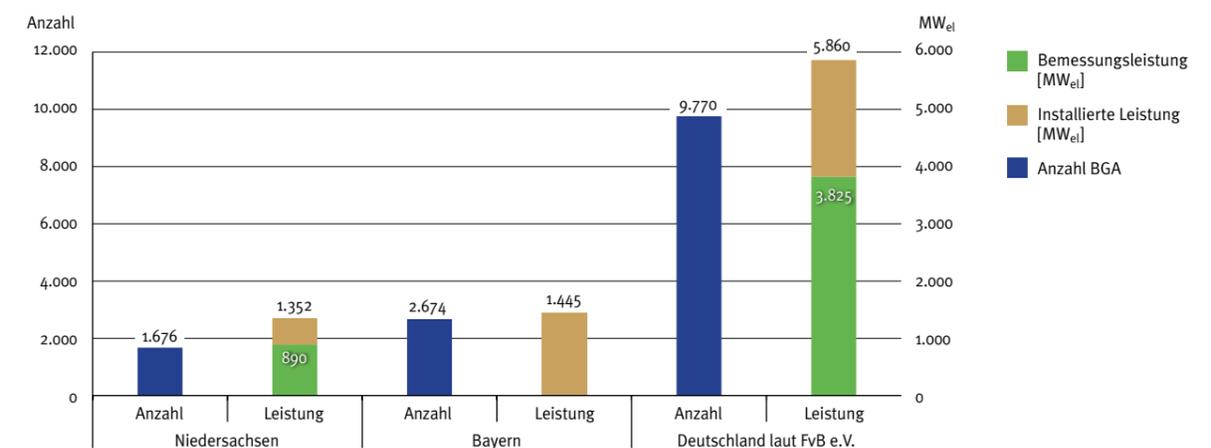


Abb. 1 Biogas-Bestandsanlagen sowie installierte Anlagenleistung und Bemessungsleistung in Niedersachsen, Bayern (Angaben zur Bemessungsleistung nicht verfügbar) u. Deutschland, 2021; Datengrundlage: Fachverband Biogas e. V. – Branchenzahlen 2020 und Prognose der Branchenentwicklung 2021, eigene Berechnungen

¹ Branchenzahlen 2020 und Prognose der Branchenentwicklung 2021; Fachverband Biogas 2022

Seit der letzten Biogasinventur erhöhte sich der Anlagenbestand in Niedersachsen bis Ende 2021 lediglich um netto 14 Anlagen auf insgesamt 1.676 Anlagen. Dieses entspricht einem Zuwachs von 0,8 % im Betrachtungszeitraum. 55 Anlagen wurden gegenüber der letzten Inventur neu in Betrieb genommen. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um kleine Biogasanlagen mit einer Bemessungsleistung von 75 kW_{el}, die überwiegend Wirtschaftsdünger einsetzen. Die Differenz zwischen der netto-Veränderung und den Inbetriebnahmen ergibt sich im Wesentlichen aus vorübergehenden oder endgültigen Still-

legungen sowie Korrekturen im Altbestand. Die Auswertung des Marktstammdatenregisters (MaStR) ermöglicht es, eine Unterscheidung zwischen installierter Leistung und arbeitsrelevanter Höchstbemessungsleistung zu treffen.

Die installierte Leistung hat sich im Betrachtungszeitraum um 178 MW_{el} auf 1.352 MW_{el} erhöht, wohingegen bei der arbeitsrelevanten Höchstbemessungsleistung ein leichter Rückgang von 1,5 MW_{el} auf 890 MW_{el} zu verzeichnen ist.

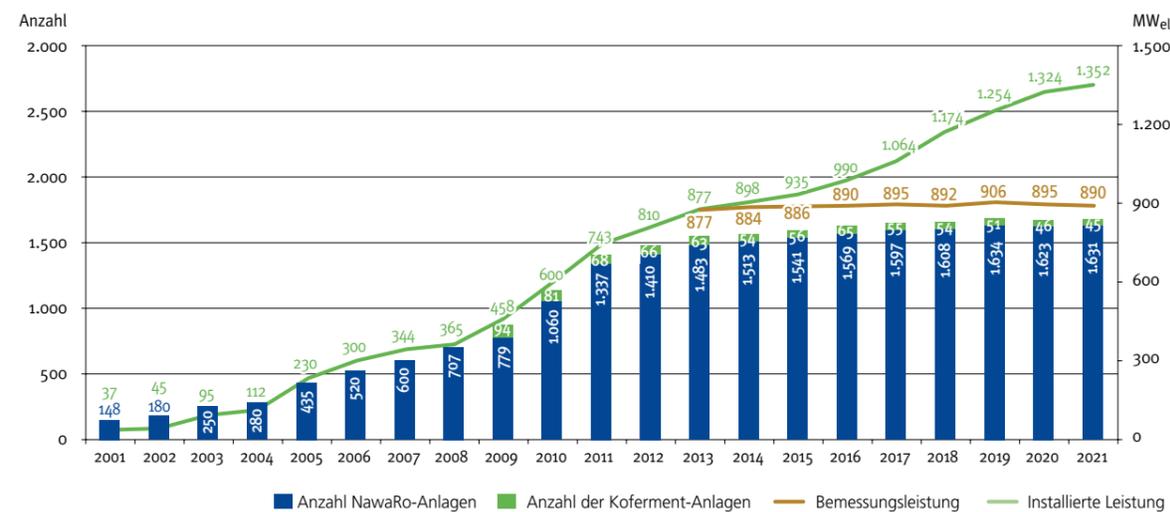


Abb. 2 Entwicklung des nds. Biogasanlagenbestands sowie der Bemessungs- und installierten Leistung

Für die aktuelle Erhebung wird auf das MaStR der BNetzA zurückgegriffen. Das MaStR enthält als zentrales Register Daten zu sämtlichen Erzeugungsanlagen, die über die Strom- und Gasnetze miteinander verbunden sind. Damit sind sämtliche neue und bestehende Anlagen inbegriffen, die erneuerbare oder konventionelle Energie erzeugen; sei es als Strom oder Gas. Da Betreiber von Bestandsanlagen dazu verpflichtet waren, ihre Anlagen bis zum 31.01.2021 zu registrieren, wird davon ausgegangen, dass zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Inventur nahezu sämtliche in Betrieb befindlichen Anlagen im MaStR registriert waren. Die Registrierungspflicht gilt auch dann, wenn für den Strom aus der Anlage keine Förderung gewährt oder in Anspruch genommen wird.

Der Begriff **Bemessungsleistung** beschreibt den Anteil der installierten Leistung, der arbeitsrelevant ist, sich also über die tatsächlich eingespeiste

Strommenge und die Jahresvolllaststunden errechnen lässt. Die Bemessungsleistung steht im direkten Zusammenhang zur eingesetzten Substratmenge und damit zur benötigten Anbaufläche für Energiepflanzen und Ausbringfläche für Gärreste.

Die **Höchstbemessungsleistung** ist der Anteil der installierten Leistung, der zu den in den jeweiligen EEG festgesetzten Konditionen vergütet wird. Dabei gilt für nach dem 31.7.2014 neu in Betrieb gegangene Anlagen, dass die installierte Leistung für den Leistungsanteil über 100 kW_{el} nur zur Hälfte als Bemessungsleistung angesetzt wird. Zum anderen tragen Leistungserweiterungen nicht zu einer Erhöhung der arbeitsrelevanten Leistung bei, da die individuell festgelegte Höchstbemessungsleistung zum Stichtag 31.7.2014 überschritten und für diesen Leistungsanteil dann ausschließlich die Grundvergütung gewährt wird.

2.1 Regionale Verteilung der Biogasanlagen

Im Folgenden werden die Entwicklungen in den Landkreisen und Regionen in Niedersachsen dargestellt. Betrachtet wird der »Netto-Anlagenzuwachs«, was an dieser Stelle die absolute Bestandsveränderung (Neubau plus Änderungen im Altbestand minus Außerbetriebnahmen) meint. Eine Korrektur im Altbestand wäre z. B. der Wechsel einer Koferment-Anlage zu einer NawaRo-Anlage oder neue Erkenntnisse zum Betriebsstatus bestehender Anlagen.

Zu regionalen Schwerpunkten der Biogaserzeugung haben sich im Zeitraum 2007 - 2013 in Nieder-

sachsen die Mischregion Rotenburg-Bremervörde und die Tierhaltungsregion Weser-Ems entwickelt. Unverändert werden 39 % der niedersächsischen Anlagen in der Veredelungsregion betrieben. Der Anlagenzuwachs umfasste hier im Betrachtungszeitraum elf Neuinbetriebnahmen (+0,8 MW_{el}). Dem gegenüber stehen elf Anlagen, die nicht eingespeist haben oder stillgelegt worden sind (-4,3 MW_{el}) sowie Korrekturen im Altbestand (-0,8 MW_{el}). Gegenüber der Inventur 2018 weist die Region eine etwas geringere Bemessungsleistung von 340 MW_{el} auf (-4,3 MW_{el}) auf.

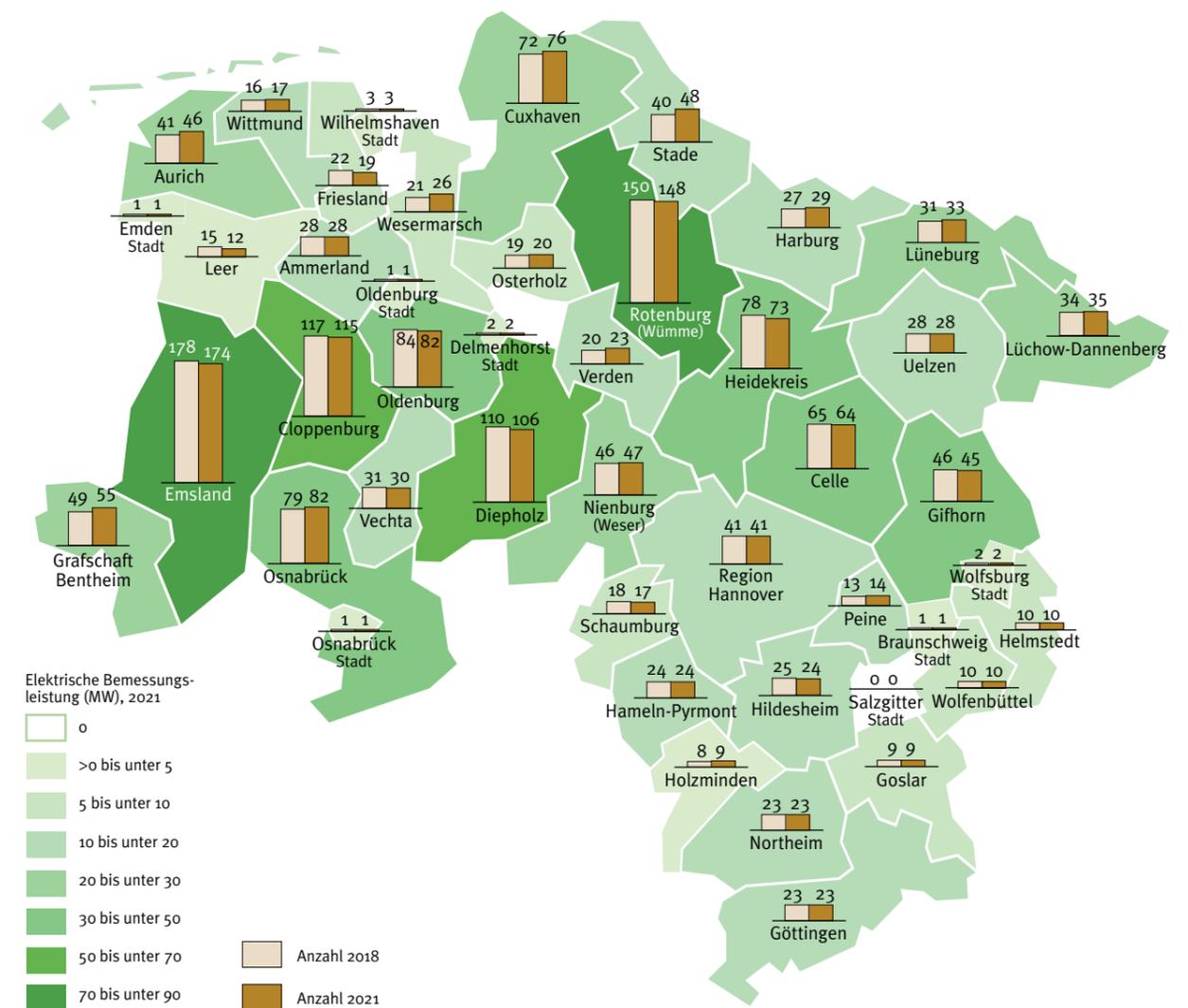


Abb. 3 Anzahl und Bemessungsleistung der Biogasanlagen in Niedersachsen

In der niedersächsischen Ackerbauregion stehen rund 35 % der Biogasanlagen. Diese weisen eine etwas gestiegene Bemessungsleistung von 355 MW_{el} auf. Im Vergleichszeitraum sind hier insgesamt 14 Anlagen mit einer Bemessungsleistung von 1,1 MW_{el} neu entstanden. Der Landkreis Heidekreis verfügt mit 73 Anlagen weiter über den größten Anlagenbestand, wobei sich die Höchstbemessungsleistung um 1 MW_{el} auf 37 MW_{el} reduziert hat. Das südliche Niedersachsen weist bei einer konstant gebliebenen Anzahl (206 Anlagen) nach wie vor den geringsten Anteil am niedersächsischen Anlagenbestand auf (12,4 %) und verfügt mit 132 MW_{el} (11 %) auch über die niedrigste Bemessungsleistung im Bundesland.

Der größte Netto-Anlagenzuwachs ist im Betrachtungszeitraum in der Milchviehregion im nördlichen Niedersachsen erfolgt. Über ein Viertel des niedersächsischen Anlagenbestands befindet sich damit in Landkreisen mit hohem Grünlandanteil, das sind insgesamt 444 Biogasanlagen. Hier nutzen Landwirte neben dem Einsatz von Gülle auch Synergien durch die Verwertung später Grünlandaufwüchse und anfallender Futterreste. Die Bemessungsleistung der gesamten Milchviehregion beträgt 196 MW_{el}, was einem Anteil von 22 % an der Gesamtbemessungsleistung Niedersachsens entspricht.

Bei den 55 in Betrieb gegangenen Neuanlagen handelt es sich ausschließlich um Güllekleinanlagen mit einer Bemessungsleistung von 75 kW_{el} bzw. einer installierten Leistung bis 150 kW_{el}. Davon sind 30 (Bestand: 66) in der Milchviehregion, 11 (Bestand: 42) in der Veredelungsregion und 14 (Bestand: 31) in der Ackerbauregion dazu gekommen.

Mit einer Anzahl von insgesamt 178 Anlagen haben Güllekleinanlagen 2021 einen Anteil von fast 11 % am Gesamtanlagenbestand. Seit der EEG Novellierung 2014 konnte sich dieser Anlagentyp besonders für Milchviehbetriebe bei Bestandserweiterungen und Stallneubau zur Schaffung weiterer Güllelagerkapazitäten und zur Verbesserung der Düngewirkung der Gülle etablieren.

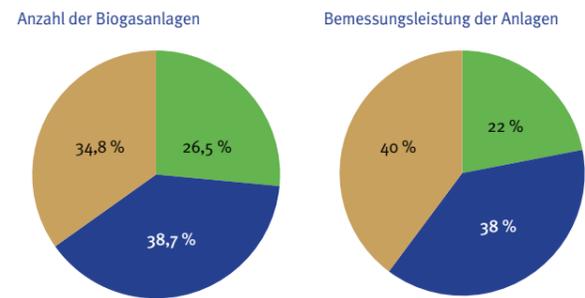


Abb. 4 Prozentuale Verteilung der Biogasanlagen nach Regionen in Niedersachsen, 2021

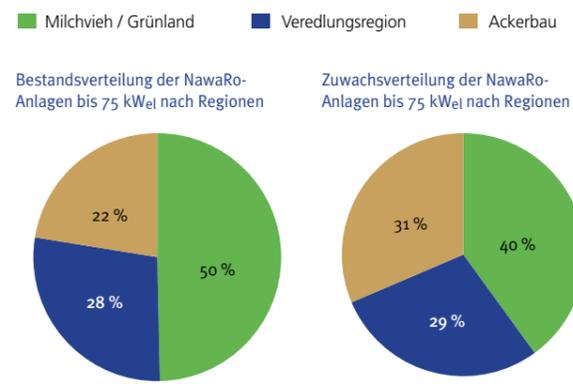


Abb. 5 Prozentuale Verteilung des Anlagenbestands von NawaRo-Gülle-Anlagen bis 75 kW_{el} und Verteilung des Zuwachses nach Regionen, 2021

2.2 Bestandsentwicklung NawaRo- und Koferment-Anlagen

Von den insgesamt 1.676 Biogasanlagen wurden 97 % (1.631 Anlagen) als NawaRo-Anlagen betrieben. Diese mit Energiepflanzen, Futterresten und Wirtschaftsdünger (u. a. Gülle und Mist) geführten Anlagen verfügen über eine Bemessungsleistung von rund 847 MW_{el}. Bei den im Betrachtungszeitraum hinzugekommenen 55 Neuanlagen handelt es sich ausschließlich um kleine Gülleanlagen (siehe 2.1). Wird die Netto-Veränderung betrachtet, ergibt sich eine Bestandserhöhung von 23 Anlagen.

In 18 Landkreisen blieb die Anzahl der NawaRo-Anlagen unverändert. Die höchste positive Netto-Bestandsveränderung gab es in den Landkreisen Stade (+8) und Grafschaft Bentheim (+6) sowie Aurich und Wesermarsch (beide +5). In den Landkreisen Heidekreis (-6) sowie Diepholz und Emsland (beide -4) verringerten sich die Bestände am deutlichsten gegenüber 2018.

Die Höchstbemessungsleistung der NawaRo-Anlagen hat sich gegenüber der letzten Inventur landesweit um netto 0,5 % (4,2 MW_{el}) erhöht. Hiervon entfallen auf den Landkreis Rotenburg (Wümme) 3,7 MW_{el}, auf den Landkreis Peine 2,8 MW_{el} und auf den Landkreis Hameln-Pyrmont 1,8 MW_{el}. Dem gegenüber stehen Landkreise mit einer Reduzierung der Höchstbemessungsleistung.

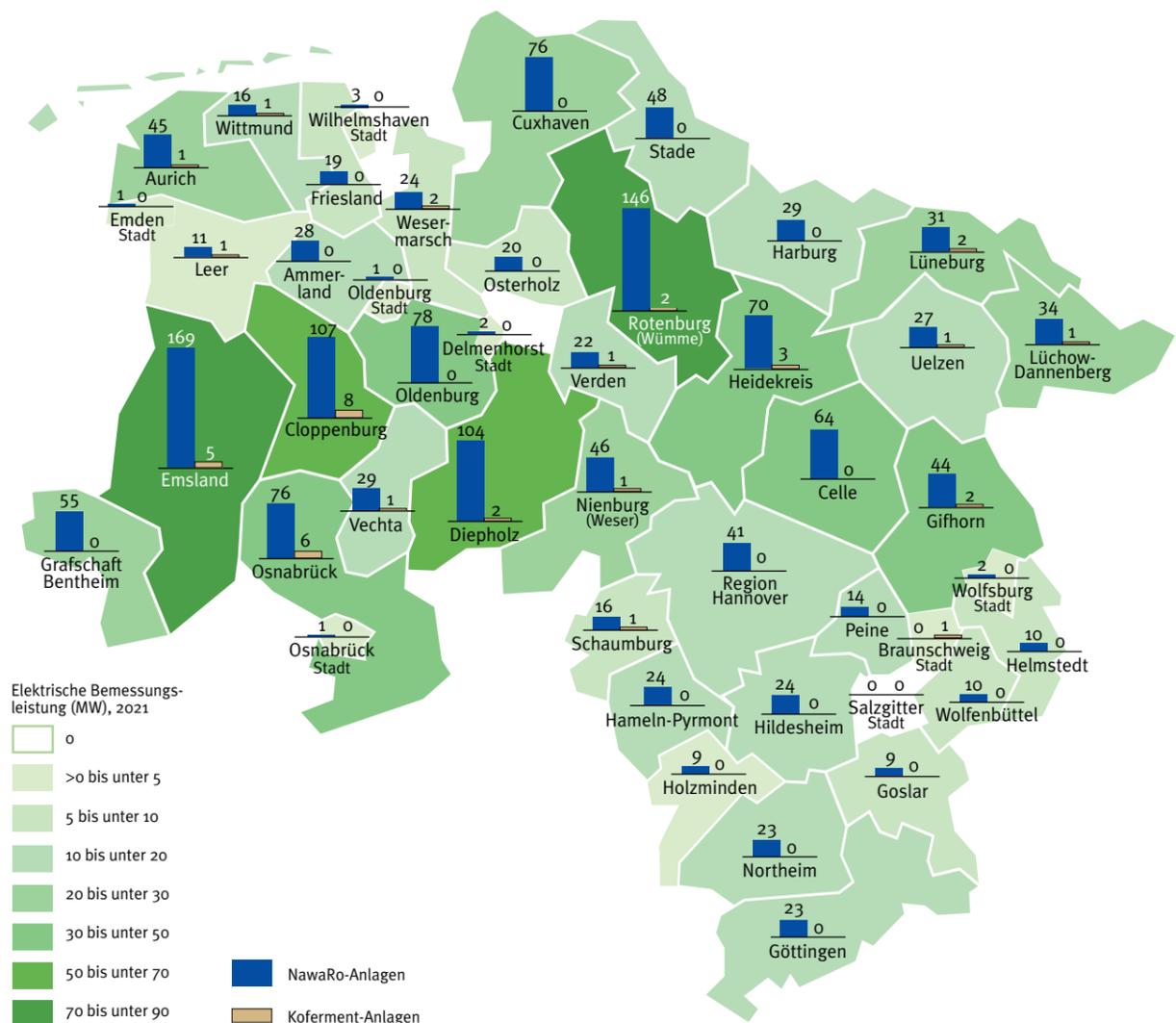


Abb. 6 Regionale Verteilung der NawaRo- und Koferment-Anlagen, 2021



Vor allem sind dies der Landkreis Heidekreis (netto: -1,3 MW_{el}), Landkreis Leer (1,2 MW_{el}) sowie die Landkreise Diepholz, Cloppenburg und Oldenburg (jeweils -1,1 MW_{el}). Gründe hierfür sind die Leistungsreduzierung in Zusammenhang mit der Gärrest-Lagerraumproblematik, aber auch Stilllegungen aufgrund einer ausgelaufenen EEG-Förderung oder die vorübergehende Stilllegung von Anlagen.

Die regional sehr unterschiedliche Verteilung der NawaRo-Anlagen spiegelt sich in der Flächeninanspruchnahme für die Biomasseproduktion und in der in Abschnitt 2.5 näher beschriebenen Kennzahl »Leistung pro Fläche« wider. Auch Koferment-Anlagen haben einen »Flächenbedarf« für die Ausbringung der Nährstoffe/Gärreste von etwa 400-500 ha pro MW_{el} je nach Einsatzstoffen.

Insgesamt werden im aktuellen Betrachtungszeitraum 45 Koferment-Anlagen mit einer Bemessungsleistung von 43,6 MW_{el} betrieben. Zu den Koferment-Anlagen werden Abfallanlagen (34 Anlagen) gezählt, die Speiseabfälle, Fette, Flotate oder auch Schlachtabfälle entweder anteilig oder ausschließlich einsetzen sowie meist kommunal betriebene Vergärungsanlagen (11 Anlagen), die Abfall aus Biotonnen und kommunale Reststoffe (Grünschnitt)

zur Biogaserzeugung verwenden und im Verbund mit Kompostwerken betrieben werden. Der Trend, der sich bereits in der Inventur 2018 zeigt, setzt sich auch im aktuellen Betrachtungszeitraum fort. Der Bestand an reinen Abfallanlagen ist um acht Anlagen zurückgegangen. Dabei handelt es sich um vier Korrekturen im Altbestand und vier Stilllegungen. Die meisten Abfallanlagen befinden sich im Landkreis Cloppenburg (8 Anlagen) und im Landkreis Osnabrück (5 Anlagen).

Der Bestand an kommunalen Bioabfallanlagen hat sich aufgrund einer Anlage, die zurzeit nicht betrieben wird, auf elf Anlagen reduziert. Der Anteil der kommunalen Anlagen an der installierten und der Bemessungsleistung beträgt in beiden Fällen rund 13 % an der Gesamtleistung der Koferment-Anlagen.

Die Rest- und Abfallstoffe haben in den meisten Fällen eine geringere Energiedichte als nachwachsende Rohstoffe und benötigen höhere Faulraumvolumen, um denselben Gasertrag zu erzielen. Den geringen Bezugskosten steht oft ein höherer Logistikaufwand gegenüber. Bundesweit hat Bioabfall einen Anteil von ca. 3 % (energiebezogen) am Substratmix, was einer bereitgestellten Arbeit von 855 GWh_{el} entspricht.²

2.3 Leistungsklassen

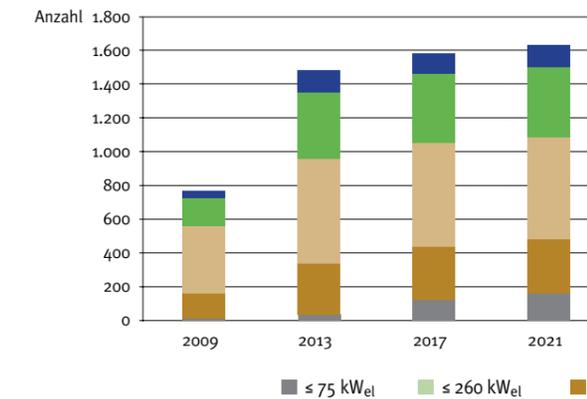
Werden die elektrischen Leistungsklassen verglichen, zeigen sich deutliche Unterschiede im Anlagenbestand zwischen NawaRo- und Koferment-Anlagen. Wie in den vorangegangenen Biogasinventuren werden die Anlagen vier Leistungsklassen zugeordnet. Eine Ausnahme bildet die Darstellung der Anlagenanzahl für die NawaRo-Anlagen. Die kleinste Leistungsgruppe »bis 260 kW_{el}« wird noch einmal in die Klassen »bis 75 kW_{el}« und »76 bis 260 kW_{el}« aufgeteilt, um die Entwicklung der Anzahl kleiner Gülleanlagen herauszustellen.

Die durchschnittliche Bemessungsleistung aller in Betrieb befindlicher Biogasanlagen lag zu Beginn des Betrachtungszeitraums bei 537 kW_{el} und verringerte sich im Jahr 2021 durch den fast ausschließlichen Zubau von Anlagen bis 75 kW_{el} auf 531 kW_{el}.

Die überwiegende Anzahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen bis zu einer Leistungsgrenze von 500 kW_{el} wurde in Niedersachsen im Rahmen des privilegierten Bauens (§ 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB) errichtet. Bei den mit nachwachsenden Rohstoffen betriebenen Biogasanlagen dominiert daher auch weiterhin der Leistungsbereich von 261 bis 500 kW_{el} (Abb. 7). In dieser Leistungsklasse arbeiten 34 % der NawaRo-Anlagen (600 Anlagen) und verfügen über 33 % der Bemessungsleistung (Inventur 2018: 614 Anlagen / 39 % Bemessungsleistung). Damit weist dieser Leistungsbereich den gleichen Anteil an der Bemessungsleistung auf wie die nächst größere Leistungsklasse von 501 bis 1.000 kW_{el}. Diese Leistungsklasse hat einen Bestand von 414 Anlagen, was gut einem Viertel am Gesamtbestand der NawaRo-Anlagen entspricht.

NAWARO-ANLAGEN

Anteile der Leistungsklassen an der Anlagenanzahl



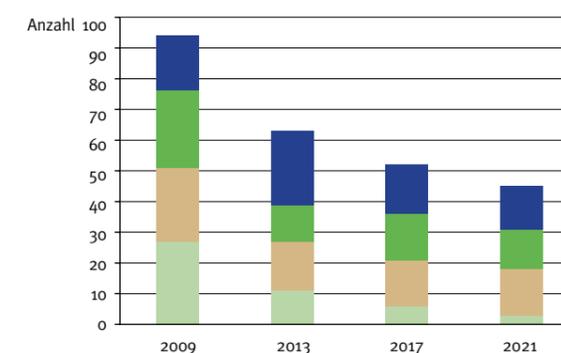
Anteile der Leistungsklassen an der elektrischen Bemessungsleistung



Abb. 7 Leistungsklassenverteilung (in kW_{el}) der NawaRo-Biogasanlagen in Niedersachsen

KOFERMENT-ANLAGEN

Anteile der Leistungsklassen an der Anlagenanzahl



Anteile der Leistungsklassen an der elektrischen Bemessungsleistung

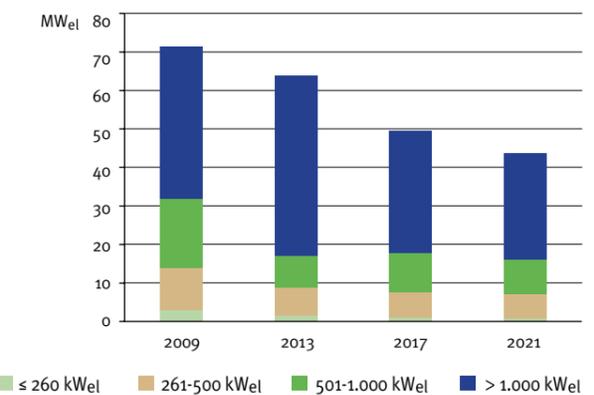


Abb. 8 Leistungsklassenverteilung (in kW_{el}) der Koferment-Biogasanlagen in Niedersachsen



² Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100 % erneuerbares Stromsystem 2035, DBFZ 2022

Die wesentlichste Veränderung ist bei den Anlagen im kleinsten Leistungsbereich bis 260 kW_{el} zu beobachten, da wie bereits erörtert, Neuanlagen fast ausschließlich als 75 kW_{el} Gülle-Anlagen entstanden sind. Ihr Anteil hat sich gegenüber 2018 von 139 auf 158 Anlagen weiter erhöht. Der Anteil der Bemessungsleistung am Gesamtbestand niedersächsischer Anlagen liegt mit 11,4 MW_{el} jedoch nur bei 1,4 %.

Mit Ausnahme der kleinsten Leistungsklasse bis 260 kW_{el} verteilen sich die Koferment-Anlagen fast gleichmäßig auf die Klassen. Den Anteil an der Bemessungsleistung dominiert aber weiterhin die Leistungsklasse über 1.000 kW_{el} mit 63 % der Anlagen (28 MW_{el}). Gefolgt wird diese von der Leistungsklasse 501 bis 1.000 kW_{el} mit 20% (9 MW_{el}) und der Leistungsklasse von 260 bis 500 kW_{el} mit 15 % der Anlagen (6 MW_{el}). Nur noch 7 % der Koferment-Anlagen sind kleiner als 260 kW_{el} und haben einen Anteil an der Bemessungsleistung von 2 % (0,7 MW_{el}).

2.4 Bedarfsgerechte Stromerzeugung aus Biogas

Bioenergieanlagen sind im Gegensatz zu Solar- und Windkraftanlagen in der Lage, die Stromerzeugung am fluktuierenden Bedarf zu orientieren. Diese Eigenschaft spielt eine wichtige Rolle bei der mittelfristigen Umstellung der Energiewirtschaft auf 100 % erneuerbare Energien. Bereits das EEG 2012 hat deshalb Instrumente eingeführt, mit denen der Wechsel zur flexiblen Stromerzeugung unterstützt werden soll. Die am weitesten verbreitete Form der Stromdirektvermarktung stellte zunächst die Bereitstellung von Regelenergie dar. Biogasanlagenbetreiber können diese Systemdienstleistung für die Übertragungsnetzbetreiber z.B. durch kurzfristige Abschaltung ihrer Blockheizkraftwerke (BHKW) erbringen, wenn das Stromangebot im Netz den Verbrauch übersteigt. Je nach vereinbartem Modell wird diese Leistung zwischen wenigen Malen am Tag und wenigen Malen im Monat für 2 bis 15 Minuten abgerufen.

Die bedarfsgerechte Stromerzeugung über einen längeren Zeitraum wird mit der Flexibilitätsprämie belohnt, deren Höhe sich an der zur Verfügung gestellten variablen Einspeiseleistung orientiert. Laut EEG haben Anlagenbetreiber Anspruch auf die Flexibilitätsprämie, wenn die installierten Leistung maxi-

mal das fünffache der Bemessungsleistung der Anlage beträgt. Diese Bestimmungen können auch von Anlagen wahrgenommen werden, die in früheren Fassungen des EEG in Betrieb genommen wurden. Die Erlöse setzen sich aus der Flexibilitätsprämie und dem Vermarktungserlös zusammen, unterliegen jedoch ebenso wie die Regelenergiebereitstellung Marktschwankungen. Bewerben sich Biogasanlagen in einer Ausschreibung der BNetzA um eine weitere Förderperiode, sind sie zur Installation einer höheren Leistung verpflichtet. Im EEG 2021 zählen bei Rohgasanlagen 45 % der installierten Leistung als förderfähige Leistung, bei Biomethananlagen sind es 15 %. Darüber hinaus kann ein Flex-Zuschlag für die Bereitstellung weiterer flexibler Leistung in Anspruch genommen werden.

Die wichtigsten Voraussetzungen für die flexible Erzeugung liegen in ausreichenden Speicherkapazitäten für Rohgas und Wärme sowie in einer ausreichenden Aufnahmekapazität des lokalen Stromnetzes für eine höhere Einspeiseleistung. Bei Überschreitung der Speicherkapazitäten oder hohem Wärmebedarf kann überschüssige Stromleistung durch Power-to-Heat-Verfahren in Wärme umgewandelt werden.

Die Flexibilisierung der Biogasanlagen hat zu einem deutlichen Zubau von BHKW-Kapazität geführt, ohne die produzierte Strommenge zu erhöhen (siehe Abb. 2).

Überbauung zur flexiblen Bereitstellung von Strom und Wärme

Ende 2021 befanden sich in Niedersachsen 732 Biogasanlagen, die ihre Leistung mit dem Ziel der flexiblen Strom- und Wärmebereitstellung überbaut haben. Gegenüber 2018 sind damit noch einmal 330 Anlagen dazu gekommen, sodass bezogen auf den gesamten Anlagenbestand 44 % der Biogasanlagen flexibilisiert sind. Dabei werden alle Anlagen berücksichtigt, für die im MaStR eine Leistungserhöhung im Sinne einer flexiblen Leistungsbereitstellung ausgewiesen ist. 2021 beträgt diese Leistungserhöhung 461 MW_{el}.

Die höchste Überbauung von Anlagenleistung hat mit knapp 194 MW_{el} in der Ackerbauregion stattgefunden. Knapp dahinter folgt die Veredelungsregion mit 171 MW_{el}. Nur 21 % der Überbauung ist in der Milchviehregion in Nordniedersachsen zu finden (Abb. 9). Die Landkreise mit der höchsten Überbauung sind die Landkreise Rotenburg (Wümme) (51 MW_{el}), Emsland (43 MW_{el}), Diepholz (39 MW_{el}) und Cloppenburg (26 MW_{el}) – also die traditionell biogasstarken Regionen. Den höchsten Anteil flexibler Anlagen am Gesamtbestand weisen die Landkreise Helmstedt (80 %), Hameln-Pyrmont und Hildesheim (beide 67 %) auf.

Lagen die Spitzenwerte beim Maß der Überbauung (Färbung der Landkreise in Abb. 9) in der vorangegangenen Inventur noch über dem Faktor 2, hat sich die relative Überbauung gegenüber der Bemessungsleistung der überbauenden Anlagen 2021 reduziert, da weitere Anlagen dazugekommen sind, die in geringerem Umfang überbaut haben. Weiterhin liegt der Landkreis Schaumburg vorn mit einer Steigerung der Leistungskapazität von im Mittel 177 % (2018: 228 %), gefolgt von Hildesheim mit 164 %.

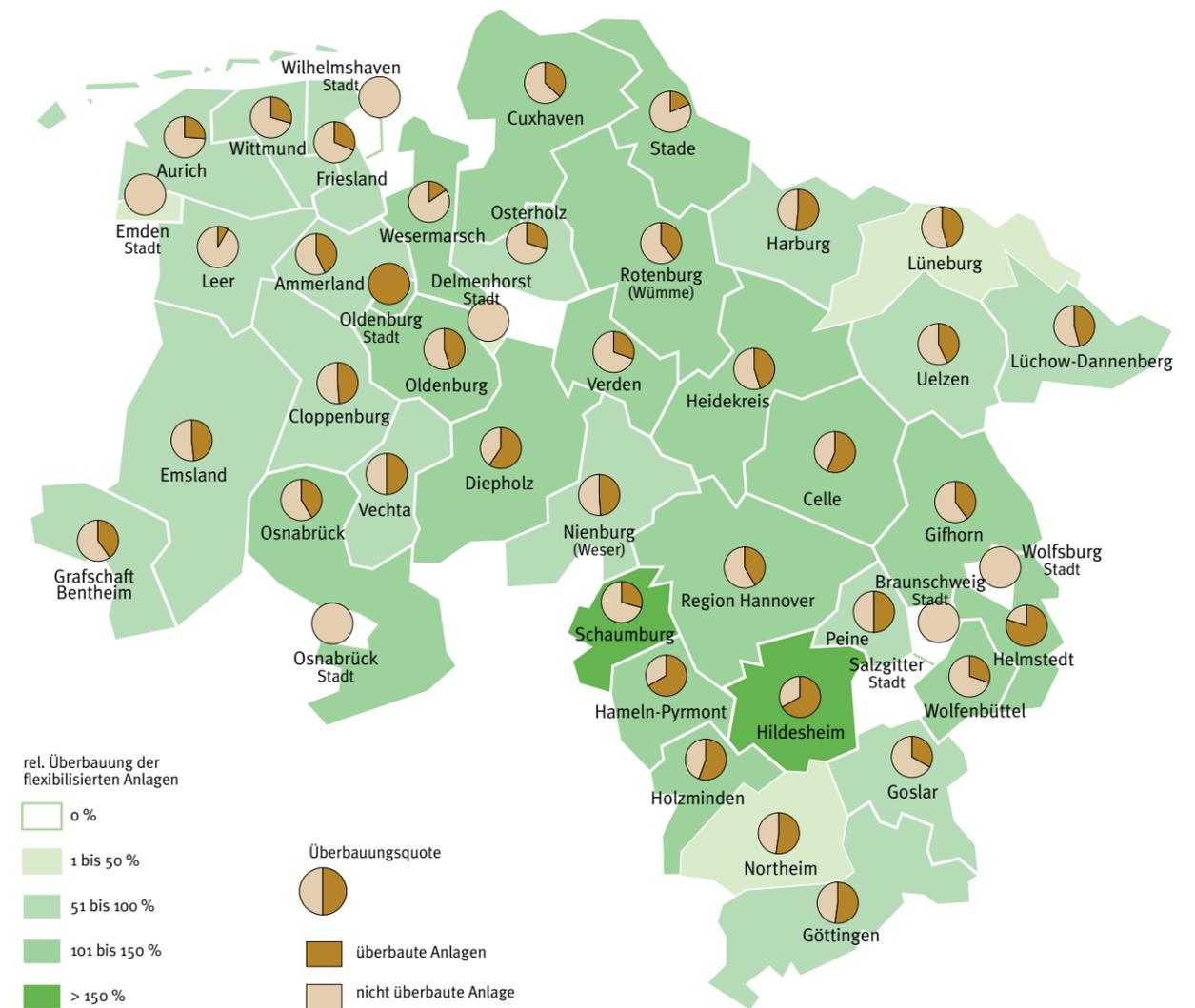


Abb. 9 rel. Überbauung und Überbauungsquote in den nds. Landkreisen, 2021

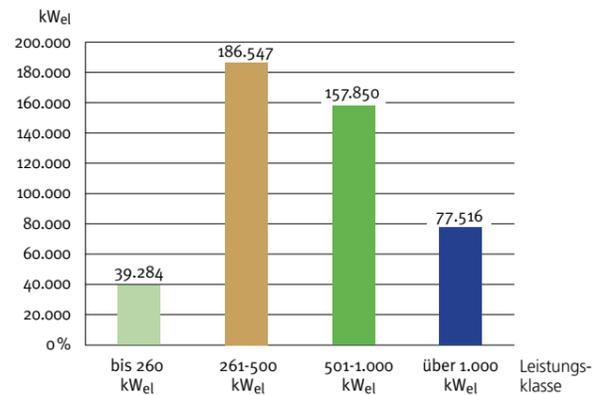


Abb. 10 Absolute Überbauung in den Leistungsklassen, 2021

Nur 9 % der überbauten Leistung entfällt auf Anlagen mit einer Bemessungsleistung bis 260 kW_{el}. Dies liegt einerseits an der geringen vorhandenen Leistung in dieser Gruppe und andererseits auch an der geringer ausfallenden absoluten Überbauung. 40 % der zugebauten Leistung findet sich bei mittleren Anlagengrößen von 261 und 500 kW_{el}, während 34 % der zugebauten Leistung aus der Anlagengruppe von 501 bis 1.000 kW_{el} stammen. Nur 17 % entfallen auf Anlagen mit einer Bemessungsleistung über 1.000 kW_{el} (Abb. 10).

In Abb. 11 ist der Anteil der Anlagen in den genannten Leistungsklassen dargestellt, die überbaut haben. Die Quote hat sich bei den drei größten Leistungsklassen angeglichen, sodass hier jede zweite Anlage überbaut hat. Am stärksten zugelegt hat die Klasse über 1.000 kW_{el} (2018: 23 %). Mit nur 23 % hat die kleinste Leistungsklasse die geringste Quote. Landesweit haben sich 44 % der Anlagen für eine Flexibilisierung entschieden.

Um welchen Faktor in den Leistungsklassen überbaut wurde, zeigt Abb. 12. Es lässt sich ein eindeutiger Trend ableiten: Je größer die Anlage ist, die überbaut hat, desto geringer ist der relative Leistungszubau bezogen auf die Bemessungsleistung.

In der Leistungsklasse größer 1.000 kW_{el} sind bei den Anlagen, die überbaut haben, durchschnittlich 945 kW_{el} dazugekommen. Im Mittel ergibt sich eine Leistungserweiterung von 55 %. Bei Anlagen mit einer Leistung von 501 bis 1.000 kW_{el} wird die Bemessungsleistung im Durchschnitt bereits etwas mehr als verdoppelt. Der Leistungszubau beträgt hier durchschnittlich 690 kW_{el} bzw. 102 %. In der nächstkleineren Leistungsklasse ergibt sich ein Überbauungsfaktor von 1,3 und ein absoluter Zubau von 600 kW_{el}. In der kleinsten Klasse wurde vergleichsweise am stärksten überbaut. Hier kamen ca. 350 kW_{el} hinzu, was einem Faktor von gut 1,5 entspricht.

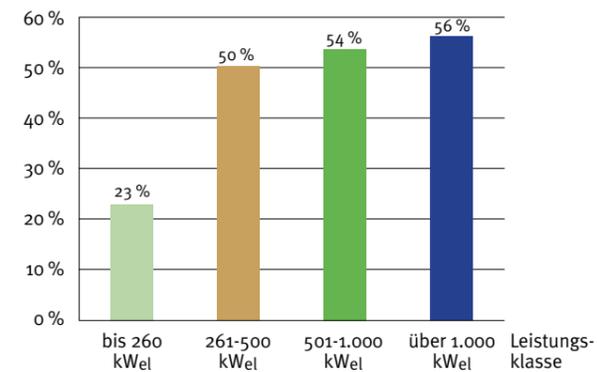


Abb. 11 Überbauungsquote in den Leistungsklassen, 2021

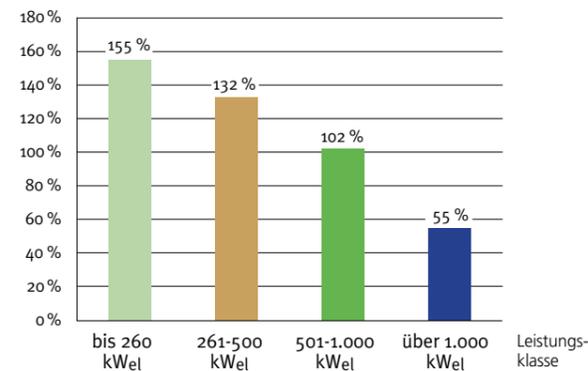


Abb. 12 Durchschnittliche Überbauungshöhe in den Leistungsklassen, 2021

2.5 Leistung pro Fläche

Um die Zusammenhänge zwischen der Landnutzung und der Biogasanlagenzahl darzustellen, wird die Bemessungsleistung je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) als Kennzahl ausgewiesen.

Durch den nur geringen Anstieg an Bemessungsleistung und trotz der Leistungsverschiebung von Koferment- zu NawaRo-Anlagen sind nur geringfügige Änderungen an der spezifischen Leistung pro

Fläche festzustellen. 2021 beträgt die Bemessungsleistung pro LF der NawaRo-Anlagen im Mittel für Niedersachsen weiterhin ca. 0,32 kW_{el} pro ha LF.

Der Landkreis Rotenburg, gefolgt von den Landkreisen Celle sowie Oldenburg, Cloppenburg und Diepholz, weist die höchste arbeitsrelevante Leistung bezogen auf die verfügbare LF auf (Abb. 13). Für die Landkreise Leer, Wesermarsch und Holzminden ergeben sich die niedrigsten Leistungsdichten.

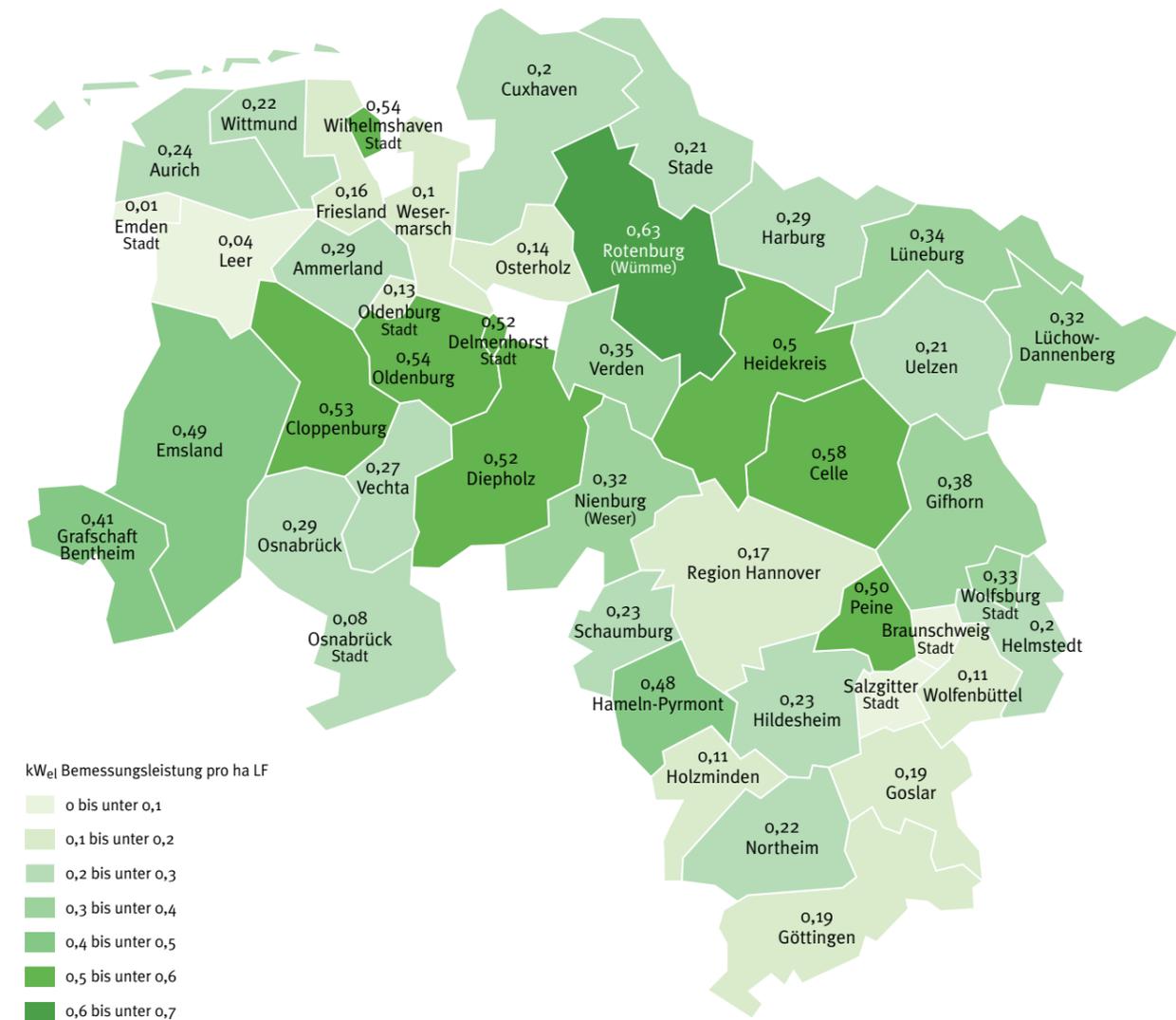


Abb. 13 NawaRo-Biogasanlagen – Elektrische Bemessungsleistung in kW pro Hektar LF in Niedersachsen, 2021

2.6 Wärmenutzung der Biogasanlagen

Die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken an oder in der Nähe der Biogaserzeugungsanlage stellt heute die häufigste Form der Biogasnutzung dar.

Nach Auswertung von Daten der Übertragungsnetzbetreiber können die niedersächsischen Biogasanlagen 53 % ihrer Wärmeerzeugung an externe Verbraucher abgeben. Der Eigenwärmeverbrauch (Fermenterbeheizung, Hygienisierung) beträgt durchschnittlich 24 %, in Summe werden also 77 % der erzeugten Wärme genutzt. Die extern verbrauchte Wärme macht mit jährlich 4.250 GWh 26 % der aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Wärme aus. 55 % kommen aus Holzenergieträgern, bisher nur 11 % aus Solarkollektoren und Wärmepumpen. Biogas leistet also auch neben der Stromerzeugung einen deutlichen Beitrag zur Energiewende im ländlichen Raum.

Die Wärmenutzung bekommt auch bei der Flexibilisierung des Anlagenbetriebs eine zunehmende Bedeutung. Eine höhere BHKW-Leistung und die Verlagerung der Stromerzeugung in die Hochtarifzeiten ermöglichen auch die Bereitstellung höherer Wärmeleistungen im Winter und in den Morgen- und Abendstunden, so dass die Erzeugungsanteile der Spitzenlastkessel reduziert werden. Dies ermöglicht auch die Erweiterung und Verdichtung von Wärmenetzen. Bei der Anlagenauslegung ist hier eine genaue Simulation der örtlichen Verhältnisse erforderlich.

Grundsätzlich ist für den Betreiber die Standortwahl von Biogasanlagen dabei von entscheidender Bedeutung und wird vor allem von den verfügbaren Flächen für die Errichtung der Anlage, den Anbau und die Lagerung der Substrate sowie den geltenden Rechtsgrundlagen (u. a. BauGB) bestimmt. Gegenüber der Verkehrsanbindung, der Stromanbindung und den planerischen Belangen (z.B. Abstände zu baulichen Nutzungen, Vorbelastungen der Landschaft) spielte die Nähe zu Wärmeverbrauchern häufig eine untergeordnete Rolle.

Die Nutzung der Abwärme von Biogasanlagen zur Beheizung von Gebäuden führt zur Verdrängung fossiler Brennstoffe und damit zu Umweltentlastungen und Erlösen aus dem Wärmeverkauf. Bei geeigneten örtlichen Verhältnissen bietet dies daher

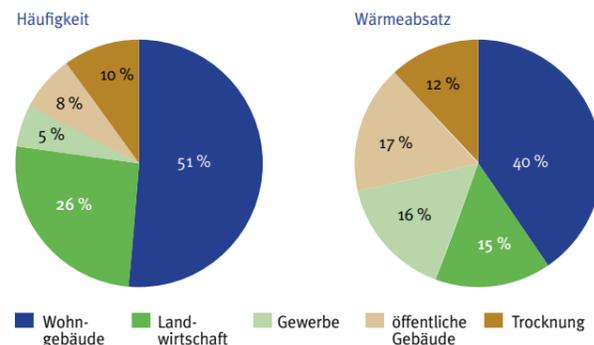


Abb. 14 Anteile der Verbrauchertypen an der Wärmenutzung

deutliche Vorteile gegenüber alternativen Abwärmekonzepten, wie z. B. der Trocknung von Holz oder Gärresten. Daher bildete die Optimierung der Wärmenutzung für viele Anlagenbetreiber in den vergangenen Jahren einen der Schwerpunkte ihrer Aktivitäten. Dies wird durch die jeweils geltende Fassung des EEG weiterhin unterstützt. Der KWK-Bonus kann bei bestehenden Anlagen jederzeit bis zu seiner maximalen Höhe in Anspruch genommen werden.

Wärmenetze an Biogasanlagen und Satelliten-BHKW versorgen vielerorts Wohngebiete, kommunale Einrichtungen, Gewerbebetriebe, Gärtnereien oder landwirtschaftliche Betriebe. Diese Netze werden in den meisten Fällen von den Betreibern der Biogasanlagen errichtet, zunehmend aber auch von Gemeinschaften der Abnehmer z. B. in Genossenschaften betrieben.

Eine gesonderte Untersuchung von 3N ergibt die in Abb. 14 dargestellte Übersicht der Wärmeabnehmer. 77 % der Abnehmer stammen aus den Segmenten Wohngebäude und Landwirtschaft, ihr Anteil am Wärmeabsatz ist mit 55 % jedoch deutlich geringer. Gewerbebetriebe und öffentliche Gebäude stellen größere Abnehmer dar und haben überproportional hohe Verbräuche.

Zur Optimierung der Betriebsweise sind Eingriffe an allen Punkten der Wärmeerzeugung und -verteilung möglich:

- Die Anschlussdichte durch die Einbindung weiterer Abnehmer erhöhen.
- Die Übertragungsverluste im Netz verringern.
- Den Anteil der Wärmeerzeugung durch das BHKW durch angepasste Betriebsweise erhöhen.
- Ausreichende Vorlauftemperaturen auch bei entfernten Verbrauchern realisieren.

- Die Rücklauftemperaturen im Netz und den Pumpenstromverbrauch verringern.
- Den Lieferumfang durch Installation eines Spitzenlast- und Reservekessels von Grund- auf Vollversorgung erweitern.

Immer mehr Kommunen setzen im Verbund mit Biogasanlagen regionale, dezentrale Nahwärmenetze um. 3N hat mehr als 50 Wärmekonzepte an Biogasanlagen realisiert und unterstützt den Aufbau neuer Verbünde ebenso wie die Optimierung bestehender Netze (siehe Projektdatenbank unter www.3-n.info).

Beispielanlage Brochdorf

In Neuenkirchen-Brochdorf bildete sich 2014 eine Genossenschaft, um die Wärme einer Biogasanlage zu nutzen. Da sich der Anlagenbetreiber auf die Wärmebereitstellung beschränken wollte, wurde der Übergabepunkt am Blockheizkraftwerk gewählt. So entstand ein Wärmenetz von 3.550 m Länge, an das 38 Häuser angeschlossen wurden. Allein 700 m waren zur Überwindung der Entfernung zwischen Biogasanlage und Ortsrand erforderlich. Zur Abdeckung der Spitzenlast und auch zur Reservestellung wurde ein Holzkessel mit 300 kW und ein Heizölkessel mit 500 kW installiert. Dies allerdings im Dorf,

um die Übertragungsverluste zu verringern. 3N unterstützte die Genossenschaft bei der Beantragung der Fördermittel, bei der Auswertung der Angebote für die Anlagenkomponenten und bei der Gestaltung der Wärmelieferverträge. In den Folgejahren wurde das Netz mehrmals erweitert, so dass ab Mitte 2023 insgesamt 68 Gebäude angeschlossen sind. Die mittlerweile flexibilisierte Energieerzeugung der Biogasanlage ermöglicht einen hohen Anteil Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung, so dass der Beitrag der Spitzenlastkessel geringer ausfällt als geplant.



2.7 Biogaseinspeisung

Bei Biogasanlagenstandorten, an denen die anfallende Wärme nicht vollständig genutzt werden kann, bietet die Aufbereitung von Biogas die Möglichkeit zur externen Nutzung. Wird das Rohbiogas auf Erdgasqualität (Biomethan) aufbereitet und in das allgemeine Erdgasnetz eingespeist, kann es zu einem anderen Ort geleitet werden, an dem die Wärme vollständig verwertet werden kann. Diese Durchleitung erfolgt bilanziell, indem die eingespeisten und entnommenen Mengen über ein Jahr betrachtet werden. Der vorrangige Zugang zum Erdgasnetz ist in der Gasnetz Zugangsverordnung und der Gasnetzentgeltverordnung geregelt.

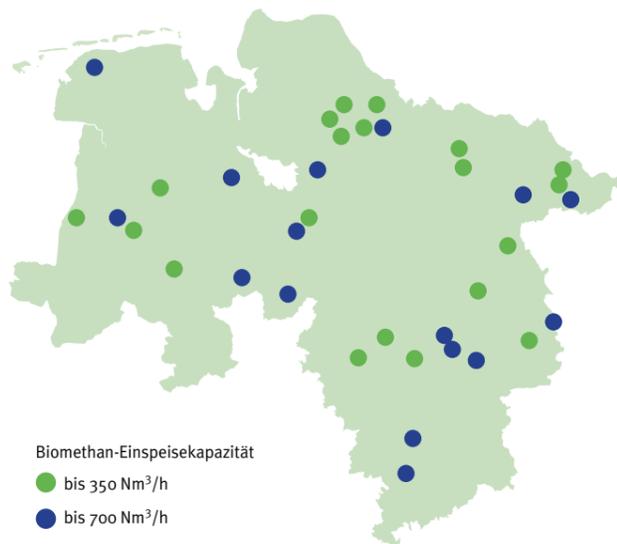


Abb. 15 Biogasanlagen mit Biomethaneinspeisung in Niedersachsen, 2021

2021 speisten 37 (2018: 35) niedersächsische Anlagen aufbereitetes Biomethan in das Erdgasnetz ein, vier der Anlagen vergären Abfälle. Die Einspeiseleistung beträgt insgesamt 14.715 Nm³ Biomethan je Stunde. Dies entspricht bei einem Wirkungsgrad von 40 % einer elektrischen Leistung von 58,9 MW. Die Einspeisemenge von 1,2 TWh/a stellt 1,5 % des niedersächsischen Erdgasverbrauches dar.

Aufgrund der mangelnden wirtschaftlichen Anreize, die das aktuelle EEG bietet, werden sich künftige Neuanlagen zur Biogasaufbereitung auf Gas aus Abfall- und Reststoffen begrenzen, das quotenwirksam im Verkehrsbereich oder zur industriellen Nutzung eingesetzt wird (s. Kapitel 2.8). Biomethan als Kraftstoff erzielt höhere Einnahmen über die Treibhausgasquote (THG-Quote), wenn



überwiegend Biomethan aus Abfall und Reststoffen eingesetzt wird, während Biomethan für den KWK-Bereich überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird. Für Anlagen mittlerer Leistung mit geringer Wärmenutzung besteht nach Ende der EEG-Vergütung auch die Möglichkeit, sich mit benachbarten Anlagen zusammenzuschließen und eine gemeinsame Biogasaufbereitung zu betreiben.

Die Europäische Kommission plant im Rahmen des »Fit for 55«-Pakets bis 2030 eine jährliche Produktion von 17 Mrd. Nm³ Biomethan, was einem Energiegehalt von 170 TWh/a entspricht. Vor dem Hintergrund des Ukrainekrieges wurde dieses Ziel auf 35 Mrd. Nm³ verdoppelt. Dabei soll sichergestellt werden, dass Biomethan aus organischen Abfällen und land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen erzeugt wird.

Eine vglw. neue Entwicklung stellt die Nutzung des CO₂ dar, das bei der Biogasaufbereitung abgetrennt wird. Es kann z. B. für technische Zwecke eingesetzt und die dabei substituierte konventionelle CO₂-Gewinnung im Rahmen der Zertifizierung als Gutschrift angerechnet werden. Der Vorteil ist, dass die Abscheidung technisch auf sehr komfortable Weise erfolgen kann (Verhältnis Methan/CO₂ ca. 50:50) Zudem wird verhindert, dass CO₂ in die Atmosphäre gelangt. Dieses biogene CO₂ ist Ausgangsstoff für e-fuels u. a. Methanol, Kerosin oder e-gas. Für e-Gas und e-Kerosin sind bereits erste Anlagen in Werlte errichtet worden.

2.8 Biogas als Treibstoff

Im Vergleich zu den Sektoren Strom (bundesweit 41,1 %) und Wärme (16,5 %) weist der Verkehrsbereich nur einen Anteil von 6,8 % erneuerbarer Energieträger auf, der im Wesentlichen von Biodiesel und Bioethanol gebildet wird³. Um einen größeren Anteil zu erreichen, sehen die meisten Szenarien der zukünftigen Energieversorgung in Biogas die Chance zur Erzeugung von Treibstoff (vgl. Abschnitt 2.8.2). Hier kann Biogas sowohl in verdichteter Form als Bio-CNG als auch in verflüssigter, tiefkalter Form als Bio-LNG genutzt werden. Dies ist eine sinnvolle Ergänzung zur Elektromobilität, insbesondere für das Schwerlastsegment (Verkehr und Schifffahrt), das den Hauptabsatzweg für Bio-LNG darstellt. Bundesweit bestehen 160 LNG-Tankstellen, in Niedersachsen sind 26 in Betrieb (Stand Januar 2023), drei davon entstanden innerhalb des 3N-Projekts Modellregion Bio-LNG Niedersachsen.

2.8.1 Potenzial in Niedersachsen

In Niedersachsen besteht ein Potenzial zur Erzeugung von Bio-CNG/Bio-LNG von ca. 2,6 Mio. kWh/a und kann damit einen Anteil von 4,2 % des gesamten Kraftstoffverbrauchs decken. Wird die Erzeugung von Bio-LNG ausschließlich auf das Schwerlastsegment des Straßenverkehrs bezogen, kann es 8,5 % des niedersächsischen Dieserverbrauchs von LKW ersetzen, wenn das Treibstoffpotenzial von

Biogas vollständig in Form von Bio-LNG eingesetzt wird. LKW benötigen mit 1,8 Mio. t/a mehr als die Hälfte des gesamten Dieserverbrauchs.⁴

Das Erzeugungspotenzial setzt sich sowohl aus bestehenden Biomethaneinspeiseanlagen als auch aus Biogasanlagen zusammen, die aus der Verstromung in die Gaseinspeisung wechseln. Hinzu kommt die Erschließung neuer Potenziale insbesondere bei der Verwendung von Wirtschaftsdünger, landwirtschaftlichen Reststoffen und Bioabfall.

Bestehende Förderungen

- Der Einsatz von Gas als Kraftstoff wird z. Z. vor allem über die THG-Minderungseigenschaften des Kraftstoffes über ein THG-Quotensystem und die Mautbefreiung unterstützt. Im Einzelnen: Reduzierte Energiesteuer für die Nutzung von Erdgas als Fahrzeugantrieb gemäß § 2 Absatz 2 Energiesteuergesetz gegenüber dem regulären Satz von 31,80 €/MWh in Höhe von 13,90 €/MWh bis 31.12.23 abfallend auf 27,33 €/MWh im Jahr 2026
- Vollständige Befreiung von der Fernstraßenmaut für gasbetriebene LKW bis 2023 und Befreiung von der Komponente Luftverschmutzung



³ Erneuerbare Energien in Deutschland, Umweltbundesamt 2022
⁴ Bio-LNG in Niedersachsen, 3N e.V. 2019

2.8.2 Gesetzlicher Rahmen

Die Mindestabsatzquote für alternative Kraftstoffe wird durch die gesetzlichen Vorgaben der 38. BImSchV, §37a BImSchG und basiert auf der Renewable Energy Directive II der EU (RED II) bestimmt. Die RED II ist im Juni 2021 in das deutsche Recht überführt worden und gilt bis 2030. Die RED II sieht einen Mindestanteil von 14 % erneuerbarer Energien im Verkehrssektor vor. Laut der Vorgaben von 2021 gehen die Anforderungen in Deutschland weit darüber hinaus (28 %). In Deutschland werden diese Vorgaben mit Hilfe der THG-Quote erfüllt. Die Mineralölunternehmen haben verschiedene Möglichkeiten, sogenannte Erfüllungsoptionen, die THG-Quote umzusetzen. Zu diesen Erfüllungsoptionen gehören grüner Wasserstoff, Strom oder fortschrittliche Biokraftstoffe. Mit der THG-Quote werden Mineralölunternehmen verpflichtet, die Treibhausgasemissionen ihrer abgesetzten Kraftstoffe gegenüber einem fossilen Referenzkraftstoff von aktuell 7 % (2023) bis 25 % (2030) zu senken. Die derzeit diskutierte RED III plant weitere Verpflichtungen zur Treibhausgasminderung und Limitierungen der biogenen Einsatzstoffe ab 2030.

Die 38. BImSchV regelt die Quoten für alternative Kraftstoffe für die Periode 2021 - 2030. Kraftstoffe aus Anbaubiomasse sollen die Obergrenze von 4,4 % der energetischen Menge nicht überschreiten. Mengen, die darüber hinaus in Verkehr gebracht werden, werden nicht mehr angerechnet. Progressive Entwicklungsziele sind nur für sog. fortschrittliche Kraftstoffe festgelegt, die aus Rest- und Abfallstoffen, Gülle, Stroh, Algen etc. oder mit innovativen Verfahren zur CO₂-Abscheidung auf Basis von erneuerbaren Energieträgern hergestellt sind. Eine Unterquote sieht hierfür für 2022 einen Anteil von 0,2 % vor, der 2023 auf 0,3 %, 2024 auf 0,4 %, 2025 auf 0,7 %, 2026 auf 1,0 %, 2028 auf 1,7 % und bis 2030 auf 2,6 % steigen soll. Auch komprimiertes und verflüssigtes Biogas kann auf die Quote angerechnet werden – sowohl als Reinkraftstoff als auch als Gemisch. Mengen oberhalb dieser Unterquoten werden mit Faktor 2 angerechnet.

Auch Wasserstoff und PtX-Kraftstoffe sollen von 2022 bis 2030 ebenfalls zweifach angerechnet werden. Zur Produktion strombasierter Kraftstoffe wird grüner Wasserstoff benötigt. Deshalb soll dieser zunächst dort eingesetzt werden, wo eine direkte Nutzung von elektrischem Strom sehr schwierig ist.

Das trifft auf die Industrie sowie See- und Luftverkehr zu. Die THG-Quote soll bis 2030 für flüssige Kraftstoffe aus Ökostrom auf 2 % steigen. Der Einsatz von grünem Wasserstoff in Raffinieren soll durch eine 2-fache Anrechnung vorangebracht werden.

Der direkte Einsatz von (grünem) Strom in Elektroautos stellt eine konkurrierende Erfüllungsoption dar und wird mit einer 3-fachen Anrechnung innerhalb der THG-Quote gefördert. Damit soll der Ausbau von Ladeinfrastruktur gefördert werden.

Zugleich soll die Anforderung von alternativen Kraftstoffen an die Treibhausgasemissionen verschärft werden, die für Neuanlagen mindestens 70 % beträgt.

Die Inverkehrbringer von Treibstoffen können ihre Verpflichtung gemäß 38. BImSchV durch Ankauf von Emissionsminderungsnachweisen erfüllen. Deren Handel erfolgt parallel zum physischen Handel der Energieträger. Die Marktwerte solcher Nachweise sind von der damit verbundenen Treibhausgasemissionen und den aktuellen CO₂-Minderungskosten bestimmt und liegen voraussichtlich zwischen 3 und 17 ct/kWh. Die Nachweise der Emissionsminderung müssen bei Eintritt in den Handel durch die Verwendung von Standardwerten oder eine Betrachtung der gesamten Erzeugungskette erbracht und durch zugelassene Zertifizierer testiert werden. Biomethan oder Bio-LNG werden im Sinne der THG-Minderung wertvoller (höherer Quotenpreis) je weniger Anbaubiomasse und je mehr Reststoffe (u. a. Abfall, Wirtschaftsdünger) zur Erzeugung verwendet werden.

Auch über die Quotenerfüllung hinaus werden Mengen nachgefragt, wenn dies für die Anwender wirtschaftlich vorteilhaft ist, umweltfreundliche Transportformen gesucht werden oder es der Lösung anderer Problemstellungen dient, wie z. B. der Feinstaubbelastung in Innenstädten.

2.9 Biogas im zukünftigen Energiesystem

Eine Energieversorgung ohne fossile und atomare Energieträger basiert auf zwei Säulen: der Senkung des Nutzenergieverbrauchs um etwa 50 % und der Deckung des verbleibenden Bedarfs durch erneuerbare Energieträger. Strombasierte Energieträger werden dabei den höchsten Anteil haben – auf der Erzeugungsseite bedeutet dies den Ausbau von Solar- und Windstromkapazitäten, auf der Übertragungsebene den Ausbau des Leitungsnetzes und die Schaffung von Speicherkapazitäten und auf der Verbrauchsseite einen hohen Anteil von Elektromobilität und Wärmepumpenheizanlagen. Da letztere nur in energetisch hochwertigen Gebäuden sinnvoll einzusetzen sind, führen die Entwicklungsziele hier wieder zusammen.

Die Bioenergie stärkt als regelbarer Energieträger den Stromsektor durch Abdeckung von Lastspitzen und die Abdeckung von erzeugungsschwachen Zeiträumen bei Wind- und Solaranlagen. Die extern verbrauchte Wärme von Biogasanlagen macht in Niedersachsen 26 % der aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Wärme aus (siehe Kap. 2.6). Außerdem kommt hier die Eigenschaft der Erzeugung von höheren Temperaturen zum Tragen. Dies betrifft sowohl Gebäude, deren energetische Sanierung noch aussteht oder die sich nicht ausreichend sanieren lassen, als auch auf industrielle Prozesse. Hier werden Festbrennstoffe und gasförmige Bioenergie-träger idealerweise in KWK-Anlagen eingesetzt. Über Wärmenetze können mehrere erneuerbare Energieträger kombiniert und langfristig ausgetauscht

werden. Im Verkehrssektor können flüssige und gasförmige Biokraftstoffe den Schwerlastverkehr sowie den Schiffs- und Flugverkehr unterstützen; Anwendungen, die nur sehr schwer zu elektrifizieren sind.

Das Bioenergiepotenzial bietet im Gegensatz zu Strom Optionen für alle Sektoren, ist jedoch nicht ausreichend, um alle genannten Einsatzbereiche vollständig abzudecken. Bioenergie muss und kann daher durch Sekundärenergieträger wie Wasserstoff oder synthetisches Methan ergänzt werden, die jedoch mit Umwandlungs- und Speicherverlusten verbunden sind.

Damit Biogas einen noch größeren Anteil an der Energiewende leisten kann, ist vor allem eine Senkung des Energieverbrauchs ebenso erforderlich wie auch die Steigerung der Nutzungseffizienz. Dies betrifft vor allem die weitere Steigerung der KWK-Quote bei den verstromenden Anlagen als auch den Einsatz im Verkehrssektor.

3N hat im Projekt BISON die Transformation der Energieversorgung in der Energieregion Hümmling untersucht. Gemeinsam mit der Technischen Universität Clausthal und der HAWK Hochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen wurde ein Szenario entwickelt, dessen Eckdaten in Abb. 16 dargestellt sind. Im Vergleich zum Basisjahr 2018 wird im Zieljahr (hier 2050) ein um 43 % verringerter Bedarf fast vollständig aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt, die innerhalb der Region erzeugt werden. Biomasse leistet über alle Nutzungsformen einen Beitrag von 15 %, er wird zu 79 % aus Biogas und zu 21 % aus Holz gebildet – zu 29 % in Form von Strom, zu 47 % als Wärme und zu 25 % als Kraftstoff.

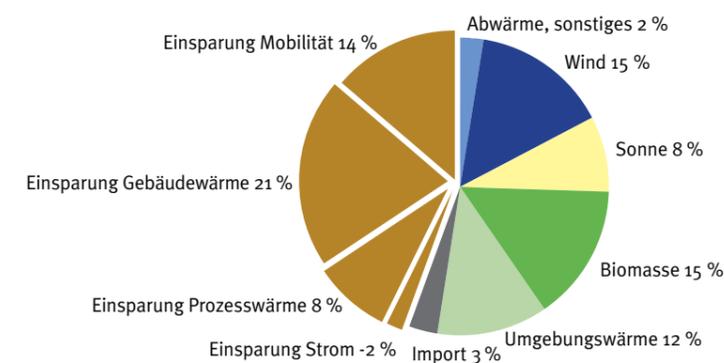


Abb. 16 Deckung des Energieverbrauchs der Energieregion Hümmling im Jahr 2050 im Vergleich zu 2018⁵

⁵ Biomasse-Integration zur Systemoptimierung in der Energieregion Hümmling mit ganzheitlichem, sektorübergreifendem Ansatz, 3N e.V., gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Werlre 2021

3 Entwicklung der eingesetzten Substrate

Um die Bemessungsleistung der 1.676 Biogasanlagen zu erzeugen, wurden 2021 rund 22,9 Mio. t Inputsubstrate benötigt.

Davon sind rund 13,1 Mio. t pflanzliche Substrate, die etwa 82 % der Energie liefern. Neben der Anbau-biomasse von Acker- und Grünlandflächen sind dies pflanzliche Nebenprodukte und Futterreste. In den Biogasanlagen werden mittlerweile rund 8,7 Mio. t (2018: 8,2 Mio. t) Wirtschaftsdünger wie Gülle, Festmiste und Gärreste eingesetzt, die im Rahmen der Wirtschaftsdünger-Verbringungsverordnung durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen erfasst werden⁶. Hierdurch konnten rund 13 % der gesamten Bemessungsleistung bereitgestellt werden, was gegenüber 2018 einer Steigerungsrate von rund 7 % entspricht.

Gärsubstrat-Input 2021	Stoffstrom-mengen (Mio. t)	Anteil an elektrischer Leistung (%)	CO ₂ -Vermeidung (Mio. t)
Landwirtschaftl. Reststoffe wie Gülle und Festmist, Gärreste	8,7	13,0	0,8
Energiepflanzen sowie pflanzliche Nebenprodukte	13,1	82,4	2,5
Bioabfälle (Fette, Flotate und organische Abfälle)	1,1	4,7	0,2
Gesamt	22,9	100	3,5

Tab. 1 Einsatzstoffe niedersächsischer Biogasanlagen



Weitere 1,1 Mio. t Bioabfälle und tierische Nebenprodukte (ohne Wirtschaftsdünger) werden in den Koferment-Biogasanlagen verwertet.

Somit waren 2021 etwa 43 % der Inputsubstrate in niedersächsischen Biogasanlagen Nebenprodukte und Reststoffe, mit einem Anteil an der elektrischen Bemessungsleistung von zusammen 18 %. Verglichen mit der gesamten CO₂-Vermeidung durch Biogasanlagen beträgt der Anteil dieser beiden Substratgruppen etwa 29 %.

Der geringe Bereitstellungsaufwand für die Rest- und Abfallstoffe sowie die Vermeidung von Methanemissionen bei der Behandlung von Wirtschaftsdünger durch die Biogasprozesse (vgl. Kapitel 4 Klimaschutz durch Biogas) führen zu der hohen Emissionsminderung.

Um die Substratmenge und den Flächenbedarf für Energiepflanzen für die NawaRo-Biogaserzeugung zu ermitteln, wird zunächst die durch Wirtschaftsdünger bereitgestellte Energiemenge vom energetischen Gesamtpotenzial der NawaRo-Anlagen subtrahiert. Das Gesamtpotenzial ergibt sich aus der Höchstbemessungsleistung und einer angenommenen Volllaststundenzahl der NawaRo-Anlagen von 8.000 Stunden. Die Differenz aus Wirtschaftsdüngerleistung und Gesamtpotenzial wird den Energiepflanzen zugeschlagen. Für die verschiedenen landwirtschaftlichen Regionen Niedersachsens lassen sich spezifische Energiepflanzenzusammensetzungen abschätzen. Deren Methanbildungspotenzial sowie die Berücksichtigung von elektrischem Wirkungsgrad und Energiegehalt von Methan ermöglichen wiederum eine Berechnung des Substrat- und Flächenbedarfs der NawaRo-Anlagen.

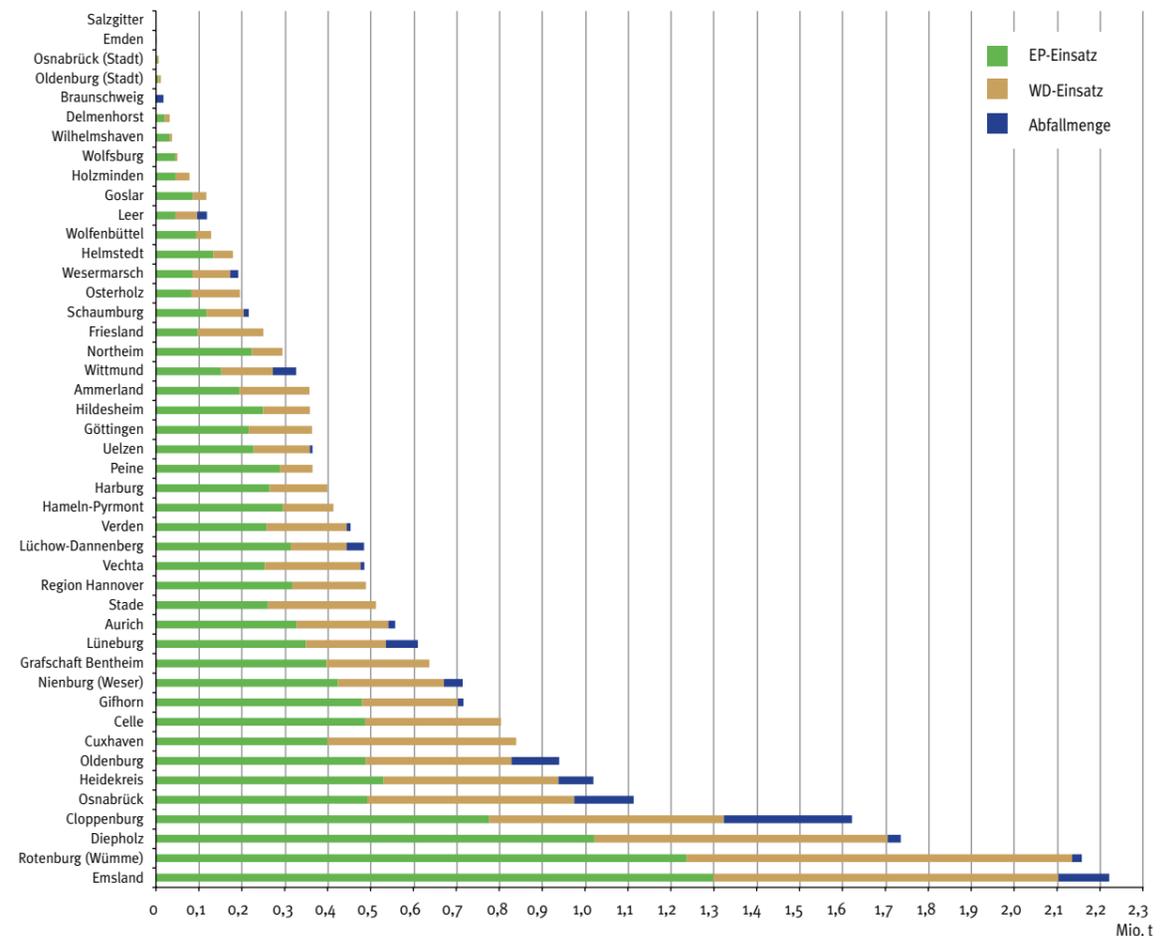


Abb. 17 Eingesetzte Substrate in niedersächsischen Biogasanlagen nach Landkreisen, 2021

In den niedersächsischen Landkreisen unterscheiden sich die Massen und die Verteilung der eingesetzten Substrate in Biogasanlagen unverändert deutlich (vgl. Abb. 17). Im Landkreis Emsland wurden im Jahr 2021 800.000 t Wirtschaftsdünger energetisch genutzt, was einem Anteil von 36 % der eingesetzten Gesamtsubstratmasse von 2,2 Mio. t entspricht. In den Landkreisen Rotenburg, Diepholz und Cloppenburg setzen Biogasanlagen zwischen 550.000 und 900.000 t Wirtschaftsdünger ein. Das entspricht 34 bis 42 Massenprozent bezogen auf die Einsatzstoffe. Prozentual betrachtet wird in den Landkreisen Friesland (61 %), Osterholz (58 %) und Cuxhaven (52 %) der größte Anteil Wirtschaftsdünger am Substrat-Input zur Energiegewinnung genutzt. Jedoch sind die hier verwendeten absoluten Mengen geringer.

Die Bioabfallmenge, die in Niedersachsen in Biogasanlagen eingesetzt wird, betrug 2021 ca. 1,1 Mio. t, davon entfallen rund 300.000 t auf den Landkreis Cloppenburg, 138.000 t auf den Landkreis Osnabrück und 119.000 t auf den Landkreis Emsland.

⁶ Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2020/2021, LWK Niedersachsen 2022

3.1 Energiepflanzenanbau

3.1.1 Flächenbedarf und regionale Schwerpunkte

Ein wesentliches Ziel, um Biogasanlagen zukunftsfähig weiter zu entwickeln, ist die Veränderung der Inputsubstrate. Dabei gilt es, den Energiepflanzenanbau anteilig zu reduzieren, zu diversifizieren und den Anteil an Reststoffen und Wirtschaftsdünger zu erhöhen.

Im Vergleichsjahr 2021 wurden 13,1 Mio. t Energiepflanzen eingesetzt (Tab. 1). Der Energiepflanzen-substratbedarf hat sich damit gegenüber 2018 trotz leicht gestiegener Bemessungsleistung (+ 0,5 %) um 1,5 % reduziert. Dieses wird bedingt durch den zunehmenden Einsatz von Wirtschaftsdünger im Substratmix als auch durch den Einsatz von Nebenprodukten und Futterresten, den Anbau im Zweikultursystem und die Nutzung von Zwischenfrüchten sowie die Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrades der BHKW.

Niedersachsen verfügt über 2,6 Mio. ha LF, davon werden etwa 2/3 (rd. 1,9 Mio. ha) als Ackerland (AF) und rd. 0,7 Mio. ha als Grünland bewirtschaftet. Der Flächenbedarf für den Energiepflanzenanbau ergibt sich über den Substratbedarf an Energiepflanzen sowie durch das regional typische Ertragsniveau der Kulturarten. Die Basis für die Frischmasseerträge bilden Standardwerte nach KTBL (2018).

Liegen aktuellere oder regional typische Werte aus Veröffentlichungen vor, z. B. zum Ertrag von Wildpflanzen, Durchwachsener Silphie oder Biogaserüben, werden diese angesetzt. Der Energiepflanzenanbau für Biogas nimmt in Niedersachsen mit 283.000 ha rund 10,8 % der LF ein, davon sind 267.000 ha Ackerkulturen und rund 16.000 ha Grünland.

Bei den Ackerkulturen stellt der Maisanbau aufgrund seiner hohen Leistungsfähigkeit mit 223.000 ha weiterhin den Hauptanteil (83,5 %). Andere Energiepflanzen (44.000 ha), vorrangig Getreideganzpflanzen/GPS und Zuckerrüben, aber auch Ackergras, Blühpflanzen, Durchwachsene Silphie, Szarvasi (Riesenweizengras), Mischkulturen, Sonnenblumen, Sida und der Einsatz von Getreidekorn gehören in vielen Betrieben zum festen Bestandteil im Substratmix. Die Zuckerrübe ist mittlerweile ökonomisch und verarbeitungstechnisch dem Mais gleichwertig und ist als hochwertiger Energieträger etabliert. Hemmend für eine Ausweitung des Einsatzes ist die in vielen Betrieben begrenzende Lagerraumkapazität für Gärreste. Einzelbetrieblich wird der geringere Trockensubstanz (TS)-Gehalt der Zuckerrübe durch Einsatz von TS-reichen Inputstoffen (Stroh, CCM, Mist) ausgeglichen.

Etabliert ist seit langem der Anbau von Ganzpflanzensilage (Grünroggen) im Zweikultursystem als Vorfrucht u. a. zu Silomais. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Vorkulturen oder Zwischenfrüchte kein

zusätzlicher eigener Flächenbedarf besteht. Vorrangig Biogasanlagen in der Grünlandregion, dieses sind rund ein Viertel der niedersächsischen Biogasanlagen, nutzen überwiegend späte Grünlandaufwüchse zur Biogasgewinnung. Hier bietet auch der Einsatz von Futterresten (Mais- und Grassilage) hohe Synergien und optimiert die Flächeneffizienz.

Der Flächenbedarf zur Rohstoffversorgung einer mit nachwachsenden Rohstoffen betriebenen Biogasanlage mit einer Leistung von 500 kW_{el} variiert je nach Ertragspotenzial des Standorts, eingesetztem Substratmix und Effizienz der Anlage von 150 bis 230 ha. Bei einem mittleren Flächenbedarf von 0,32 ha pro kW_{el} Bemessungsleistung wurden vom NawaRo-Anlagenbestand 2021 im Landesdurchschnitt 10,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche als Substratgrundlage für die Biogaserzeugung benötigt.

In Niedersachsen zeigen sich, wie zuvor beschrieben, jedoch deutliche regionale Unterschiede hinsichtlich der Anlagendichte und Bemessungsleistung pro Hektar LF der NawaRo-Anlagen (vgl. hierzu Kap. 2.1 und 2.5). Diese steht in direktem Bezug zu den regional benötigten Energiepflanzenflächen. Nur im Landkreis Rotenburg und in Wilhelmshaven liegt der Flächenanteil der Biogaskulturen an der LF über 20 %.

In weiteren 14 Landkreisen werden zwischen 11 % und 19 % der landwirtschaftlichen Flächen für die Erzeugung der Energiepflanzen benötigt. Durch einen höheren Anteil WD im Substratmix nahm der Flächenbedarf im Vergleich zur letzten Erhebung in einigen Landkreisen ab (u. a. Harburg und Friesland). In den übrigen niedersächsischen Landkreisen wird auf weniger als 10,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Biomasse für Biogasanlagen erzeugt.

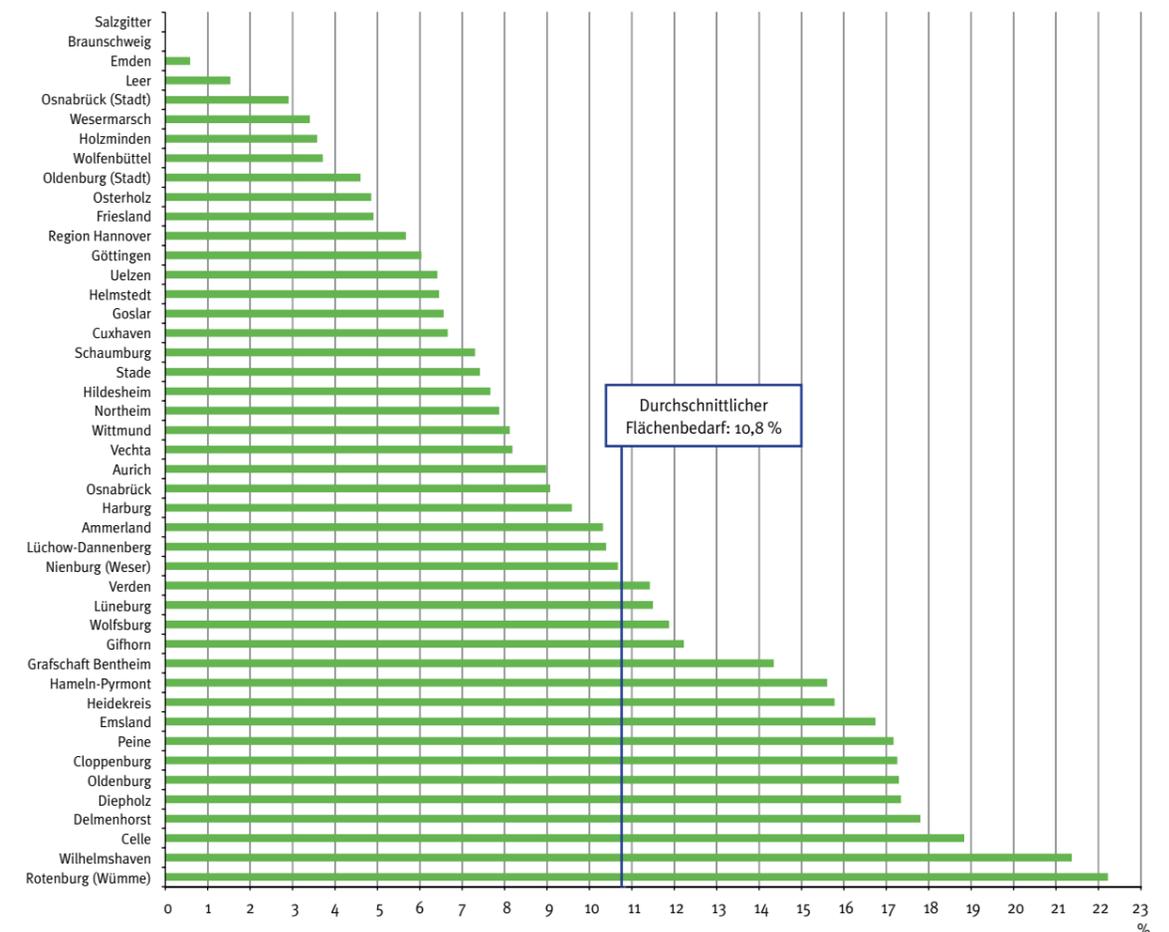


Abb. 18 Energiepflanzenanbau für Biogaserzeugung in % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), 2021



Zuckerrüben als hochenergiereiches Biogassubstrat haben sich durch gute Ertragsleistungen und verbesserte Aufbereitungsverfahren seit rund zehn Jahren in der Praxis etabliert. Die Wirtschaftlichkeit der Prozesskette »Biogasrübe« gegenüber Mais ist mittlerweile gegeben. Energierüben werden in Niedersachsen als erntefrische oder silierte Rübe, als Mischsilage mit Mais aber vorwiegend auch als eingelagertes Rübenmus aus Erdbecken oder Hochsilos zur Biogasproduktion eingesetzt. In verschiedenen Verbundprojekten (u. a. Interreg Groen-Gas / Biogasrübe/ circular BIOmass CASCade to 100%) wurden diverse verfahrenstechnische Fragen zur Lagerung (Erdbecken, Hochsilo) und zum Einsatz als Substrat bearbeitet und optimiert (weitere Informationen unter: www.3-n.info). Zuckerrüben werden von zahlreichen Biogasanlagen auch eingesetzt, um die Prozessbiologie zu optimieren und um die schnelle Verfügbarkeit der Biomasse zur gezielteren Gasproduktion (Flexibilisierung) zu nutzen. Gleichzeitig wird die Rühr- und Pumpfähigkeit der Substrate erheblich verbessert. Biogasrüben werden im Spätherbst und bei direkter Zufütterung auch bis in den März hinein geerntet. Damit erfolgt eine optimale Ausnutzung der Vegetationszeit, was zu hohen Erträgen (80 t FM/ha), aber auch zu einer langen Bodenbedeckung und sehr geringen Restnitratgehalten im Boden nach der Ernte führt. Dieses ist besonders für Wasserschutzgebiete von hohem Wert. Gerade in Regionen mit hohen Maisanteilen konnte sich die Biogasrübe etablieren und trägt zur



Erweiterung der Fruchtfolge bei. Im Emsland und in der Grafschaft Bentheim hat sich im Zeitraum 2010 bis 2021 der Biogasrübenanbau auf rund 3.000 ha steigern können. Der geringere TS-Gehalt limitiert jedoch für Betriebe mit begrenztem Gärrestlagerraum, aufgrund der nach der Düngerverordnung (DüV) auf neun Monate gestiegenen Lagerzeitverpflichtung, vielfach den Einsatz.

In nach wie vor geringem Umfang auf rund 2.150 ha werden alternative Energiepflanzen wie mehrjährige Wildpflanzen, Hirsearten, Durchwachsene Silphie, Sudangras, Chinaschilf, Riesenweizengras oder Sida hermaphrodita, eine mehrjährige Malvenart, angebaut. Auf einen Bestand von 567 ha ist besonders auf leichten, trockenheitsgefährdeten Standorten der Anbau von Hirsearten angestiegen (2018: 455 ha).

3.2 Biodiversität und Wildschutz

In Gebieten mit hohem Maisanbau haben sich das Landschaftsbild und die Artenvielfalt verändert. Diese Auswirkungen führen zu Akzeptanzproblemen und erfordern Nutzungskonzepte, die auch die Anforderung von Klima-, Natur- und Artenschutz sowie des Tourismus und der Landschaftsentwicklung berücksichtigen. Der Anbauumfang der »neuen« mehrjährigen Biogaskulturen liegt weiterhin auf einem niedrigen Niveau, wobei der Anbau der Durchwachsenen Silphie mit 428 ha (GAP 2022) und von Wildpflanzen mit 417 ha (GAP 2022 ha) leicht gegenüber den Vorjahren zunimmt.

Durchwachsene Silphie ist zur Biogasproduktion gut geeignet und wird als Dauerkultur besonders zur ökologischen Aufwertung von Fruchtfolgen und zur Erosionsminderung auf gefährdeten Flächen geschätzt. Durch den langen Blühzeitraum von Ende Juni bis Ende September bietet die Kultur zudem eine reiche Nährstoffquelle für Insekten und Bienen. Die Methanertragsleistung ist eng korreliert mit dem optimalen Erntetermin, der im Zeitraum Anfang bis Mitte September liegt. Als Trockenmasseertrag weisen die Versuchsergebnisse verschiedener Institute je nach Standort zwischen 12 und 25 t TS/ha aus. Durch die mittlerweile etablierte Drillsaat mit speziell vorbehandeltem Saatgut konnten die Anbaukosten deutlich gesenkt werden, sodass die Durchwachsene Silphie auch an wirtschaftlicher Konkurrenzfähigkeit gewonnen hat.



Der Anbau von mehrjährigen Wildpflanzen zur Energiegewinnung als Alternative zu Mais bietet einen gleichzeitigen Mehrwert für Umwelt, Klimaschutz und Landwirtschaft. Das belegen die Ergebnisse der Forschungsprojekte »Energie aus Wildpflanzen« (2013-2016) und »Monitoring zur Nährstofffixierung durch mehrjährige Wildpflanzen auf Praxisflächen in Niedersachsen« (2017-2019) – initiiert und durchgeführt von der Landesjägerschaft Niedersachsen e.V. (LJN) und 3N – eindeutig. Mit ihren unterschiedlichen Blühzeitpunkten bieten mehrjährige Wildpflanzenbestände fast während der gesamten Vegetationsperiode Insekten, Bienen, Feldvögeln und anderen Wildtieren ein Nahrungsangebot sowie einen ganzjährigen Lebens- und Rückzugsraum.



Die ganzjährige Begrünung sowie die tiefgründige Durchwurzelung verhindern Bodenerosion und Nitratausträge in das Grundwasser. Weitere Vorzüge können über die Bewertung der Fruchtfolgeleistung und den Humusaufbau festgestellt werden. Die Projektergebnisse bildeten 2021 die Grundlage für die Förderung des mehrjährigen Wildpflanzenanbaus im Rahmen einer Richtlinie.

Niedersachsen setzte damit als erstes Bundesland auf den innovativen Ansatz und 2021 wurden laut GAP unter der Codierung 049 417 ha Blümmischung für Biogas erfasst. Darüber hinaus sind durch weitere Förderungen 1.500 ha laut GAP Codierung 050 (Mischkulturen mit Saatgutmischungen) mehrjährige Wildpflanzenflächen angelegt, die zum Teil auch energetisch verwertet werden. In der aktuellen GAP-Förderperiode wird die Förderung als Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) AN (Ackernutzung) 1 Anbau mehrjähriger Wildpflanzen mit einer Flächenprämie von 685 €/ha (konventionell) und 927 €/ha (ökologisch) fortgeführt. Die einzusetzende Saatgutmischung ist innerhalb der Maßnahme vorgeschrieben und es besteht eine Ernteverpflichtung.

Weitere Informationen unter www.wildpflanzen-niedersachsen.de.



Bei einigen Energiepflanzen besonders Grünroggen oder frühen Grasaufwüchsen kann das Erntefenster in sensible Brut- und Setzzeiten heimischer Wildtierarten fallen und damit Wildtierarten gefährden. Präventivmaßnahmen, wie das Vergrämen durch Anbringen von Hilfsmitteln, wie Knistertüten (Müllbeutel, Flatterbänder) oder der Einsatz von Drohnen zur Wildtiererkennung, haben sich als erfolgreich erwiesen. Zudem empfiehlt sich das Absuchen der Flächen mit einem geeigneten Jagdhund, besonders in dem vom Wild häufig frequentierten Saumbereich von Acker- und Grünlandschlägen. Während der Mahd sollte das Mähverfahren so gewählt werden, dass in der Fläche verbliebene Tiere Möglichkeit zur Flucht haben (von innen nach außen mähen).

Rettung in letzter Minute:

Die Mahd von innen nach außen ermöglicht den noch im Feld befindlichen Tieren die Flucht – über bereits gemähte Schwad flüchten sie indes nur sehr selten.

3.3 Wirtschaftsdünger

Vom Gesamtinput an Biogassubstraten entfallen rund 40 % auf Wirtschaftsdünger, wodurch etwa 19 % des vorhandenen Wirtschaftsdüngerpotenzials in Höhe von 44,9 Mio. t energetisch genutzt wird. 2021 wurden rund 240.000 t Gärreste in Biogasanlagen zur Substratergänzung verwendet (2018: 150.000 t). Abb. 21 zeigt den in Biogasanlagen eingesetzten und den nicht genutzten Wirtschaftsdünger nach Landkreisen.

Mehr als zwei Drittel aller niedersächsischen Biogasanlagen setzen mittlerweile Wirtschaftsdünger ein. Ein deutlicher Anstieg des Einsatzes von Gülle, Mist, Hühnerkot und Gärresten ist ab 2005 zu verzeichnen und steht in direktem Zusammenhang mit der Einführung des NawaRo-Bonus im EEG 2004. Ihre Verwendung ist parallel zum Einsatz von Energiepflanzen angestiegen. Dies zeigt den direkten verfahrenstechnischen Zusammenhang zwischen den Stoffen.

Den größten Schub erhielt die Nutzung der Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen durch den Güllebonus des EEG 2009. Durch die Koppelung des Güllebonus an den sogenannten NawaRo-Bonus ist der Maisanbau insbesondere in den Veredelungsregionen stark ausgedehnt worden. Diese Fehlentwicklungen finden sich als Korrektur in den nachfolgenden Novellierungen des EEG wieder.

Der Einsatz von Gülle, Mist und anderem Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen reduziert den Anteil an Anbaubiomasse im Substratmix und bietet weitere Synergien für die Betriebe, unter anderem durch die Reduzierung von Emissionen, Geruchsbelastungen bei der Ausbringung, hygienische Vorteile sowie eine gezieltere Nährstoffverfügbarkeit.

Wird Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen in Ackerbauregionen eingesetzt, trägt dieser zum Nährstoffexport aus der Veredelungsregion und zu einer nachhaltigen Nährstoffnutzung von Stickstoff und Phosphor bei.

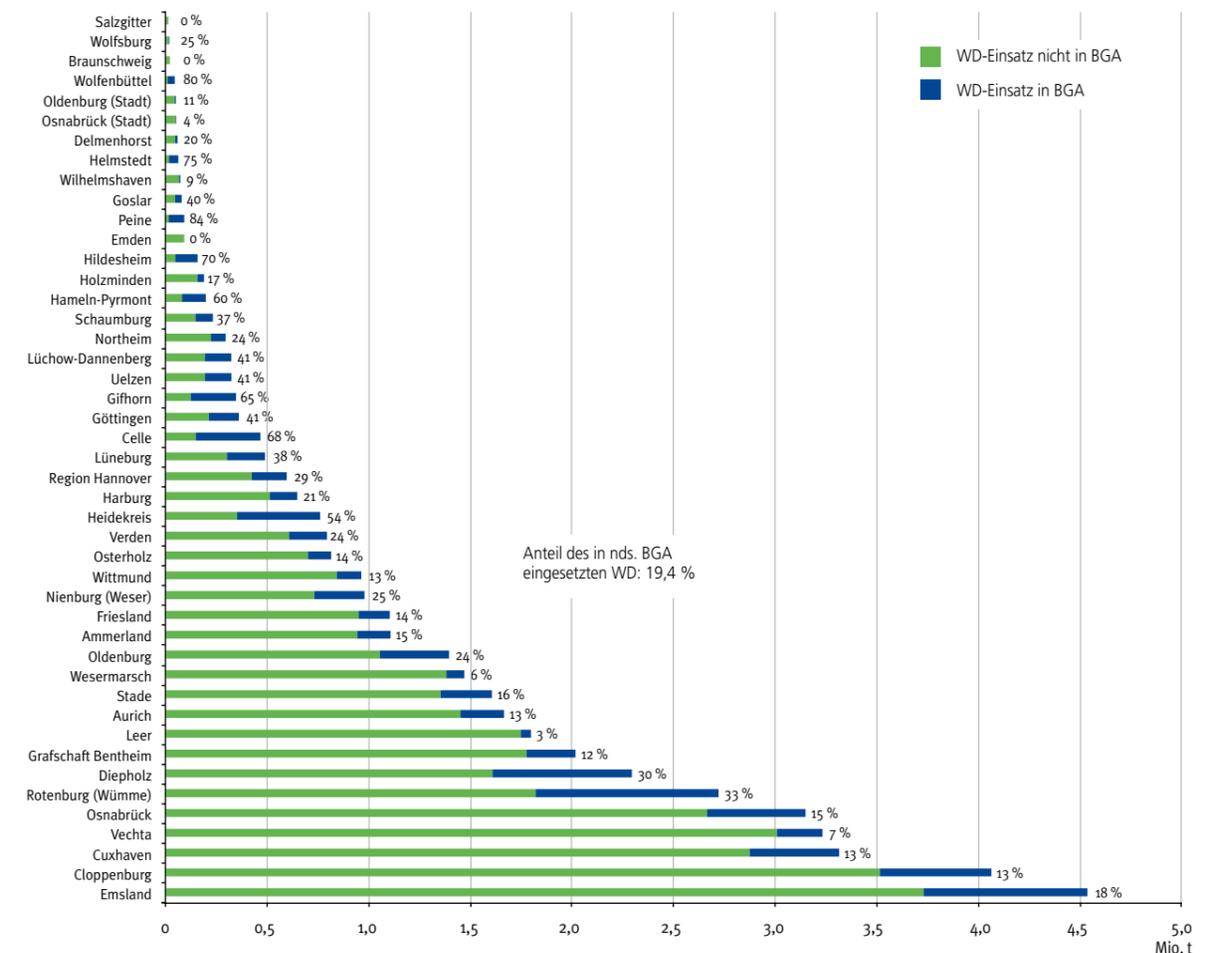


Abb. 21 Wirtschaftsdüngeranfall gesamt und Einsatz in Biogasanlagen, 2021



Abb. 22 Entwicklung der Wirtschaftsdüngernutzung in BGA

Der Anteil des anfallenden Wirtschaftsdüngers bezogen auf Frischmasse (FM), der in niedersächsischen Biogasanlagen eingesetzt wurde, ist im betrachteten Zeitraum von 2013 bis 2021 von 11,7 % auf 19,4 % deutlich angestiegen, wobei der Wirtschaftsdüngeranfall aufgrund der sinkenden Tierzahlen in den letzten Jahren um 6 % zurückging.

Durch den hohen Viehbestand in der Veredelungs- sowie Milchviehregion Niedersachsens ist hier ein besonders hoher Anfall von Wirtschaftsdünger festzustellen. Von den hier insgesamt angefallenen 37,4 Mio. t Wirtschaftsdünger werden 3,3 Mio. t innerhalb der Veredelungsregion und 2,4 Mio. t innerhalb der Milchviehregion als Substrat für Biogasanlagen eingesetzt. In den Ackerbauregionen sind es 2,2 Mio. t, die direkt regional verwertet werden. Der Gesamtanfall an Wirtschaftsdünger in den Ackerbauregionen beträgt hier 7,4 Mio. t.

In Abb. 23 ist die Gesamtmenge an Wirtschaftsdünger, die in Biogasanlagen eingesetzt wird, anteilig nach verbrachten Mengen dargestellt. Der größte Massenstrom über eine Regionsgrenze hinaus ist von der Veredelungs- in die Ackerbauregionen zu beobachten (6,1 %). Danach folgt die Verbringung aus der Veredelungs- in die Milchviehregion mit 1,1 %.

Diese Tatsache verdeutlicht den Handlungsdruck, der durch die Nährstoffüberschüsse in der Veredelungsregion herrscht. Die übrigen Verbringungen von Wirtschaftsdünger als Biogassubstrat über die Regionsgrenzen hinaus betragen hingegen nur ca. 1,3 % (Ackerbau in sonstige Regionen: 0,3 %; Milchvieh in sonstige Regionen: 1,0 %). Von den insgesamt 8,7 Mio. t in niedersächsischen Biogasanlagen eingesetzten Wirtschaftsdünger stammen rund 142.000 t aus anderen Bundesländern oder den Niederlanden.

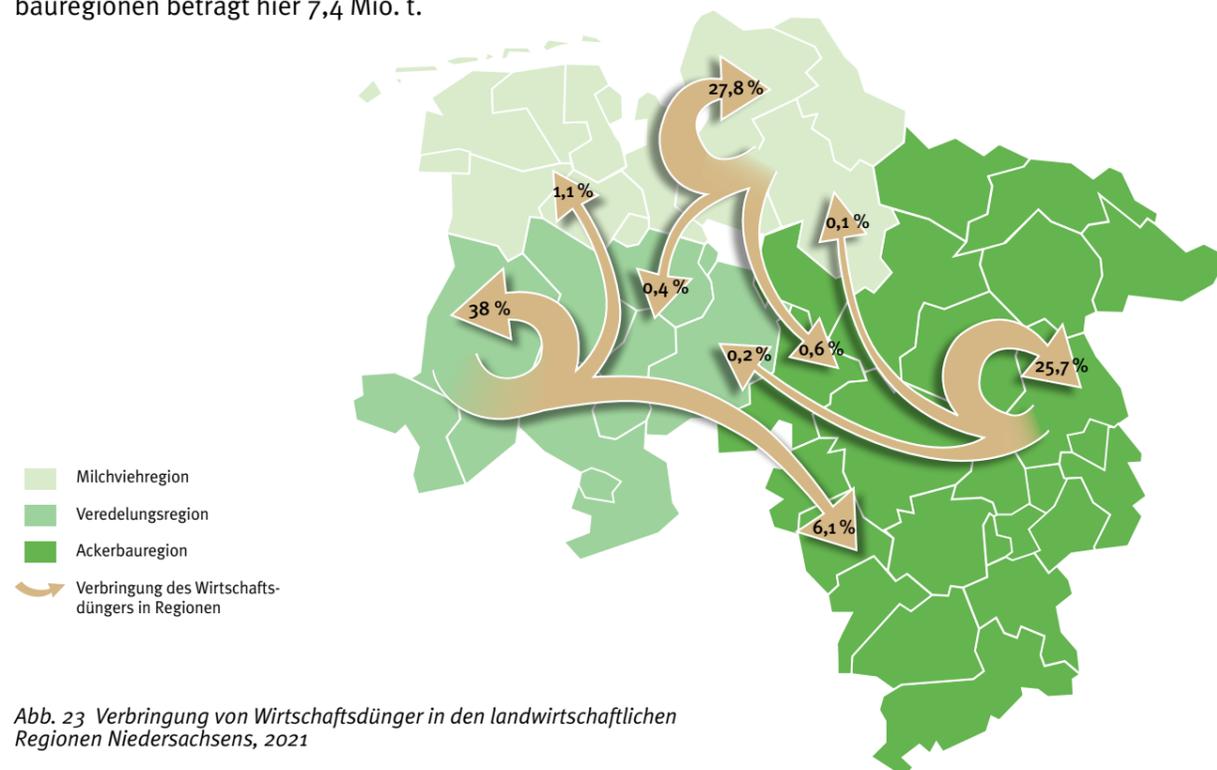


Abb. 23 Verbringung von Wirtschaftsdünger in den landwirtschaftlichen Regionen Niedersachsens, 2021

3.4 Systemdienstleistung Biogas – Nährstoffkreisläufe schließen

Insbesondere in den als rote Gebiete ausgewiesenen viehstarken Landkreisen haben Nährstoffüberschüsse aus Gülle und Gärresten eine hohe Bedeutung. Sowohl die Anzahl der Landkreise mit Stickstoff (N)-Überhängen als auch die Anzahl der Landkreise mit Grenzwertüberschreitungen für Phosphat (P₂O₅) hat geringfügig abgenommen, liegt aber in beiden Fällen weiterhin über zehn Landkreisen. Den Landkreisen mit positiven Nährstoffsalden stehen viele Landkreise – insbesondere in den vieharmen Ackerbauregionen im südlichen und östlichen Niedersachsens – gegenüber, die einen Nährstoffbedarf aufweisen. Dieser wird mittels Mineraldünger gedeckt und die daraus resultierenden Überschüsse sind deutlich und müssen dringend korrigiert werden.

Der Einsatz von transportwürdigem Wirtschaftsdünger mit einem hohen Trockensubstanzgehalt in Biogasanlagen der Ackerbauregionen leistet einen wichtigen Beitrag zur Verteilung der P-Dünger aus Veredelungsregionen. Dadurch steht in den Ackerbauregionen ein nährstoffreicher Gärrest bzw. ein Produkt daraus zur Verfügung, welches den Einsatz von mineralischem Dünger reduzieren kann. Gezielt separierte bzw. aufbereitete Gärreste können hier mit ihrer besser steuerbaren Düngewirkung besonders punkten. Auf diesem Weg können Biogasanlagen eine wichtige Rolle im landesweiten Nährstoffmanagement übernehmen. Hierbei spielen die Nährstoffgehalte der Aufbereitungsprodukte und deren Qualitätssicherung sowie verfügbare Lagerkapazitäten und genehmigungsrechtliche Vorgaben in den Aufnahmeregionen eine entscheidende Rolle.

Dem folgend ist an Biogasanlagen eine klare Tendenz hin zu Separation und Trocknung erkennbar, da sich die gemeldeten Mengen an flüssigem Gärrest (195.000 t gegenüber 2019/2020) reduziert und sich die gemeldeten Mengen an Gärrestfeststoff (+130.000 t) deutlich erhöht haben. Auf der Inputseite ist eine ähnliche Tendenz zu verzeichnen: Die Menge flüssiger Gülle (-250.000 t gegenüber 2019/2020) nahm ab, die Mengen an festen Stoffen (+120.000 t) als Biogassubstrat nahm zu.⁸

Unter ökologischen Gesichtspunkten bietet der Einsatz von Wirtschaftsdünger aus viehdichten Regionen in Biogasanlagen in Ackerbauregionen zahlreiche Vorteile: Die Entstehung von Lachgasemissionen, Methanemissionen und CO₂-Emissionen durch die offene Lagerung von Wirtschaftsdünger werden durch den gasdichten Fermentationsprozess in der Biogasanlage stark vermindert. Zudem können ein Teil der unter großem Energieeinsatz herzustellenden mineralischen Düngemittel substituiert werden. Diese ökologischen Vorteile überkompensieren deutlich die Emissionen klimarelevanter Gase, die durch den Transport entstehen. Zudem wird der »Tank oder Teller«-Konflikt durch die Substitution von Energiepflanzen durch verfügbaren Wirtschaftsdünger entschärft. Der Einsatz von Wirtschaftsdünger ist oft aber auch ökonomisch attraktiv, da dieser ein größtenteils preiswertes Gärsubstrat darstellt und der Aufwand für den Nährstofftransport – sofern notwendig – durch die Erzeugung von Strom und Wärme kompensiert wird.⁹

In aktuellen Projekten auf Bundesebene und darüber hinaus werden diverse Versuche zur Aufbereitung und Anwendung von Wirtschaftsdünger durchgeführt, um eine bessere Steuerbarkeit der Düngewirkung zu erzielen. Dies ist eine Voraussetzung, damit die Substitution der energieintensiv erzeugten N-Mineraldünger und importierten Phosphordünger durch Gülle, Festmist und Gärreste noch flächendeckender geschehen kann. Unter Klimaschutzgesichtspunkten ist dies dringend geboten und eine Selbstversorgung scheint in den Zeiten von geopolitischen Verwerfungen immer wertvoller zu werden.



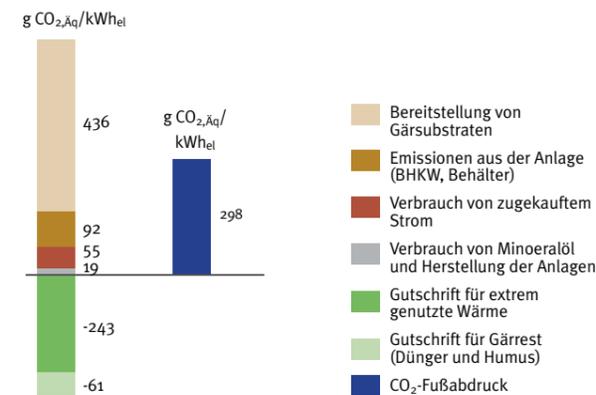
⁸ Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2020/2021, LWK Niedersachsen 2022

⁹ Aufzeigen von Möglichkeiten zum Mehreinsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen im Landkreis Rotenburg (Wümme), Landkreis Rotenburg (Wümme) 2021

4 Klimaschutz durch Biogas

Das Hauptziel für die Förderung von Biogasanlagen besteht darin, fossile Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas) durch klimafreundlich erzeugtes Biogas zu ersetzen. Um diesen Zweck bestmöglich zu erfüllen, sollten Biogasanlagenbetreiber ihre Klimabilanz kennen. Hierzu sind verschiedene Modelle verfügbar, die eine Berechnung der Klimagasbilanz auf Basis von Betriebsdaten und Kennwerten ermöglichen. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen hat auf der Grundlage eines bundesweit abgestimmten Standards ein praktikables EDV-Programm entwickelt. Das Rechenwerkzeug zeigt die bisherige Klimabilanz der Biogasanlage auf. Zusätzlich wird die Wirkung möglicher Verbesserungsmaßnahmen auf die Treibhausgasemissionen und auf die Wirtschaftlichkeit ausgewiesen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bereitstellung von Strom aus klimaschonend betriebenen Biogasanlagen ca. 80 % weniger Treibhausgasemissionen aufweist als die Bereitstellung mittels fossilem Kraftwerkspark. Die Substratbereitstellung ist der größte Treibhausgasposten bei der Biogaserzeugung. Neben einer hohen Gasausbeute kommt der emissionsarmen Erzeugung des Substrats (effiziente Stick-

stoffdüngung; Vermeidung von Humuskohlenstoffabbau durch u. a. Anbau von Zwischenfrüchten oder Untersaaten) eine besondere Bedeutung zu. Der Einsatz von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen macht sie zu echten Klimaschutzanlagen. Der besondere Vorteil der Wirtschaftsdüngervergärung in einer Biogasanlage ergibt sich durch die Treibhausgasemissionen im Viehhaltungsbetrieb. Ein Milchviehbetrieb mit 100 Kühen vermeidet jährlich 100 t Treibhausgas, wenn er die Gülle möglichst innerhalb weniger Tage in eine Biogasanlage überführt. Aus der Vorgrube, dem Fermenter, dem BHKW und dem Gärrestlager entweichen Treibhausgase, welche sich durch regelmäßige Leckageprüfungen und gutes Speichermanagement minimieren lassen. Die gasdichte Gärrestlagerung gehört bei größeren Anlagen inzwischen zum Standard. Sie verringert die Gasverluste, ermöglicht die Restgasnutzung und verbessert die Düngewirksamkeit des Gärrestes durch geringere Ammoniakverluste. Für die externe Nutzung der im BHKW anfallenden Wärme als Ersatz für die Verbrennung von Heizöl oder Erdgas wird eine Gutschrift angerechnet, durch welche sich die Klimabilanz der Biogasanlage weiter verbessert.



Die Grafik zeigt die Treibhausgasemissionen in g CO₂-Äquivalenten je kWh-Stromerzeugung. In der linken Säule sind die einzelnen Treibhausgasquellen und Gutschriften dargestellt. Rechts daneben ist der CO₂-Fußabdruck als Differenz aus den Treibhausgasquellen und Gutschriften ausgewiesen. Daten zur Biogasanlage: 4,2 Mio. kWh Stromerzeugung/Jahr, 1 Mio. kWh externe Wärmenutzung/Jahr, Substratmix: 80 % der TM aus Energiepflanzen, 20 % der TM aus Wirtschaftsdünger, gasdichtes Gärrestlager

Abb. 24 Ergebnisdarstellung der Klimagasbilanz für eine Biogasanlage mit 500 kW_{el} (Quelle: LWK Niedersachsen)

Berechnungen an Praxisanlagen

In einem Interreg-Projekt (circular BIOMass CAScade to 100%) wurde untersucht, welche Auswirkungen auf den CO₂-Fußabdruck einer Biogasanlage die Umstellung des Substratmixes hin zu mehr Wirtschaftsdünger hat.

Die betrachtete landwirtschaftliche Biogasanlage verfügt über eine Bemessungsleistung von 0,9 MW_{el} (2,5 MW_{el} installiert) und versorgt neben den eigenen Betriebs- und Wohngebäuden an weiteren Standorten öffentliche Einrichtungen mit Wärme aus den BHKW. Im Rahmen der Umstellung wurde zum einen der Anteil flüssiger Gülle erhöht, aber zum anderen auch Rindergüllefeststoff eingesetzt. Zur Bereitstellung des Feststoffs wurde ein mobiler Separator angeschafft, der die rohe Rindergülle direkt am viehhaltenden Betrieb in zwei Phasen auftrennt. Der Feststoff geht in die Biogasanlage, das Filtrat verbleibt am viehhaltenden Betrieb.

Abb. 25 stellt den CO₂-Fußabdruck für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Biogasstrom vor und nach der Substratumstellung gegenüber. Aufgrund der Reduzierung des Maisanteils und der gleichzeitigen Erhöhung des Wirtschaftsdüngeranteils haben sich die Nettoemissionen von 110 g CO_{2,Äq}/kWh_{el} auf -9 g CO_{2,Äq}/kWh_{el} reduziert. Die größten Unterschiede finden sich bei der Wirtschaftsdüngerbereitstellung und -behandlung. Das Treibhauspotenzial für die Wirtschaftsdüngerbereitstellung der Ausgangssituation beträgt nur

Steckbrief BGA	vorher	nachher
Strommenge	8 Mio. kWh _{el} /a	8 Mio. kWh _{el} /a
KWK-Wärmenutzung	37 %	37 %
Substrate		
Maissilage	13.000 t/a	10.600 t/a
Grassilage	750 t/a	
Zuckerrüben		790 t/a
Sauen-/Ferkelgülle	5.000 t/a	6.600 t/a
Mastschweinegülle	3.500 t/a	4.600 t/a
Kuh-/Färsengülle		190 t/a
Rindergülle-Feststoff		4.100 t/a
Gärrest	26.500 m ³ /a	35.000 m ³ /a
Anteil Reststoffe	38 Gew.-%	54 Gew.-%

Tab. 2 Steckbrief zur BGA vor und nach Substratumstellung

ReCiPe 2016 v1.1 Midpoint (H) - Climate change, default, excl biogenic carbon kg CO_{2,eq}/kWh_{el}

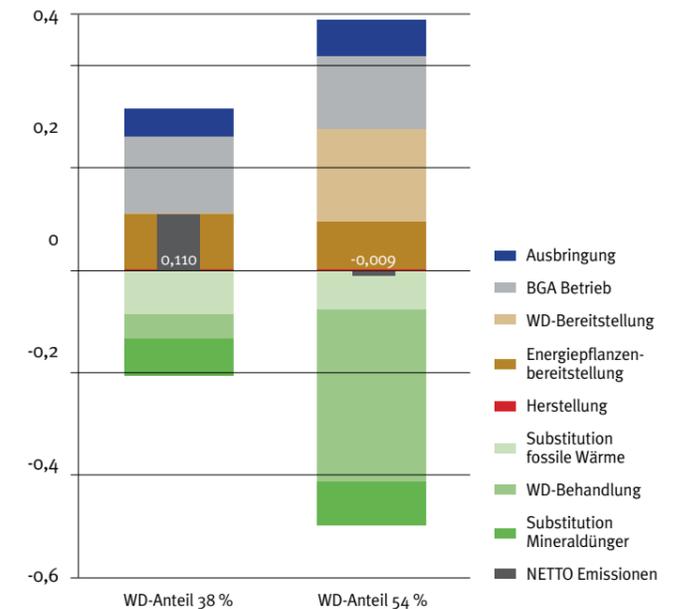


Abb. 25 Ergebnisdarstellung der Klimagasbilanz für eine Biogasanlage mit 1 MW_{el} vor und nach der Substratumstellung

0,2 g CO_{2,Äq}/kWh_{el} und ist im Diagramm daher nicht zusehen. Dies liegt insbesondere an der unberücksichtigten Vorkette von Wirtschaftsdünger, da dieser als Abfallstoff eingeht und zum anderen an der geringen Transportentfernung von nur 500 m im Vergleich zu der Distanz (10 km), die der Rindergüllefeststoff zurücklegen muss.

Nach der Umstellung hingegen hat das Treibhauspotenzial der Wirtschaftsdüngerbereitstellung einen deutlich höheren Einfluss. Grund hierfür ist die Berücksichtigung der Lagerung und Ausbringung des Rindergüllefiltrats. Da das Filtrat, das als zweite Phase nach der Separation am viehhaltenden Betrieb verbleibt, nicht in der Biogasanlage genutzt und gasdicht gelagert wird, muss dieses am Betrieb gelagert und anschließend ausgebracht werden. Aus dem Diagramm geht allerdings auch hervor, dass sich dieses Treibhauspotenzial über die Anrechnung von Gutschriften wieder relativiert. In der Säule »WD-Behandlung« ist das Treibhauspotenzial berücksichtigt, das alternativ von der rohen Rindergülle – bedingt durch Lagerung und Ausbringung – entstanden wäre. Einen verhältnismäßig großen Beitrag haben die »WD-Bereitstellung« und die »WD-Behandlung«, da für 1 t Feststoff 7,7 m³ Rohgülle aufbereitet werden müssen.

Die Unterschiede in der Prozessgruppe »Ausbringung« resultieren aus dem höheren Anteil an Wirtschaftsdünger, der notwendig ist, um 1 kWh Biogasstrom bereitzustellen. Zum einen ist der Aufwand der Transporte und der Feldarbeit höher, zum anderen entstehen durch die größere Menge an Stickstoffverbindungen höhere Lachgasemissionen. Auf der anderen Seite reduziert sich das Treibhauspotenzial für die Bereitstellung von Energiepflanzen, da deren Anteil sich zwar nicht wesentlich reduziert hat, jedoch Zuckerrüben statt Grassilage eingesetzt werden und das Treibhauspotenzial von Zuckerrüben ggü. Grassilage bezogen auf die Frischmasse etwas weniger als 50 % beträgt.

Es wird deutlich, dass für die betrachtete Biogasanlage die Umstellung der Inputstoffe hin zu einem höheren Anteil Reststoffe bezogen auf das Treibhausgaspotenzial vorteilhaft ist. Die Verringerung des Treibhauspotenzials beträgt ca. 120 g CO_{2,Äq}/kWh_{el}. Dabei wirken sich zum einen die vermiedenen Emissionen aus der Silomaisbereitstellung (-20 g CO_{2,Äq}/kWh_{el}) positiv auf das Treibhauspotenzial aus, einen noch größeren Einfluss (-110 g CO_{2,Äq}/kWh_{el}) weist jedoch die Vermeidung der Lageremissionen auf, die aus dem zusätzlichen Einsatz von Rindergüllefeststoff resultiert.

Die genannten Emissionsquellen finden sich nicht nur bei einer klassischen landwirtschaftlich betriebenen Biogasanlage, sondern auch bei Anlagen, die Abfälle als Substrat einsetzen. Der wesentliche Unterschied in der Klimagasbilanz liegt hier in der Substratbereitstellung, da keine Energiepflanzen angebaut werden müssen und sich der Aufwand für die Abfallbereitstellung auf den Transport beschränkt. Dies hat nicht nur ökologische Vorteile, sondern ermöglicht zudem eine günstigere Erzeugung des Biogases, was die Wettbewerbsfähigkeit von Biogas im Verkehrssektor steigert (vgl. Kap. 2.8).

Anhand einer niedersächsischen Abfallanlage wurde in dem Interreg-Projekt »LNG-Pilots« mithilfe einer Klimagasbilanz festgestellt, dass die Nutzung von Bio-LNG ökologische und ökonomische Vorteile im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen bietet und die Nachhaltigkeitskriterien (Emissionsreduktion um 65 % ab 2021) der RED II eingehalten werden. Weitere Informationen zur Klimagasbilanz von Bio-LNG finden sich in der Broschüre »Bio-LNG in Niedersachsen«.

5 Ausblick

Die Entwicklungschancen des Biogassektors werden von der weiteren Sektor übergreifenden Systemintegration der bestehenden Biogasanlage, der Erschließung neuer Nutzungspfade außerhalb des EEG sowie den rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen bestimmt

Mit dem EEG 2023 und dem Osterpaket bis 2030 wurde ein Ausbauziel von 80 % erneuerbare Energien im Stromsektor beschlossen. Biogas kann in einem 100 % regenerativem, weitgehend strombasierten Energiesystem, das bis 2035 umgesetzt werden soll, eine wichtige Schüsselfunktion beim Ausgleich von zunehmenden Residuallastschwankungen durch flexibel Strombereitstellung übernehmen und so zur Versorgungssicherheit beitragen.

Nach Einschätzung des DBFZ besteht im Anlagenbestand ein erhebliches Potenzial zur weitergehenden Flexibilisierung. Ohne Anpassung des Regulierungsrahmens und einer Abmilderung von Risiken für die notwendigen Investitionen lässt sich dieses aber nur teilweise für das Energiesystem erschließen.¹⁰

Eine erhöhte Abwärmenutzung beim Verstromungsprozess von Biogas sowie eine angemessene Vergütung dieser Wärme ist ein wesentlicher Schritt, Biogasanlagen für das Ausschreibungsverfahren konkurrenzfähig zu machen. Neben dem Bau neuer Wärmenetze bietet eine Bewertung von bestehenden Wärmenetzen Möglichkeiten, Schwachstellen und Optimierungspotenziale aufzuzeigen und im Einzelfall zu entscheiden, wo eine Erweiterung des Netzes am ehesten Sinn ergibt. Biogas kann die regenerative Wärmewende regional und effektiv mitgestalten.

Biogas wird weiter als Systemdienstleister für die Landwirtschaft eine wichtige Funktion übernehmen und dazu beitragen, die Kreislaufwirtschaft der Nährstoffströme zu fördern und die Nährstoffüberschüsse der Tierhaltungsregionen und den Nährstoffbedarf der Ackerbauregionen insbesondere an Phosphor, einem der weltweit knappsten Güter, nachhaltig auszugleichen (vgl. Kapitel 3.4). Durch den Einsatz von Gärresten, Festmist und separierter Güllefraktionen in Biogasanlagen der Ackerbauregionen wird pflanzliche Biomasse ersetzt und Energie gewonnen. Gleichzeitig erfolgt dadurch eine Verringerung von Emissionen und Nährstoffverlusten im Sinne des Klima- und Bodenschutzes. Das Potenzial an noch ungenutztem Wirtschaftsdünger ist hoch und sollte weiter erschlossen werden. Mittlerweile stehen verschiedenste

Verfahren zur Gülle- und Gärrestaufbereitung bis hin zur Vollaufbereitung der Nährstoffe zur Verfügung, die unter Praxisbedingungen weiter optimiert werden. Einige innovative Verfahren bereiten die Feststoffphasen soweit auf, dass ein Torfersatzstoff für den Gartenbau entsteht.

Ein Teil der neuen Wertschöpfung kann auch die Implementierung der blauen Bioökonomie in die grüne Bioökonomie sein. Im BMFT geförderten BAMS-Verbundprojekt »ÖkoPro« geht es darum, auf dem anfallenden Oberflächenwasser, einem Nebenstoffstrom einer Biogasanlage, Algenbiomasse zu produzieren, die eine Reinigungswirkung (Aufnahme von Nährstoffen) leistet und dabei noch ein werthaltiges Produkt liefert. Getestet werden hier die Verwertungswege Futtermittel für Pet-Food und andere Tierarten sowie die Verwendung in der Kosmetik. Erste Versuche im Labor haben mit verschiedenen Algen gute Wachstumsergebnisse gezeigt und auch die Inbetriebnahme eines Pilotreaktors 2021 verlief erfolgreich.

Es gab über die Produktionsmonate keine Überwucherung der eingebrachten Algen-Biozönose und auch die toxikologischen Untersuchungen blieben mit den gewonnenen Werten allesamt im unbedenklichen Bereich – sowohl beim Oberflächenwasser als auch in der gewonnenen Biomasse. Hier kann sich also eine Systemdienstleistung entwickeln, die dem Anlagenbetreiber eine neue Einkommensquelle ermöglicht, bei gleichzeitiger Nutzung von Reststoffströmen.



Das anfallende Oberflächenwasser dient zur Kultivierung von Algenbiomasse mittels Röhrenreaktoren.

¹⁰ Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100 % erneuerbares Stromsystem 2035, DBFZ 2022

Das Ende der EEG-Vergütung führt nicht zwangsläufig zu einer Einstellung des Betriebs von Biogasanlagen, vielmehr besteht eine Reihe von Handlungsmöglichkeiten, wie z. B. die güllebasierte Eigenstromerzeugung für größere Betriebe. Die mit der bisherigen EEG-Vergütung verbundenen Bedingungen (wie z. B. der ausschließliche Einsatz von Anbaubiomasse und Wirtschaftsdünger) brauchen dabei nicht mehr eingehalten werden.

Alternativ zur Fortführung der Stromerzeugung besteht die Möglichkeit zur Aufbereitung des Gases auf Erdgasqualität. Dies ist vor allem dann interessant, wenn nur wenig Wärmeabsatz besteht und die Anlagen in der Nähe einer geeigneten Erdgasleitung liegen. Dabei ermöglicht die Bündelung benachbarter Anlagen zur gemeinsamen Gasnutzung das Erreichen einer Mindesteinspeiseleistung. Eine Verflüssigung zu LNG erhöht die Energiedichte über die Werte von Diesel- und Ottokraftstoff hinaus und ermöglicht den Einsatz im LKW-, Schiffs- und Flugverkehr (vgl. Kapitel 2.8). Für Industriebetriebe ist auch die Biomethannutzung in Kraft-Wärme-Kopplung interessant, um ihren Energiebedarf mit einem erneuerbaren Energieträger zu decken – insbesondere, wenn Temperaturen benötigt werden, die nicht aus Solarkollektoren und Wärmepumpen erzeugt werden können.

Biogasanlagen stellen sich seit vielen Jahren den Herausforderungen, sich an ändernde politische

Rahmenbedingungen anzupassen. Hierzu gehören neben auflagentechnischen Neuerungen auch die Anpassung an die sich verändernden Energiemärkte. Im EEG waren dies meist ordentlich zu berechnende Größen mit Blick auf Vergütung und Restlaufzeiten. Mit Ausbruch des Angriffskriegs Russlands und der sich daraus ergebenden Folgen wird auch für Biogasanlagenbetreiber die Vorhersehbarkeit in Bezug auf kommende Investitionen und deren Return of invest sowie die Entwicklung der Märkte immer schwieriger. Um eine möglichst breite Basis für die Schaffung von Produkten im regionalen Kontext zu gewährleisten und eine Wertschöpfung unter Ausnutzung aller zur Verfügung stehenden Ressourcen zu ermöglichen, hat sich 3N in Projekten diesen Fragestellungen angenommen. Anlagenbetreiber sehen sich bereits seit 2022 mit stark gestiegenen Rohstoffpreisen konfrontiert; und dies nicht nur für Energiepflanzen und Betriebsmittel, auch Rest- und Abfallstoffe haben eine Preissteigerung erfahren.

In einem zukünftig vermehrt auf erneuerbare Energien ausgerichteten Energiesystem kann Biogas einen wichtigen Beitrag zur Systemintegration und Treibhausgasminderung leisten; durch eine bedarfsgerechte Stromproduktion ebenso wie durch die Nutzung von Biomethan im Wärme- und Mobilitätssektor.



Weiterführende Literatur

Bio-LNG in Niedersachsen - Verflüssigtes Biogas für den Transportsektor

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V. (2019)

Branchenzahlen 2021 und Prognose der Branchenentwicklung 2022

Fachverband Biogas e.V. (2022)

dena-ANALYSE Branchenbarometer Biomethan 2019

Völler, K. (2019), Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2021

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2021)

Einfluss der Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen

Theuvsen, L. (2010), Georg-August-Universität Göttingen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness

Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2021

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022)

Hintergrundpapier – Ergebnisse der Ausschreibung für Biomasse vom 1. September 2017

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen – Referat IT-gestützte Datenverarbeitung, Wahrnehmung der Aufgaben nach dem EEG (2017)

Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100 % erneuerbares Stromsystem 2035

Dotzauer, M. et al. (2022), Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Nachhaltige Biomassenutzung in Biogasanlagen auf der Grundlage der Wirtschaftsdüngerpotenziale in Niedersachsen

Theuvsen, L. (2015), Georg-August-Universität Göttingen, Betriebswirtschaftslehre des Agribusiness

Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2020/2021

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2022)

Treibhausgasbericht der Landwirtschaft in Niedersachsen

Lasar, A. (2021), Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Wärmenutzung an Biogasanlagen in Niedersachsen – Statusbericht

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e. V. (2018)

Wildpflanzen auf Praxisflächen in Niedersachsen – Monitoring zur Nährstofffixierung durch mehrjährige Wildpflanzen auf Praxisflächen in Niedersachsen

Landesjägerschaft Niedersachsen e.V. (LJN) (2020)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Biogas-Bestandsanlagen sowie installierte Anlagenleistung und Bemessungsleistung in Niedersachsen, Bayern (Angaben zur Bemessungsleistung nicht verfügbar) u. Deutschland, 2021; Datengrundlage: Fachverband Biogas e. V. – Branchenzahlen 2020 u. Prognose der Branchenentwicklung 2021, eigene Berechnungen	6
Abb. 2	Entwicklung des Nds. Biogasanlagenbestands sowie der Bemessungs- und installierten Leistung	7
Abb. 3	Anzahl und Bemessungsleistung der Biogasanlagen in Niedersachsen 2021	9
Abb. 4	Prozentuale Verteilung der Biogasanlagen nach Regionen in Niedersachsen, 2021	10
Abb. 5	Prozentuale Verteilung des Anlagenbestands von NawaRo-Gülle-Anlagen bis 75 kW _{el} und Verteilung des Zuwachses nach Regionen, 2021	10
Abb. 6	Regionale Verteilung der NawaRo- und Koferment-Anlagen, 2021	11
Abb. 7	Leistungsklassenverteilung der NawaRo-Biogasanlagen in Niedersachsen	13
Abb. 8	Leistungsklassenverteilung der Koferment-Biogasanlagen in Niedersachsen	13
Abb. 9	Rel. Überbauung und Überbauungsquote in den Niedersächsischen Landkreisen, 2021	15
Abb. 10	Absolute Überbauung in den Leistungsklassen, 2021	15
Abb. 11	Überbauungsquote in den Leistungsklassen, 2021	16
Abb. 12	Durchschnittliche Überbauungshöhe in den Leistungsklassen, 2021	16
Abb. 13	NawaRo-Biogasanlagen – Elektrische Bemessungsleistung in kW pro Hektar LF in Niedersachsen, 2021	17
Abb. 14	Anteile der Verbrauchertypen an der Wärmenutzung	18
Abb. 15	Biogasanlagen mit Biomethaneinspeisung in Niedersachsen, 2021	20
Abb. 16	Deckung des Energieverbrauchs der Energieregion Hümmling im Jahr 2050 im Vergleich zu 2018	24
Abb. 17	Eingesetzte Substrate in niedersächsischen Biogasanlagen nach Landkreisen, 2021	26
Abb. 18	Energiepflanzenanbau für Biogasproduktion in % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), 2021	28
Abb. 19	Anbauflächenentwicklung Körnermais, Silomais sowie Energiemais in Niedersachsen, Quelle: GAP, eigene Berechnungen	29
Abb. 20	Anteil Maisanbau und Energiemais an LF, 2021	30
Abb. 21	Wirtschaftsdüngeranfall gesamt und Einsatz in Biogasanlagen, 2021	33
Abb. 22	Entwicklung der Wirtschaftsdüngernutzung in BGA	33
Abb. 23	Verbringung von Wirtschaftsdünger in den landwirtschaftlichen Regionen Niedersachsens, 2021	34
Abb. 24	Ergebnisdarstellung der Klimagasbilanz für eine Biogasanlage mit 500 kW _{el} (Quelle: LWK Niedersachsen)	36
Abb. 25	Ergebnisse der Wirkungskategorie Klimawandel für die Bereitstellung 1 kWh Biogasstrom vor und nach der Substratumstellung	37

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Einsatzstoffe niedersächsischer Biogasanlagen	25
Tab. 2	Steckbrief zur BGA vor und nach Substratumstellung	37

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AF	Ackerfläche
AG	Aktiengesellschaft
BauGB	Baugesetzbuch
BGA	Biogasanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
CCM	Corn-Cob-Mix
CNG	Compressed Natural Gas
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ct	Cent
DüV	Düngeverordnung
e. V.	eingetragener Verein
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EIP	Europäische Innovationspartnerschaft
e-Mobilität	Elektromobilität
EP	Energiepflanzen
EU	Europäische Union
FM	Frischmasse
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GWh	Gigawattstunde
ha	Hektar
kg	Kilogramm
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
kW	Kilowatt
kW _{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunde
kWh _{el}	Kilowattstunde elektrisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LKW	Lastkraftwagen
LNG	liquefied natural gas
m ³ /h	Kubikmeter pro Stunde
MaStR	Marktstammdatenregister
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MW _{el}	Megawatt elektrisch
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
Nds.	Niedersachsen
Nm ³	Normkubikmeter
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
Power to x	Technologien zur Speicherung bzw. anderweitigen Nutzung von Stromüberschüssen aus erneuerbaren Energien
RED	Renewable Energy Directive
t	Tonne
TS	Trockensubstanz
TWh	Terawattstunde
WD	Wirtschaftsdünger



