

Nationale Strategie für den Ausbau der Biogasproduktion in Luxemburg: Potenziale, Ziele und neue Wege



Luxemburg, Juni 2023



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Énergie et de
l'Aménagement du territoire

Zusammenfassung

Die nationale Strategie für den Ausbau der Biogasproduktion wurde vom Ministerium für Energie und Raumentwicklung in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung und dem Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und ländliche Entwicklung ausgearbeitet. Die Zielsetzung der Strategie ist es, die Biogasproduktion in Luxemburg nachhaltig auszubauen. Im Jahr 2018 lag die Anzahl der Biogasanlagen in Luxemburg bei 26 Anlagen. Das erzeugte Biogas wurde in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeproduktion verfeuert oder aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist. Die Biogasanlagen produzierten 67,1 GWh Strom und 90,7 GWh Wärme als Koppelprodukt. Es wurden 64,2 GWh_{th} in das Erdgasnetz eingespeist. In den Biogasanlagen wurden 58 Gew. % Gülle und Mist, 21 Gew. % Energiepflanzen und 21 Gew. % nicht-landwirtschaftliche Abfälle eingesetzt. Auf 0,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden Energiepflanzen zur Biogasproduktion angebaut.

In den letzten Jahren kann eine rückläufige Entwicklung im Biogassektor festgestellt werden. Um den Biogasbetreibern neue Perspektiven zu bieten, sieht das Koalitionsabkommen von 2018 eine technisch-wirtschaftliche Analyse des Biogassektors mit dem Schwerpunkt der prioritären Verwertung von Gülle vor.

Die Strategie für den Ausbau der Biogasproduktion in Luxemburg baut auf der 2021 abgeschlossenen Studie über die technisch-ökologischen Aspekte der Biogasproduktion und -nutzung vom Institut für Energie und Umwelt aus Heidelberg sowie dem Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft und Energie auf. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Biogas einen wichtigen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten kann. Durch einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung können bis zu 159.200 Tonnen CO₂ Äq. pro Jahr eingespart werden. Der verstärkte Einsatz von Wirtschaftsdünger führt zu einer Reduzierung der bei der Güllagerung entstehenden Methanemissionen und zu einer Verbesserung der Klimawirkung der Biogasanlagen. Die Energieeffizienz der Anlagen und die gasdichte Abdeckung der Gärrestlager spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Emissionsminderung.

Neben den Treibhausgasemissionen haben Biogasanlagen Auswirkungen auf die Ammoniakemissionen. Gärreste weisen aufgrund ihrer Eigenschaften in der Regel höhere Ammoniakemissionen als unvergorene Gülle auf. Die Verwertung von importierten landwirtschaftlichen und nicht-landwirtschaftlichen Reststoffen in Biogasanlagen kann zu weiteren Emissionen führen. Durch die Umsetzung von technischen Maßnahmen bei der Ausbringung der Gärreste und bauliche Maßnahmen bei der Gärrestlagerung kann der Ausbau der Biogasproduktion zu einer Senkung der Ammoniakemissionen beitragen. Der Substrat- und Gärresttransport und die energetische Verwertung des Biogases in Blockheizkraftwerken können weitere Emissionsquellen darstellen. Durch eine optimierte Transportlogistik und genehmigungsrechtliche Emissionsgrenzwerte können diese Emissionsquellen reduziert werden.

Die Gärreste aus der Biogasproduktion werden als organischer Dünger in den Nährstoffkreislauf zurückgeführt. Aufgrund der hohen Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe in den Gärresten ist die Düngegabe nach dem Bedarf der Pflanze zu richten. Eine nicht angepasste Düngung kann zu Stickstoffauswaschungen führen. Die anaerobe Vergärung hat eine hygienisierende Wirkung auf verschiedene Krankheitserreger und unerwünschte Pflanzensamen. Durch Abbau der organischen Substanz kann es zu einer Aufkonzentration von stofflichen Belastungen in den Gärresten kommen.

Die Autoren der Studie kommen zum Entschluss, dass von einem Ausbau der Biogaserzeugung auf Basis von Wirtschaftsdünger und sonstigen Reststoffen keine wesentlichen negativen Auswirkungen auf die Umwelt ausgehen und die positiven Effekte überwiegen.

Auf Basis der Ergebnisse der Studie hat sich die Regierung als Ziel gesetzt die Biogasproduktion durch die Verwertung von 50 % des aktuellen Gülle- und Mistpotenzials mit maximal 1,0 Mio. Tonnen pro Jahr und durch die Verwertung von 75 % der Potenziale an Bioabfällen und Grünschnitt im Einklang mit dem Abfallgesetz unter Berücksichtigung der Zielsetzungen aus dem nationalen Abfallwirtschaftsplan von 2018 auszubauen. Der Einsatz von Energiepflanzen in Biogasanlagen soll aufgrund der Flächenknappheit und den Zielsetzungen für den Ausbau der biologisch bewirtschafteten Flächen nur soweit ausgebaut werden, wie es die technisch-wirtschaftliche Erschließung der verfügbaren lokalen Gülle- und Mistpotenziale erfordert. Aus diesen Gründen hat die Regierung als weitere Zielsetzung eine Begrenzung der Anbaufläche für Energiepflanzen zur Biogasproduktion auf 1.500 ha, was 1,1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht, fixiert. Die Brutto-Biogasproduktion soll entsprechend dem nationalen integrierten Energie- und Klimaplan auf 330 GWh pro Jahr ausgebaut werden.

Zur Zielerreichung wurden in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Ministerien folgende Maßnahmen entwickelt:

- 1) Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Strom aus Biogas mit einer substantiellen Erhöhung der Anreize für die Verwertung von Wirtschaftsdünger;
- 2) Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Biomethan, Einführung einer Förderkategorie für Kleinanlagen und Anreizen für die Verwertung von Wirtschaftsdünger;
- 3) Nationale Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen gemäß der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen;
- 4) Optimierung der separaten Erfassung und der Vergärung von Bioabfällen in Biogasanlagen;
- 5) Überarbeitung der genehmigungsrechtlichen Anforderungen für einen emissionsarmen und sicheren Betrieb von Biogasanlagen;
- 6) Ausschluss der aus dem Ausland importierten tierischen Ausscheidungen in der Berechnung des Güllebonus;
- 7) Nachhaltige Verwertung von Gärresten zur Verhinderung von potenziellen negativen Auswirkungen auf die Umwelt und zur Optimierung der pflanzenbaulichen Verwertung in der Landwirtschaft;
- 8) Förderung von Stallneubauten – „Biogas Ready“;
- 9) Förderung von innovativen Biogasprojekten, die zu einer überdurchschnittlichen Senkung der Treibhausgasemissionen führen.

Inhaltsverzeichnis

6.	1. Einführung
8.	2. Anlagenbestand
9.	3. Ausbaupotenzial der Biogasproduktion
12.	4. Ökologische Aspekte der Nutzung von Biogas
	4.1 Treibhausgasbilanz
	4.2 Ammoniakemissionen
	4.3 Sonstige Emissionen
	4.4 Gewässerschutz
	4.5 Umverteilung von Nährstoffen
	4.6 Sonstige potenzielle stoffliche Belastungen
21.	5. Zielsetzungen
22.	6. Umsetzungsmaßnahmen
	6.1 Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Strom aus Biogas
	6.2 Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Biomethan
	6.3 Nationale Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen
	6.4 Optimierung der separaten Erfassung und der Vergärung von Bioabfällen in Biogasanlagen,
	6.5 Überarbeitung der genehmigungsrechtlichen Anforderungen für einen emissionsarmen und sicheren Betrieb von Biogasanlagen
	6.6 Importe von Substraten aus dem Ausland und Verwertung der Nährstoffe
	6.7 Nachhaltige Verwertung von Gärresten
	6.8 Stallneubau – „Biogas Ready“
	6.9 Innovative Biogasprojekte

1. Einführung

Vor rund 20 Jahren wurden die ersten Biogasanlagen in Betrieb genommen. Die Förderung der Energieproduktion aus Biogas basierte bis 2020 auf dem Luxemburger Aktionsplan für erneuerbare Energie (NREAP) aus dem Jahr 2010.

Im Jahr 2018 lag der Biogasanlagenbestand bei 26 Anlagen, davon 23 Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung und drei Biomethananlagen. Neben Wirtschaftsdünger werden in den Anlagen Energiepflanzen und organische Abfälle verwertet. Der Anbau von Energiepflanzen zur Biogasproduktion beschränkt sich auf durchschnittlich 1,8 % der Ackerfläche, was 0,8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht. Im NREAP war eine Ausdehnung der Energiepflanzenproduktion auf bis zu 20 % der Ackerfläche vorgesehen, davon ein Drittel für Biogas.

In den letzten Jahren kann eine Stagnation bei dem Ausbau der Biogaserzeugung festgestellt werden. Die letzte Neuanlage wurde im Jahr 2015 in Betrieb genommen. Um den Biogassektor zu beleben sieht das Koalitionsabkommen aus dem Jahr 2018 eine technisch-wirtschaftliche Analyse des Biogassektors mit dem Schwerpunkt der prioritären Verwertung von Gülle vor.

Am 20. Mai 2020 hat die Regierung den nationalen integrierten Energie- und Klimaplan (NECP) für den Zeitraum 2021 bis 2030, der einen moderaten Ausbau der Biogaserzeugung vorsieht, angenommen. Bis 2030 ist es vorgesehen, durch die Mobilisierung des Gülle- und Mistpotenzials die Brutto-Biogasproduktion auf 330 GWh pro Jahr auszubauen.

Die vorliegende Strategie basiert auf den Ergebnissen und Empfehlungen aus der Analyse der technisch-ökologischen Aspekte der Biogasproduktion und -nutzung, die vom Institut für Energie und Umwelt aus Heidelberg in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft und Energie Anfang 2021 abgeschlossen wurde. In dieser Studie wurde die Biogaserzeugung im Hinblick auf die Erreichung der Zielsetzungen im Bereich der erneuerbaren Energien, Gewässerschutz und der Reduktion der Ammoniak- und Treibhausgasemissionen bewertet. Die Ergebnisse wurden am 26. Februar 2021 in einem Workshop den Akteuren aus den Bereichen Biogas, Landwirtschaft und Umwelt vorgestellt. Die wirtschaftlichen Aspekte der Biogasproduktion werden auf Basis der vorliegenden Strategie im Rahmen der Überarbeitung der Rahmenbedingungen analysiert.

Die vorgesehenen Maßnahmen sind im Einklang mit den europäischen Zielsetzungen zum Ausbau der nachhaltigen Biogasproduktion. Zur Förderung der Nutzung von nachhaltig produzierter Biomasse sowie von Reststoffen und Abfällen sieht die Richtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II) die Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen für Biogasanlagen mit einer Gesamtfeuerungsleistung von 2 MW oder mehr vor.

Die Steigerung der nachhaltigen Erzeugung von Biogas ist ebenfalls Bestandteil des im Mai 2022 von der Europäischen Kommission vorgestellten REPowerEU-Plans zur Reduzierung der Abhängigkeit von der Einfuhr von fossilem Erdgas aus Russland.

Dieses Strategiedokument wurde unter der Leitung von dem Ministerium für Energie und Raumentwicklung in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung und dem Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und ländliche Entwicklung ausgearbeitet. Im Sinne der Kreislaufwirtschaft und der Nachhaltigkeit setzt die Regierung den Schwerpunkt auf die Förderung der Verwertung von Gülle und Mist sowie Bioabfällen und anderen Reststoffen in Biogasanlagen.



2. Anlagenbestand

Im Jahr 2018 wurden 26 Biogasanlagen betrieben, davon 23 Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit einer nominalen elektrischen Leistung von 9,87 MW. Die Stromproduktion lag bei 67,1 GWh, was 9,8 % der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien (688 GWh) bzw. 1 % des Gesamtstromverbrauchs (6.526 GWh) entspricht. Neben der Stromproduktion wurden 90,7 GWh Wärme als Koppelprodukt erzeugt. Ein Teil dieser Abwärme wurde zur Bereitstellung der Prozessenergie genutzt und 27,4 GWh wurden an externe Abnehmer abgegeben. Im Jahr 2018 haben 14 Biogasanlagen die Kriterien zur Erreichung des Wärmebonus und 14 Biogasanlagen die Anforderungen des Güllebonus, einen durchschnittlichen jährlichen Mindestanteil an tierischen Ausscheidungen von 70 % am Gesamtinput, erfüllt.

Neben den Biogasanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung bereiteten drei Biogasanlagen das Rohbiogas auf und speisten das gereinigte Gas als Erdgassubstitut in das Erdgasnetz ein. Die Biomethaneinspeisung dieser Anlagen lag im Jahr 2018 bei 64,2 GWh_{HS}, was 0,8 % des insgesamt verteilten Erdgases entspricht.¹ Im Hinblick auf die Zielsetzung der Klimaneutralität bis 2050 und der Reduzierung der Abhängigkeit von Erdgas aus Russland ist zu erwarten, dass dieser Anteil parallel durch einen Rückgang des Erdgasverbrauchs in Zukunft steigen wird. An Anlagenstandorten mit einem fehlenden Wärmenutzungskonzept und mit einem Zugang zum Erdgasnetz stellt die Biogaseinspeisung eine sinnvolle Option dar.

In den Kofermentationsanlagen wurden insgesamt 411.576 Tonnen Substrate zur Biogaserzeugung, davon 238.068 Tonnen tierische Ausscheidungen, eingesetzt. Der Substratmix in diesen Anlagen setzte sich aus 58 Gew. % Gülle und Mist, 21 Gew. % Energiepflanzen und 21 Gew. % nicht-landwirtschaftlichen Abfällen zusammen.² Bezogen auf die Energieproduktion lag hingegen der Anteil von Gülle und Mist aufgrund der geringen spezifischen Biogaserträge bei nur 23 %. Der energetische Anteil der Energiepflanzen wurde auf 44 % und der Anteil der organischen Abfälle 33 % geschätzt.³

Die gemeldete Anbaufläche für Energiepflanzen lag bei 1.310 ha, davon 1.252 ha für Biogassubstrate und 58 ha für Miscanthus. Silomais war mit einem Flächenanteil von 71 % (886 ha) die Hauptenergiepflanze für die Biogaserzeugung. Die gesamte Silomaisanbaufläche lag bei 15.876 ha.⁴ Neben Silomais wurden GPS-Getreide, Ackergräser und Leguminosen, Sudangras und sonstige Kulturen für die Biogasproduktion angebaut. Die Anbaufläche zur Biogaserzeugung lag zwischen 2015 und 2018 bei durchschnittlich 1.082 ha, was 0,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche und 1,8 % der Ackerfläche entspricht.

Unter Berücksichtigung der Produktionsdaten der Bestandsanlagen wird das im Jahr 2018 genutzte Biogaspotenzial auf 258 GWh Biogas geschätzt.³

¹STATEC (o. J.): Quantités de biogaz injecté dans le réseau de distribution de gaz naturel; URL:

[https://lustat.statec.lu/vis?fs\[0\]=Th%C3%A8mes%2C1%7CTerritoire%20environnement%20et%20%C3%A9nergie%23A%23%7CEnergie%23A4%23&pg=20&fc=Th%C3%A8mes&df\[ds\]=ds-release&df\[id\]=DF_A4404&df\[ag\]=LU1&df\[vs\]=1.0&pd=2015%2C2021&dq=A.A03](https://lustat.statec.lu/vis?fs[0]=Th%C3%A8mes%2C1%7CTerritoire%20environnement%20et%20%C3%A9nergie%23A%23%7CEnergie%23A4%23&pg=20&fc=Th%C3%A8mes&df[ds]=ds-release&df[id]=DF_A4404&df[ag]=LU1&df[vs]=1.0&pd=2015%2C2021&dq=A.A03)

²Administration de l'environnement (2019): Anonymisierte tabellarische und grafische Zusammenfassung ausgewählter Daten der Jahresberichte 2018 der luxemburgischen Kofermentationsanlagen; URL:

<https://data.public.lu/fr/datasets/r/b9a12720-772f-4494-87a6-fdc5db768e81>

³Fehrenbach H., Vogt R., Reinhardt J., Scholwin F. (2021): Umweltbezogene Aspekte eines Ausbaus der Biogaserzeugung und -nutzung im Kontext der Klima- und Energiepolitik Luxemburgs unter spezieller Berücksichtigung der Reduktionsziele der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, sowie Aspekte der Flächenproduktivität erneuerbarer Energien, Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg, Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft und Energie, Heidelberg und Weimar

⁴STATEC (o. J.): Superficie des terres selon leur culture; URL: [https://lustat.statec.lu/vis?fs\[0\]=Th%C3%A8mes%2C1%7CEntreprises%23D%23%-7CAgriculture%20et%20foresterie%23D2%23&pg=20&fc=Th%C3%A8mes&df\[ds\]=ds-release&df\[id\]=DF_D2100&df\[ag\]=LU1&df\[vs\]=1.0&pd=2015%2C2022&dq=.A](https://lustat.statec.lu/vis?fs[0]=Th%C3%A8mes%2C1%7CEntreprises%23D%23%-7CAgriculture%20et%20foresterie%23D2%23&pg=20&fc=Th%C3%A8mes&df[ds]=ds-release&df[id]=DF_D2100&df[ag]=LU1&df[vs]=1.0&pd=2015%2C2022&dq=.A)

3. Ausbaupotenzial der Biogasproduktion

Der Ausbau der Biogasproduktion basiert auf der vorrangigen Nutzung von Gülle und Mist. Unter Berücksichtigung des Weidegangs wird das Gesamtaufkommen an Gülle und Mist auf 1,8 Mio. bis 2,2 Mio. Tonnen pro Jahr geschätzt. In *Fehrenbach et al. (2021)* wird von einem durchschnittlichen Aufkommen von 2,0 Mio. Tonnen pro Jahr ausgegangen.³ Im Jahr 2018 wurden 238.088 Tonnen Gülle und Mist in den Bestandsanlagen verwertet.² Die Verwertung in den Bestandsanlagen lag demnach bei schätzungsweise 12 %. Das theoretische Gesamtpotenzial im Bereich Gülle und Mist wird auf 467 GWh Biogas pro Jahr geschätzt.⁵

Neben den Ausscheidungen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung werden die Potenziale in den Bereichen Grünschnitt und Bioabfall berücksichtigt. Die Abschätzung erfolgt auf Basis der national erschließbaren Potenziale. Die aktuelle Nutzung von importierten Co-Substraten in Bestandsbiogasanlagen wird nicht bei der Potenzialermittlung berücksichtigt.⁵ Insgesamt werden 42.000 Tonnen halmgutartiger und holzartiger Grünschnitt erfasst.⁶ Ausschließlich das halmgutartige Material eignet sich für die anaerobe Vergärung. Das Gesamtaufkommen dieses Stoffstroms wird auf 21.000 Tonnen⁶ pro Jahr geschätzt und entspricht einem Gesamtpotenzial von 9 GWh/a.⁵ In den bestehenden Biogasanlagen werden aktuell 13.600 Tonnen Grünschnitt verwertet, was rund 65 % des Aufkommens entspricht.²



⁵Siehe Fehrenbach et al. (2021), Kapitel 2.2.1, S. 14-17

⁶Administration de l'environnement

Im Bereich Bioabfall liegt das Gesamtaufkommen an Lebensmittelabfällen, die in den Privathaushalten, Restaurants, Hotels, Großküchen und dem Handel anfallen, bei 70.762 Tonnen pro Jahr. Das spezifische Aufkommen beträgt 118 kg/EW/a.⁷ Der nationale Abfallwirtschaftsplan⁸ sieht vor, die Lebensmittelabfälle um 50 % zu reduzieren. Unter Berücksichtigung dieses Reduktionsziels und den zukünftigen demographischen Entwicklungen wird das Bioabfallaufkommen auf 44.250 Tonnen geschätzt, was einem Biogaspotenzial von 33 GWh pro Jahr entspricht.⁵

Das Potenzial für den Anbau von Energiepflanzen zur Biogasproduktion wird über die Verfügbarkeit der landwirtschaftlichen Nutzfläche zur Erzeugung von nachwachsenden Energieträgern bestimmt. In den nationalen Zielsetzungen bis 2020 (NREAP) wird von einer Nutzung der Ackerfläche von bis zu 20 % für die Erzeugung von flüssigen, festen und gasförmigen biogenen Energieträgern ausgegangen. Für die Bereitstellung von Biogassubstraten werden im NREAP 6,7 % der Ackerfläche, rund 4.000 ha vorgesehen. In der Studie *Fehrenbach et al. (2021)* wird für die Bestimmung des Potenzials im Bereich Energiepflanzen angenommen, dass die Energiepflanzen ausschließlich zur Erreichung einer ganzjährigen Anlagenauslastung im Rahmen der Erschließung der Gülle-, Festmist- und Reststoffmengen zum Einsatz kommen. Neben den Energiepflanzen können auch qualitativ minderwertige Teilernten von Grünlandaufwüchsen für die Biogasproduktion genutzt werden. In der Studie wird jedoch davon ausgegangen, dass aufgrund der trockenen Witterung aus den vergangenen Jahren keine überschüssigen Mengen an Grassilage zur Biogasproduktion zur Verfügung stehen werden.⁵

Nach der Simulation von verschiedenen Szenarien sieht die Regierung einen Ausbau der anaeroben Vergärung von Gülle und Mist auf maximal 1,0 Mio. Tonnen pro Jahr vor, was einer Umsetzung von 50 % des aktuellen Gesamtpotenzials entspricht. Dieser vorausgesetzte Mobilisierungsgrad berücksichtigt bereits die potenzielle zukünftige Entwicklung des Gülle- und Mistaufkommens durch eine Ausdehnung der flächengebundenen biologischen Bewirtschaftung. In den Bereichen Grünschnitt und Bioabfälle sollen 75 % des Gesamtpotenzials in Einklang mit dem Abfallgesetz⁹ und in Berücksichtigung der Zielsetzungen aus dem nationalen Abfallwirtschaftsplan⁸ von 2018 ausgeschöpft werden (Tabelle 1). Der in diesem Szenario vorgesehene Anteil an tierischen Ausscheidungen von 90 % führt zu einem geringfügigen Ausbau der Anbaufläche für Energiepflanzen auf 1.500 ha, was 1,1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche und 2,4 % der Ackerfläche entspricht.³ Aufgrund der begrenzten Flächenverfügbarkeit und der Zielsetzungen der Regierung bezüglich der Ausdehnung der biologisch bewirtschafteten Fläche sollen die Energiepflanzen vorwiegend mit dem Ziel der Erschließung von lokal verfügbarer Gülle-, Festmist- und Reststoffmengen als Substratergänzung in Biogasanlagen eingesetzt werden. Die Nutzung von Zwischenfrüchten oder optimierten Anbausystemen mit Mischkulturen stellen weitere Optionen dar. Im ökologischen Landbau bietet die Nutzung von beispielsweise Klee gras die Möglichkeit, organische Stickstoffdüngemittel zu generieren, welche über die Gärrestausrückführung gezielt ausgebracht werden kann.¹⁰

In der Studie werden verschiedene Wege und Szenarien für den Ausbau der Biogasproduktion aufgezeigt. Das von der Regierung zurückbehaltenen Szenario sieht einen Ausbau der Biogasproduktion auf 330 GWh pro Jahr vor und erlaubt das Erreichen der Zielsetzungen im Bereich Biogas aus dem integrierten nationalen Energie- und Klimaplan bis 2030.^{10, 11}

Für die Erreichung dieser Zielsetzungen ist es vorgesehen, weitere Anreize für die Errichtung von Neuanlagen sowie die Erhaltung und die Umgestaltung der Bestandsanlagen hin zur vermehrten Gülle- und Mistnutzung zu schaffen.

Tabelle 1: Ausbauszenario mit Mobilisierungsgraden der theoretischen Potenziale für die Bereiche Gülle und Mist, Grünschnitt, Bioabfall und Energiepflanzen (Eigene Darstellung)¹⁰

	Mobilisierungsgrad	Aufkommen	Energiepotenzial
	[%]	[Mio t/a]	[GWh/a]
Gülle & Mist	50	1,00	234
Grünschnitt	75	0,02	8
Bioabfall	75	0,03	24
Energiepflanzen		0,06	64
Gesamt		1,11	330



⁷Schaeler, S., Winter, G., Deuker, A. (2019): Aufkommen, Behandlung und Vermeidung von Lebensmittelabfällen im Großherzogtum Luxemburg – Schätzung 2019; Studie von Eco Conseil im Auftrag der Administration de l'Environnement; URL: https://environnement.public.lu/content/dam/environnement/documents/offall_a_ressourcen/gaspillage-alimentaire/Aufkommen-Behandlung-Vermeidung-2018-2019.pdf

⁸Administration de l'environnement (2018): Plan national de gestion des déchets et des ressources 2018; URL: https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/offall_a_ressourcen/pngd/plan/PNGD.pdf

⁹Loi modifiée du 21 mars 2012 relative à la gestion des déchets

¹⁰Siehe Kapitel Fehrenbach et al. (2021), 2.2.2, S. 17-20

¹¹NECP Zielsetzung Biogas 2030: Strom 93 GWh/a und Biomethan 82 GWh_{H₂}/a

4. Ökologische Aspekte der Nutzung von Biogas

4.1 Treibhausgasbilanz

Im Jahr 2018 wurden 10,55 Mio. Tonnen CO₂ Äq. Treibhausgase in Luxemburg emittiert. Die nationalen Zielsetzungen im NECP sehen eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 55 % gegenüber 2005 vor. Ein zentrales Motiv für den Ausbau der Biogasproduktion ist die Erzeugung erneuerbarer Energien und die damit verbundene Einsparung von Treibhausgasemissionen. Die Verfahrensschritte der Biogasproduktion sind jedoch mit unterschiedlichen klimawirksamen Emissionen verbunden.¹²

Bisherige Untersuchungen des Biogasprozesses zeigen, dass die ökologische Vorteilhaftigkeit stark von der Betriebsweise der Biogasanlage abhängt. Das Emissionsverhalten von Biogasanlagen wird vor allem durch den Einsatz von tierischen Ausscheidungen, dem Wärmenutzungsgrad und der Ausführung der Gärrestlagerung beeinflusst.^{12,13}

Im Rahmen der Studie *Fehrenbach et al. (2021)* werden die Treibhausgase für den Biogasanlagenbestand und für das Ausbauszenario bilanziert. Die Erstellung der Treibhausgasbilanz erfolgt auf Basis des Rechen-Tools BioGrace II. Bei der Bilanzierung werden die klimawirksamen Emissionen der In- und Outputströme aller an der Produktion des Endproduktes beteiligten Prozesse berücksichtigt. Die Bilanzierungsgrenzen umfassen die Emissionen, die bei der Bereitstellung der Substrate, dem Betrieb der Anlage und der Lagerung der Gärreste entstehen. Bei einer offenen Gärrestlagerung kann es in Abhängigkeit der Verweilzeit der Substrate im Fermenter und dem Abbaugrad der organischen Substanz zu Restmethanemissionen kommen. Laut dem Umweltamt (Administration de l'environnement) verfügen 36 % der Endlager der Bestandsanlagen über eine gasdichte Abdeckung. Seit 2019 werden Vorschriften bezüglich der Verweilzeit im gasdichten System, der gasdichten Ausführung der Gärrestlager und der Möglichkeit des Restgasnachweises in den Betriebsgenehmigungen vorgeschrieben. Potenzielle indirekte Landnutzungsänderungen durch den Anbau von Energiepflanzen werden nicht bilanziert.¹³

Auf der Seite der Gutschriften werden die Lageremissionen, die bei der offenen Lagerung von Gülle entstehen und die Substitution von fossilen Energieträgern durch die Erzeugung von erneuerbaren Energien (Strom, Wärme, Biomethan) berücksichtigt. Die Vergärung von Gülle und Mist stellt ein großes Treibhausgasreduzierungspotenzial dar. Die Gutschriften für die Substitution von mineralischem Stickstoffdünger durch den Einsatz von Co-Substraten wird auf der Emissionsseite bei dem Stickstoffbedarf der Energiepflanzen berücksichtigt. Weitere Gutschriften könnten für die vermiedenen Emissionen, die bei der Kompostierung von Bioabfällen auftreten können, angerechnet werden. Diese Gutschriften werden jedoch in der vorliegenden Studie nicht betrachtet.¹³

Der Biogasanlagenbestand trägt zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 58.000 Tonnen CO₂ Äq. pro Jahr bei (Abbildung 1). Die Anlagen emittieren jährlich rund 30.300 t CO₂ Äq., wovon 44 % auf die Gärrestlagerung zurückzuführen sind. Weitere wichtige Emissionsquellen sind die diffusen Emissionen und der Methanschluß aus Anlagen sowie für Bereitstellung der Energiepflanzen. Der zusätzliche Transportaufwand für Gülle und Mist sowie für Bioabfälle und Grünschnitt tragen lediglich zu 2 % der Emissionen bei und haben somit wenig Einfluss auf die Treibhausgasbilanz. Den Emissionen stehen Gutschriften in Höhe von 88.300 Tonnen CO₂ Äq. für Strom, Wärme, Biomethan und die vermiedenen Methanemissionen bei einer offenen Güllelagerung gegenüber.¹³

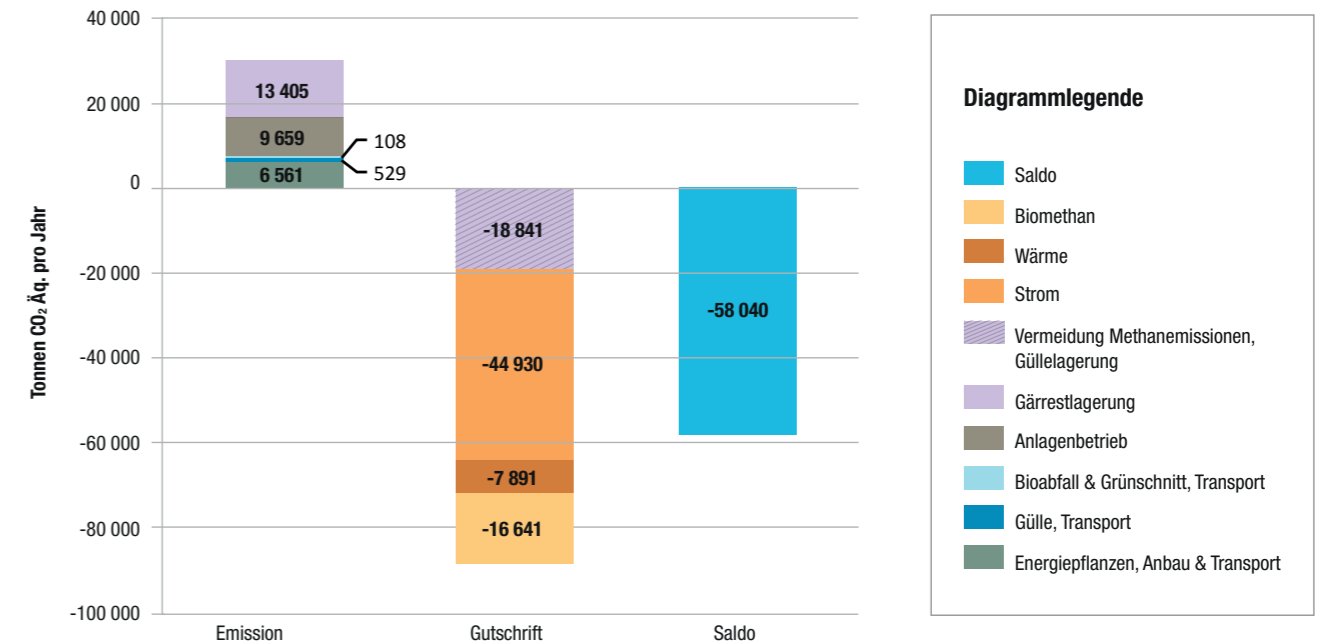


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Treibhausgasbilanz des Biogasanlagenbestandes im Jahr 2018¹³

Der vorgesehene Ausbau der Biogaserzeugung auf 330 GWh pro Jahr mit einem Wirtschaftsdüngereinsatz von durchschnittlich 90 % am Gesamtinput führt zu einer Treibhausgasreduzierung von 159.200 Tonnen CO₂ Äq., was 1,5 % der nationalen Treibhausgasemissionen entspricht. Die Gesamtemissionen belaufen sich auf 39.200 Tonnen CO₂ Äq. pro Jahr, wovon der größte Teil auf den Betrieb der Anlagen und die Gärrestlagerung zurückzuführen sind. In der Bilanz wird angenommen, dass 80 % der Endlager gasdicht ausgeführt werden. Durch eine gasdichte Abdeckung könnten die mit der Gärrestlagerung verbundenen Emissionen um zusätzlich 13.500 Tonnen CO₂ Äq. reduziert werden. Die Substitution von fossilen Energieträgern sowie die Vermeidung der Lageremissionen führen zu Gutschriften von jährlich 198.400 Tonnen CO₂ Äq., wovon 51,4 % auf die vermiedenen Emissionen bei der Güllelagerung zurückzuführen sind (Abbildung 2). In der Bilanzierung wurde angenommen, dass sowohl die Biomethaneinspeisung als auch die Verstromung ausgebaut und mindestens 50 % der Überschusswärme zu einer Substitution von fossilen Energieträgern beitragen werden.¹³

Beschränkt man den Bilanzraum auf die Emissionsquellen des Landwirtschaftssektors, fließen ausschließlich die Emissionen der Düngung (v.a. N₂O) und die Emissionen aus dem geänderten Gülle-Management laut der Berechnungsmethode der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen mit ein. Der Ausbau der Biogaserzeugung unter den geplanten Bedingungen kann zu einer Treibhausgasreduzierung von 72.100 Tonnen CO₂ Äq. in der Landwirtschaft beitragen, was 10,4 % der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen aus 2018 entspricht.¹³

Biogas kann einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen leisten. Die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdünger erlaubt es, die Treibhausgasbilanz der Biogasanlagen durch eine Vermeidung von Methanemissionen bei der Güllelagerung deutlich zu verbessern. Neben dem Einsatz von Gülle und Mist spielen die Energieeffizienz der Anlage und die gasdichte Abdeckung der Gärrestlager eine wichtige Rolle.

¹²Majer S., Daniel J. (2008): Einfluss des Gülleanteils, der Wärmeauskopplung und der Gärrestlagerabdeckung auf die Treibhausbilanz von Biogasanlagen, In: Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger, KTBL Schrift 468, S. 184-193, Darmstadt

¹³Siehe Fehrenbach et al. (2021), Kapitel 2.3.1, S. 20-27

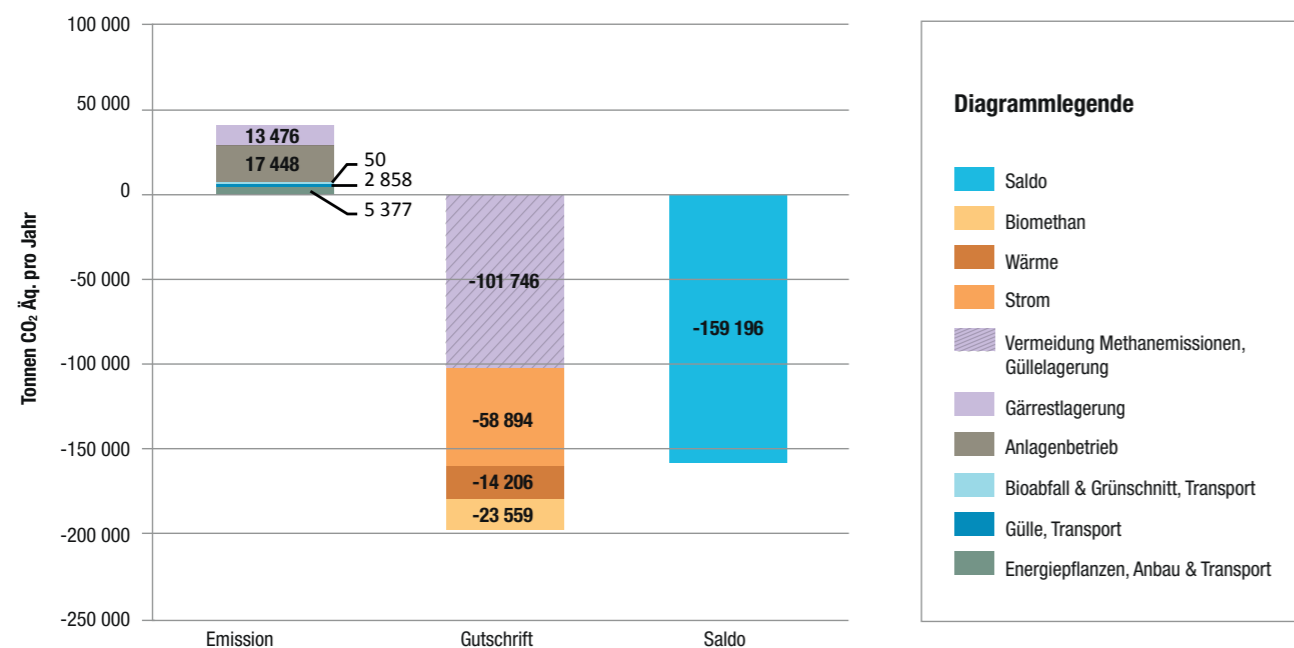


Abbildung 2: Graphische Darstellung der Treibhausgasbilanz des Ausbauszenarios¹³

4.2 Ammoniakemissionen

Ammoniakemissionen können empfindliche Ökosysteme durch Versauerung und Überdüngung schädigen und sind als Vorläufersubstanzen von Feinstaub von Bedeutung. In Luxemburg lagen die nationalen Ammoniakemissionen 2018 bei 5,8 Gg, davon entfielen 96 % auf den Sektor Landwirtschaft. In der Landwirtschaft sind 2,54 Gg NH₃ auf das Wirtschaftsdüngermanagement und 3,01 Gg auf den Anbau und die landwirtschaftlichen Böden zurückzuführen.¹⁴ Aufgrund des Anstiegs des Milchviehbestandes, trotz rückläufigem Gesamtviehbestand, konnten die Ammoniakemissionen nur geringfügig durch emissionsmindernde Maßnahmen reduziert werden. Gemäß der NEC-Richtlinie hat sich die Regierung dazu verpflichtet, die Ammoniakemissionen um 22 % gegenüber 2005 zu reduzieren.

Bei der anaeroben Vergärung von Biomasse werden leicht abbaubare organische Stickstoffverbindungen zu Ammonium umgesetzt, sodass der Ammonium-N-Anteil am Gesamt-N ansteigt. Ammoniak liegt in Gärresten in einem Gleichgewicht mit Ammonium vor. Durch den hohen Anteil an Ammonium und des Anstiegs des pH-Wertes bei der Vergärung weisen Gärreste potenziell höhere Ammoniakemissionen als unvergorene Gülle auf.¹⁵ Durch eine Verminderung des Gasaustausches zwischen dem Gärrestlager und der Umgebungsluft durch eine Abdeckung oder u.a. Schwimmkörpern können diese Emissionen bei der Gärrestelagerung jedoch vermieden werden.

Eine weitere wichtige Emissionsquelle stellt die Ausbringung der Gärreste dar. Durch emissionsarme Techniken zur Ausbringung von Gärresten ist es möglich, die Ammoniakemissionen zu senken und gleichzeitig die Nährstoffeffizienz zu verbessern. Die Höhe der Emissionen bei der Ausbringung wird von der Witterung, dem Kontakt mit der Umgebungsluft, der Konsistenz des Gärrestes, dem Bodenzustand und der Art und Höhe der Bodenbedeckung beeinflusst. Prinzipiell können die Ammoniakverluste auf unbestellten Flächen mit Hilfe einer direkten Gärrestearbeitung um 90 % gegenüber einer Ausbringung mittels Prallteller reduziert werden. Die Injektion im Bestand führt zu ähnlich hohen Reduktionseffekten.^{16, 17}

¹⁴Administration de l'environnement (2019): Luxembourg's Informative Inventory Report 1990-2017 - Submission under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Version 1.0. Luxembourg, 24 May 2019

¹⁵Reinhold, G., Zorn W. (2015): Eigenschaften von Gärresten und deren Wirkung auf Ertrag und Bodeneigenschaften. In: FNR-Tagung „Pflanzenbauliche Verwertung von Gärresten aus Biogasanlagen“

Neben dem Vergärungsprozess können die eingesetzten Substrate die Ammoniakemissionen beeinflussen. Bei dem Ausbau des Energiepflanzenanbaus wird durch die Rückführung der Nährstoffe aus den Gärresten mineralischer Stickstoffdünger eingespart. Die Ammoniakemissionen bei den rückgeführten Gärresten liegen jedoch, ähnlich wie bei Gülle, höher als bei dem substituierten Mineraldünger. Durch die Verdrängung des Pflanzen- und Futterbaus führen diese Effekte allerdings zu keinen zusätzlichen Emissionen auf dem nationalen Territorium. Durch eine Verlagerung des Pflanzen- und des Futterbaus können hingegen derartige Emissionen außerhalb von Luxemburg induziert werden. Die Nutzung von nicht-landwirtschaftlichen Abfällen führt ebenfalls zu höheren NH₃-Emissionen, im Vergleich zum verdrängten Mineraldünger. Durch die Stickstoffdüngersubstitution stellen sie jedoch keine wesentliche Veränderung der N-Bilanz dar, unter der Voraussetzung, dass ein effektives Stickstoffmanagement umgesetzt wird.¹⁸ In Luxemburg lag der Einsatz von mineralischen Düngemitteln bei durchschnittlich 105 kg N/ha im Jahr 2019.¹⁹ Ein Spielraum für eine Substitution durch organische Dünger ist somit gegeben.¹⁸

Anreize für den Import von landwirtschaftlichen und nicht-landwirtschaftlichen Abfällen aus dem Ausland, die zusätzlichen Stickstoff in die Gesamtbilanz einführen und potenziell zu zusätzlichen Ammoniakemissionen beitragen, sollen vermieden werden.¹⁸



¹⁶Döhler H., Eurich-Menden B., Dämmgen U., Osterburg B., Lüttich M., Bergschmidt A., Berg W., Brunsch R. (2002): Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationalen Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniakemissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010, Berlin; URL: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2071.pdf>

¹⁷Flessa, H., Greef, J. M., Hofmeier, M., Dittert, K., Ruser, R., Osterburg, B., Poddey, E. Wulf, S., Pacholski, A. (2014): Minderung von Stickstoff - Emissionen aus der Landwirtschaft - Empfehlungen für die Praxis und aktuelle Fragen an die Wissenschaft; BMEL (Hg.) Forschung Themenheft 1/2014; URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn054531.pdf

¹⁸Siehe Fehrenbach et al. (2021), Kapitel 2.3.2, S. 27-32

¹⁹STATEC (o. J.): Consommation d'engrais chimiques; URL: [https://lustat.statec.lu/vis?lc=fr&pg=0&fs\[0\]=Th%C3%A8mes%2C1%7CEntrprises%23D%23%7CAgriculture%20et%20foresterie%23D2%23&fc=Th%C3%A8mes&df\[ds\]=ds-release&df\[id\]=DF_D2112&df\[ag\]=LU1&df\[vs\]=1.0&dq=.A.&ly\[rw\]=SPECIFICATION](https://lustat.statec.lu/vis?lc=fr&pg=0&fs[0]=Th%C3%A8mes%2C1%7CEntrprises%23D%23%7CAgriculture%20et%20foresterie%23D2%23&fc=Th%C3%A8mes&df[ds]=ds-release&df[id]=DF_D2112&df[ag]=LU1&df[vs]=1.0&dq=.A.&ly[rw]=SPECIFICATION)

4.3 | Sonstige Emissionen

Bei der Biogasproduktion kann es neben Ammoniak und klimawirksamen Gasen grundsätzlich zu weiteren Emissionen kommen. Der Betrieb einer Biogasanlage kann zu einer Zunahme der Transportprozesse für Substrate und Gärreste führen, die mit entsprechenden zusätzlichen Emissionen von Fahrzeugabgasen und Staub verbunden sind. Für den Transport von Wirtschaftsdünger und Gärresten dürften sich die Transportentfernungen aufgrund der geringen Transportwürdigkeit dieser Waren im Rahmen halten. Durch angepasste Logistikkonzepte und einen lokalen Bezug kann der Transportaufwand optimiert werden. Neben dem Transport führt der Anbau von Energiepflanzen zu Emissionen, die jedoch nicht zwingend zusätzlich anfallen, da bei einer weitgehend konstanten Agrarfläche eine Verlagerung von Lebens- oder Futtermittel auf Energiepflanzen stattfinden würde. Der Energiepflanzenanbau kann jedoch zusätzliche Emissionen in anderen Ländern durch eine indirekte Landnutzungsänderung induzieren.²⁰

Eine weitere Emissionsquelle stellt die energetische Verwertung von Biogas im Blockheizkraftwerk dar. In den Biogasmotoren treten neben Stickoxiden (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub und Schadstoffe wie Formaldehyd oder Siloxane auf. Durch technische Maßnahmen wie Abgasnachbehandlung sowie regelmäßige und fachmännische Wartung können die Emissionswerte verringert werden. Der Betrieb solcher Anlagen unterliegt genehmigungsrechtlichen Emissionsgrenzwerten.²⁰

4.4 | Gewässerschutz

Bei einem Ausbau der Biogasproduktion können Risiken für den Gewässerschutz auftreten. Dies betrifft neben den Trinkwasserschutzgebieten auch den allgemeinen Schutz von Grund- und Oberflächengewässern. Einträge von stickstoffhaltigen Stoffen jeglicher Art gelten als Hauptursache von Nitratbelastungen des Grundwassers sowie der Oberflächengewässer.²¹

Aufgrund ihres hohen Anteils von Ammonium-Stickstoff und der daraus resultierenden hohen Pflanzenverfügbarkeit bedarf es einiger Anpassungen beim Umgang mit Gärresten. Folglich ist die Ausbringung der Gärreste aus Biogasanlagen an den Pflanzenbedarf in den verschiedenen Wachstumsphasen anzupassen, um Nährstoffüberschüsse und damit verbundene negative Umweltauswirkungen weitestgehend zu vermeiden. Wenn die Verfügbarkeit des im Boden mineralisierten Stickstoffs den Pflanzenbedarf übersteigt, kann es zu erhöhten Stickstoffverlusten kommen.²¹

In Luxemburg liegen 4.824 ha Ackerfläche und 4.547 ha Grünlandfläche in Grundwasserschutzgebieten, sowie rund 6.800 ha landwirtschaftliche Nutzfläche in der Obersauerstauseeschutzzone, was rund 12 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht. Der Einsatz von Stickstoffdüngemitteln wird über die großherzogliche Verordnung vom 24. November 2000.²² geregelt. Laut dieser Verordnung gilt landesweit eine Obergrenze von 170 kg N_{org}/ha. In den Grundwasser-/Trinkwasserschutzgebieten werden die Obergrenzen allgemein durch die großherzogliche Verordnung vom 9. Juli 2013.²³ und für die einzelnen Schutzgebiete spezifisch durch die spezifischen Schutzzonenverordnungen festgelegt. Für das Trinkwasserschutzgebiet des Obersauerstausees gelten die Bestimmungen der großherzoglichen Verordnung zur Ausweisung der Wasserschutzgebiete im Obersauerstauseeeinzugsgebiet vom 16. April 2021.²⁴ Darüber hinaus gibt es weitere Beschränkungen im Rahmen der Naturschutzgesetzgebung wie zum Beispiel im Rahmen der Biotopverordnung.²⁵

Neben diffusen Stickstoffeinträgen in die Gewässer stellen auch diffuse Einträge von Phosphor eine Belastung für die Gewässer dar. Dies gilt besonders für Oberflächengewässer, insbesondere für Stillgewässer und aufgestaute Bereiche von Fließgewässern wie die Obersauertalsperre.²¹ Im Jahr 2015 lag in Luxemburg der geschätzte bilanzierte Phosphorüberschuss bei 5 kg P/ha.²⁶ Betriebliche Phosphorüberschüsse spiegeln sich meist in erhöhten Bodenphosphorgehalten der landwirtschaftlichen Nutzflächen wider und sind somit auch ein Indikator für eine nicht immer standortgerechte Düngung. Durch Auswaschung, Bodenerosion oder Oberflächenabfluss gelangt Phosphor in die Oberflächengewässer.²¹

In Anbetracht der Verhältnisse zwischen Düngeraufkommen und der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche ist jedoch ein grundwasser- und oberflächengewässerträglich Einsatz von Gärresten im Rahmen des vorgesehenen Ausbaus der Biogasnutzung möglich.²¹

Neben den diffusen Nährstoffeinträgen durch die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen, stellen die punktuellen Einträge eine größere Belastungsquelle dar. Diese können von landwirtschaftlichen Nutzflächen stammen, haben aber meist ihren Ursprung auf landwirtschaftlichen Hofflächen beziehungsweise den Hofflächen der Biogasanlagen. In Biogasanlagen werden potenziell wassergefährdende Stoffe (u.a. Gülle, Gärrest und Silagesickersaft) eingesetzt. Der Eintrag solcher Stoffe in Oberflächengewässer kann eine mehr oder weniger große Schädigung der aquatischen Lebensgemeinschaft bewirken, zum Beispiel durch eine stoßartige Ammoniakbelastung. Zwischen 2018 und 2022 kam es auf 10 Biogasanlagen in Luxemburg zu Zwischenfällen welche eine Verschmutzung von Wasserläufen zur Folge hatten. Bei Vor-Ort-Kontrollen durch die Kontrollabteilungen der Wasserverwaltung (Administration de la gestion de l'eau) und der Umweltverwaltung (Administration de l'environnement) wurden bei 9 von 10 Anlagen Verstöße festgestellt. In diesem Zusammenhang ist es nötig, die gemeinsamen Kontrollen der Wasserverwaltung und der Umweltverwaltung zu verstärken und die Genehmigungsanforderungen an einen sicheren Betrieb von Biogasanlagen zu überarbeiten.

²²Règlement grand-ducal modifié du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture

²³Règlement grand-ducal modifié du 9 juillet 2013 relatif aux mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraines ou parties de masses d'eau souterraines servant de ressource à la production destinée à la consommation humaine

²⁴Règlement grand-ducal du 16 avril 2021 délimitant les zones de protection autour du lac de la Haute-Sûre et déterminant les installations, travaux et activités interdites, réglementées ou soumises à autorisation dans ces zones et modifiant le règlement grand-ducal du 11 septembre 2017 instituant un ensemble de régimes d'aides pour la sauvegarde de la diversité biologique en milieu rural

²⁵Règlement grand-ducal modifié du 1^{er} août 2018 établissant les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire et les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquelles l'état de conservation a été évalué non favorable, et précisant les mesures de réduction, de destruction ou de détérioration y relatives

²⁶European Commission (2020): Commission Staff Working Document. Commission recommendations for Luxembourg's CAP strategic plan; URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020SC0385&from=EN>

²⁰Siehe Kapitel 2.3.3, S. 32-33, Fehrenbach et al. (2021)

²¹Siehe Kapitel 2.3.4, S. 38-40, Fehrenbach et al. (2021)

4.5 Umverteilung von Nährstoffen

Der Nährstoffgehalt von Gärresten ist abhängig von der Zusammensetzung der Eingangssubstrate. Durch die Gärrestausbringung auf die landwirtschaftlichen Flächen gelangen die Nährstoffe wieder über pflanzliche und tierische Nahrungsmittel zum Konsumenten. Ein Teil der Nährstoffe gelangt über den Wirtschaftsdünger aus der Tierproduktion direkt über die Biogasproduktion in den Nährstoffkreislauf zurück. Die anaerobe Vergärung der Lebensmittelabfälle erlaubt zudem die Nährstoffe in die landwirtschaftliche Produktion zurückzuführen. Eine zentrale Senke für Nährstoffe (v.a. für Phosphor) stellt der Klärschlamm dar. In der nationalen Klärschlammstrategie ist eine Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm vorgesehen (Abbildung 3).²⁷

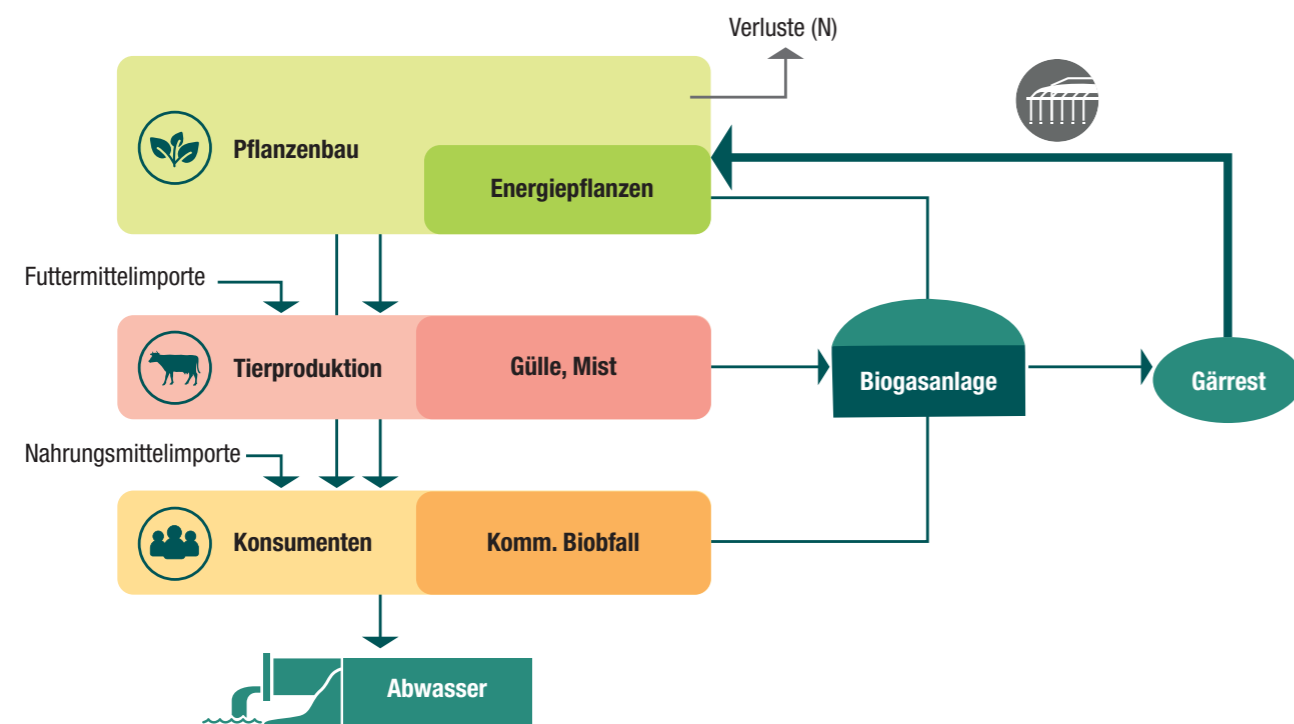


Abbildung 3: Vereinfachtes Schema zur Verteilung von Nährstoffen in einem System mit Biogasproduktion; Pfeildicke deutet die Mengenverhältnisse an²⁷

Die anaerobe Vergärung führt durch die Erhöhung des Ammoniumanteils am Gesamtstickstoff und der Reduzierung des C/N-Verhältnisses zu einer optimierten Düngewirkung. Aufgrund der schnellen N-Freisetzung ist die Düngung mit Gärresten eng am Nährstoffbedarf der Pflanzen auszurichten. In den Gärresten liegt der größte Anteil des Phosphors in mineralischer Form vor. Der organisch-gebundene Phosphor wird erst im Boden durch den Abbau der organischen Masse pflanzenverfügbar. Neben der Düngewirkung werden bei der anaeroben Vergärung die Geruchsemissionen sowie das Risiko der Blattverätzungen durch den Abbau flüchtiger organischer Verbindungen und organischer Säuren vermindert. Die Fließigenschaften werden außerdem verbessert und somit die Blattverschmutzungen reduziert.²⁸ Die Biogaserzeugung bietet zudem die Möglichkeit die Gärreste über verschiedene Aufbereitungsverfahren in Düngerfraktionen mit unterschiedlichen Anwendungsspektren aufzuteilen.²⁷

4.6 Sonstige potenzielle stoffliche Belastungen

Der Abbau der organischen Substanz in Biogasanlagen führt zu einer Aufkonzentration von den in Substraten enthaltenen stofflichen Belastungen. Die eingetragenen Frachten erhöhen sich jedoch bei dem Biogasprozess nicht. Folgende Rückstände können, in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate, vorgefunden werden:

- Pflanzenschutzrückstände aus organischen Reststoffen und Energiepflanzen;
- Tierarzneimittelrückstände und Krankheitserreger aus der Tierhaltung;
- Resistente Pflanzensamen bei z.B. Landschaftspflegematerial;
- Schwermetalle, insbesondere aus Wirtschaftsdünger (Cu und Zn) und persistente organische Schadstoffe (z.B. PAK) aus Bioabfällen oder aus Landschaftspflegematerial.

Unsicherheiten bestehen bei der Einschätzung von Risiken durch den Eintrag von Antibiotika und von Ausscheidungen unterschiedlicher Tierarten, was die Möglichkeit der Förderung von Kreuzresistenzen betrifft.²⁹ Abhängig von der Prozessführung und der Verweilzeit führt die Vergärung jedoch zu einer hygienisierenden Wirkung auf verschiedene Krankheitserreger und unerwünschte Pflanzensamen. Der Anstieg der Temperatur und der Ammoniakkonzentrationen im Fermenter begünstigt die Inaktivierung von Keimen und reduziert die Keimfähigkeit von Unkrautsamen.^{30, 31}

²⁷Siehe Fehrenbach et al. (2021), Kapitel 2.3.5, S. 35–36

²⁸Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (2016): Leitfaden Biogas von der Gewinnung zur Nutzung, 7. Auflage, Gülzow; URL: https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Leitfaden_Biogas_web_V01.pdf

²⁹Umweltbundesamt (UBA) (2016): Konzepte zur Minderung von Arzneimitteleinträgen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in die Umwelt; Fachbroschüre; URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/fachbroschuere_tam_final.pdf

³⁰Schultheiss U, Döhler H Hofmann M Wulf S (2011): Phytohygienische Aspekte bei der anaeroben Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen – Zusammenfassende Betrachtung In Untersuchungen zum phytosanitären Risiko bei der anaeroben Vergärung von pflanzlichen Biomassen in Biogasanlagen, KTBL, Darmstadt

³¹Siehe Fehrenbach et al. (2021), Kapitel 2.3.6, S. 37



5. Zielsetzungen

Die Regierung hat sich in der Sitzung des Regierungsrates vom 26. März 2021 für folgende Zielsetzungen bei dem Ausbau der Biogasproduktion und -nutzung ausgesprochen:



Verwertung von 50 % des aktuellen Gülle- und Mistaufkommens in Biogasanlagen, maximal 1,0 Mio. Tonnen pro Jahr;



Verwertung von 75 % der Potenziale an Bioabfällen und Grünschnitt im Einklang mit dem Abfallgesetz⁹ und unter Berücksichtigung der Zielsetzungen aus dem nationalen Abfallwirtschaftsplan von 2018⁸;



Eingrenzung der Anbaufläche für Energiepflanzen zur Biogasproduktion auf 1.500 ha, was 1,1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht. Der Einsatz von Energiepflanzen soll aufgrund der Flächenknappheit und der Zielsetzungen für den Ausbau der biologisch bewirtschafteten Flächen nur soweit ausgebaut werden, wie es die Erschließung der verfügbaren lokalen Gülle- und Mistpotenziale erfordert, um wirtschaftlich machbare und ganzjährig zu betreibende Anlagen zu ermöglichen.

6. Umsetzungsmaßnahmen

In der Zusammenarbeit mit den verschiedenen Ministerien wurden folgende konkrete Maßnahmen diskutiert und entwickelt, die zur Zielerreichung umgesetzt werden sollen.

6.1 Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Strom aus Biogas

Um die Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Strom aus Biogas hinsichtlich der Zielsetzungen der Strategie zu überarbeiten, wurde eine wirtschaftliche Analyse für Referenzbiogasanlagen basierend auf einem Anteil von 90 % Wirtschaftsdünger am Gesamtinput unter Berücksichtigung der neuen genehmigungsrechtlichen Mindestanforderungen durchgeführt. Die Anlagengrößen der Referenzanlagen orientieren sich an der Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe und den bestehenden Biogasanlagen.

Um die Gülle- und Mistpotenziale auf den landwirtschaftlichen Betrieben zu erschließen, ist es vorgesehen eine Leistungskategorie für Kleinanlagen bis zu einer elektrischen Nennleistung von 100 kW einzuführen. Neben der Steigerung der Attraktivität von Kleinanlagen sind Anpassungen bei den Vergütungen und den Leistungskategorien für größere Anlagen vorgesehen (Abbildung 4).

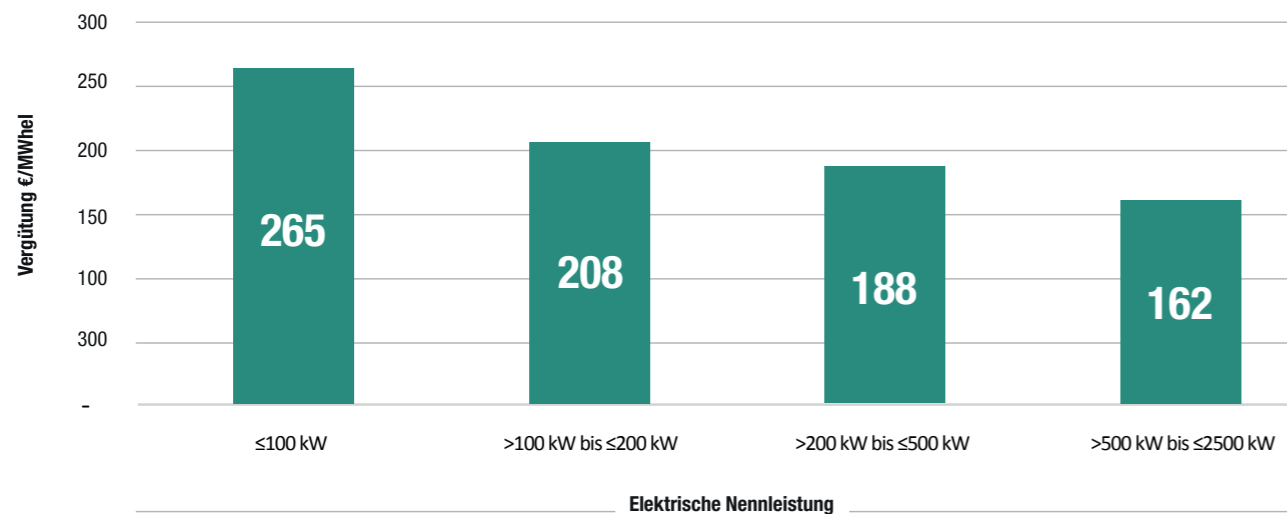


Abbildung 4: Zukünftig vorgesehene Vergütungen und Anpassung der Leistungskategorien für die Produktion von Strom aus Biogas für Neuanlagen

Neben den Vergütungen für die Neuanlagen wird beabsichtigt, die Residualvergütungen für Anlagen, deren Einspeisevertrag nach 15 beziehungsweise 20 Jahren ausgelaufen ist, anzupassen (Abbildung 5). Die Residualvergütung erlaubt es diesen Anlagen den Betrieb für weitere 10 Jahre aufrechtzuerhalten mit der Option eine Erneuerung innerhalb dieses Zeitraums durchzuführen.

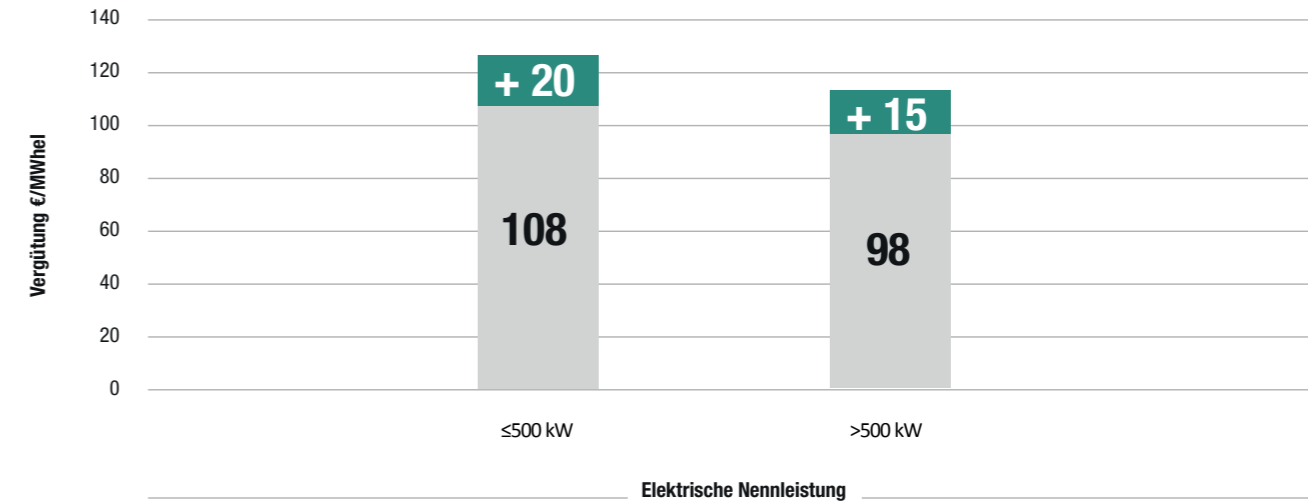


Abbildung 5: Zukünftig vorgesehene Erhöhung der Residualvergütung

Um zusätzliche Anreize für die Verwertung von Gülle und Mist in Bestands- und Neuanlagen zu schaffen, ist es vorgesehen, den sogenannten Güllebonus für Bestands- und Neuanlagen mit einem massenbezogenen Anteil von 90 % am Gesamtinput zu verdreifachen (Abbildung 6). Die Höhe des Güllebonus variiert in Abhängigkeit des Wirtschaftsdüngeranteils am Gesamtinput. Der Mindestanteil von 70 % bleibt weiterhin erhalten.

Diese substantielle Erhöhung des Güllebonus stellt den zentralen Eckpfeiler der zukünftigen Vergütungen für Biogasanlagen dar. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist es bei der Entwicklung und der Planung einer Biogasanlage vorteilhaft, auf einen hohen Wirtschaftsdüngeranteil zu setzen. Die durch verstärkte Güllevergärung resultierenden höheren Investitionskosten für die Anlagen werden durch höhere Vergütungen abgedeckt.

Des Weiteren hat der reduzierte Einsatz von Energiepflanzen in Biogasanlagen den Effekt, dass die Betreiber weniger den Preis- und Ertragsschwankungen von Energiepflanzen, sowie den daraus resultierenden finanziellen Risiken unterliegen. Diese reduzierte Abhängigkeit spielt sowohl für den Betreiber durch die zusätzliche Investitionssicherheit als auch für den Gesetzgeber hinsichtlich nachträglicher Nachbesserungsforderungen der Vergütungen eine wichtige Rolle.

Die Anpassung des Güllebonus kann zudem zu einer Entschärfung von potenziellen Konkurrenzsituationen zwischen Energie- und Lebensmittelproduktion beitragen und setzt ein deutliches Zeichen in die Richtung der Nutzung von Reststoffen.

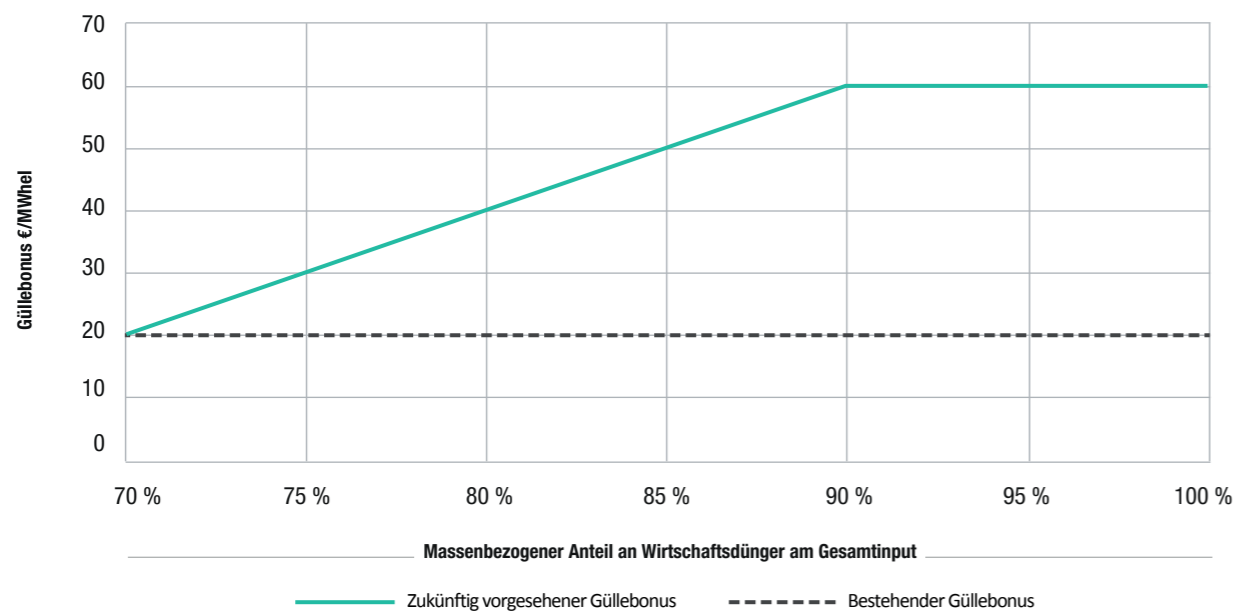


Abbildung 6: Variation des zukünftig vorgesehenen Güllebonus in Abhängigkeit des Wirtschaftsdüngeranteils am Gesamtinput und Vergleich mit dem bestehenden Güllebonus

Um die Verwertung des Koppelproduktes Wärme und damit die Energiebilanz der Anlagen zu optimieren, ist es vorgesehen, den Wärmebonus für Neuanlagen, die mehr als 50 % der Überschusswärme kommerzialisieren, von 30 €/MWh_{th} auf 50 €/MWh_{th} anzuheben. Die kommerzialisierte Wärme muss zu einer Substitution von fossilen Energieträgern beitragen. Die Priorität der Verwertung der Abwärme wird weiterhin in der Nutzung in Wärmenetzen liegen. In diesem Kontext wird auch die Förderung privater und öffentlicher Wärmenetze sowie der Anschlussbedingungen analysiert und überarbeitet werden.

Zur Umsetzung dieser Maßnahme wird eine Abänderung der großherzoglichen Verordnung vom 1. August 2014 über die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien³² im Jahr 2023 in die reglementarische Prozedur eingebracht.

N.B. Vor dem Inkrafttreten müssen die vorgesehenen Anpassungen des Förderregimes für die Stromproduktion aus Biogas von der Europäischen Kommission geprüft und genehmigt werden.

6.2 Überarbeitung der Rahmenbedingungen für die Einspeisung von Biomethan

Die Biomethaneinspeisung soll unter Voraussetzung der technisch-wirtschaftlichen Machbarkeit bevorzugt werden, sofern keine externe Wärmenutzung der zur Verfügung stehenden Abwärme aus der Stromerzeugung möglich ist.

Um die Attraktivität der Biomethaneinspeisung im kleinen Leistungsbereich zu steigern, ist es vorgesehen eine zusätzliche Vergütungskategorie für kleine Aufbereitungskapazitäten bis zu 150 Nm³/h Rohbiogas (RG) einzuführen. Die Vergütung für Neuanlagen in dieser Anlagekategorie wird bei 133 €/MWh_{th} liegen. Für Neuanlagen mit einer Aufbereitungskapazität von >150 Nm³/h Rohbiogas wird eine Vergütung in Höhe von 90 €/MWh_{th} eingeführt (Abbildung 7).

Um einen Weiterbetrieb der Bestandsanlagen nach Ende des Vergütungszeitraums von 15 Jahren zu gewährleisten, sollen eine Residualvergütung und die Möglichkeit einer Anlagenerneuerung für die Biomethananlagen eingeführt werden. Nach Ablauf des Einspeisevertrags von 15 Jahren haben die Anlagen die Möglichkeit, einen Vertrag mit einer Residualvergütung von 70 €/MWh_{th} für weitere 10 Jahre abzuschließen. Neben der Residualvergütung werden die Modalitäten für die Erneuerung der Anlagen festgelegt. Die Betreiber haben die Möglichkeit nach Ablauf des Einspeisevertrages ihre Biogasanlage zu erneuern, um so einen Vertrag für eine weitere Laufzeit von 15 Jahren abzuschließen. Zudem besteht die Möglichkeit, jederzeit aus dem Vertrag mit einer Residualvergütung auszustiegen und eine Erneuerung der Biogasanlage durchzuführen.

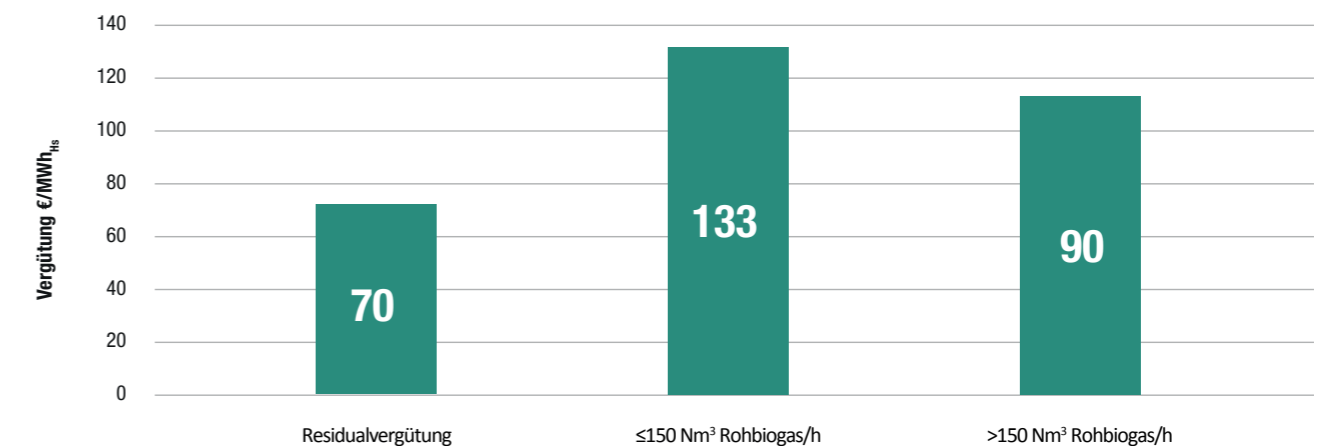


Abbildung 7: Zukünftig vorgesehene Vergütungen für die Einspeisung von Biomethan

³²Règlement grand-ducal modifié du 1^{er} août 2014 relatif à la production d'électricité basée sur les sources d'énergie renouvelables



Um die Nutzung von Gülle und Mist in den Bestands- und Neuanlagen bis zu einem massenbezogenen Anteil von 90 % im Substratmix der Biomethananlagen zu fördern, wird ein Güllebonus eingeführt. Ähnlich wie bei der Stromproduktion aus Biogas variiert der Güllebonus in Abhängigkeit des Anteils an Gülle und Mist im Substratmix zwischen 10 und 30 €/MWh_{HS} (Abbildung 8).

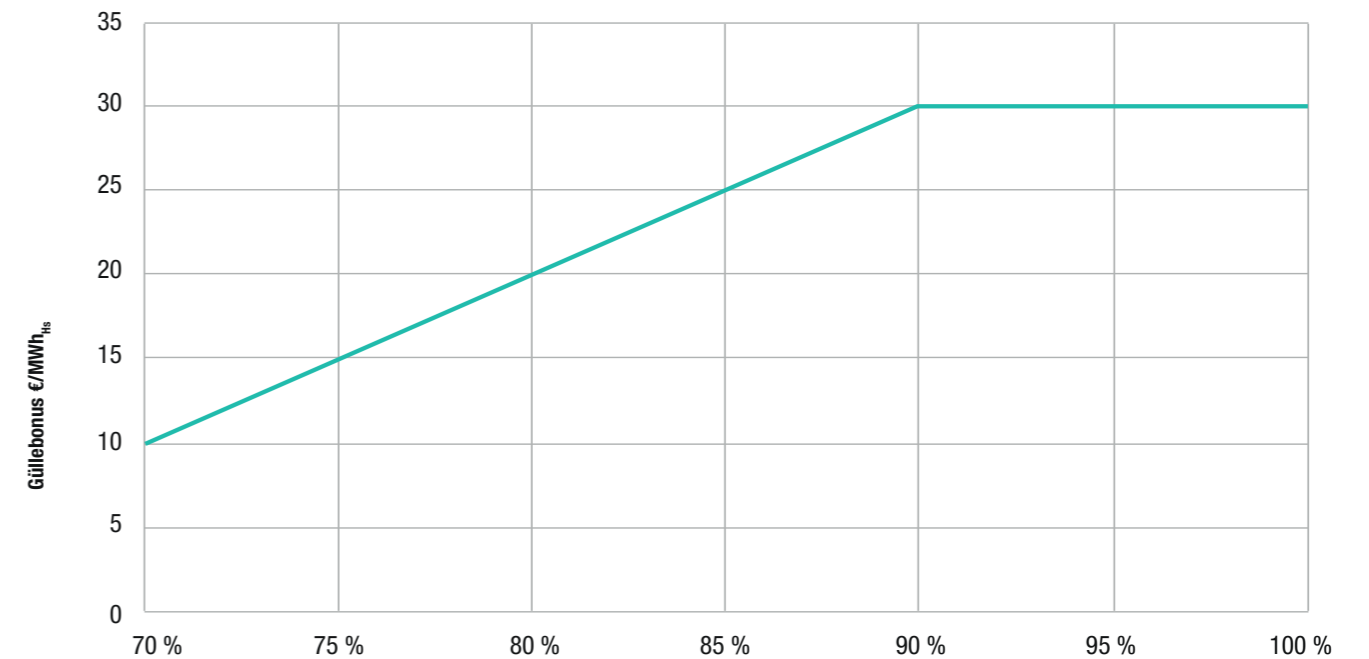


Abbildung 8: Zukünftig vorgesehener Güllebonus für Biomethananlagen in Abhängigkeit des massenbezogenen Anteils an Wirtschaftsdünger am Gesamtinput

Zur Umsetzung dieser Maßnahme wird eine Abänderung der großherzoglichen Verordnung vom 15. Dezember 2011 über die Produktion, Vergütung und Kommerzialisierung von Biogas³³ im Jahr 2023 in die reglementarische Prozedur eingeleitet.

N.B. Vor dem Inkrafttreten müssen die vorgesehenen Anpassungen des Förderregimes für die Einspeisung von Biomethan von der Europäischen Kommission geprüft und genehmigt werden.

³³Règlement grand-ducal modifié du 15 décembre 2011 relatif à la production, la rémunération et la commercialisation de biogaz

6.3 | Nationale Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen

Die Richtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II) sieht die Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen für Biokraftstoffe, flüssige Brennstoffe und Biomasse-Brennstoffe ins nationale Recht vor.

Die Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen gelten bei gasförmigen Brennstoffen für Anlagen ab einer Gesamtfeuerungsleistung von 2 MW.³⁴

Die Nachhaltigkeitskriterien sehen u.a. vor, dass aus landwirtschaftlicher Biomasse produzierte Biomasse-Brennstoffe, nicht aus Rohstoffen hergestellt werden, die auf Flächen mit hohem Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt und mit hohem Kohlenstoffbestand sowie in Torfmooren gewonnen werden.

Neben den substratbezogenen Kriterien müssen die Wirtschaftsteilnehmer eine Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber einem fossilen Referenzwert nachweisen. Bei der Elektrizitäts-, Wärme-, Kälteerzeugung und Biomethaneinspeisung aus Biomasse-Brennstoffen muss eine Minderung der Treibhausgasemissionen:

- von mindestens 70 % für Anlagen, die den Betrieb zwischen dem 1. Januar 2021 und dem 31. Dezember 2025 aufnehmen, und
- von mindestens 80 % für Anlagen, die den Betrieb nach dem 1. Januar 2026 aufnehmen, erreicht werden.



³⁴ ab einer elektrischen Nennleistung von 750 bis 800 kWel (abhängig vom elektrischen Wirkungsgrad) oder einer maximalen Produktionskapazität von 19,5 GWh_{th} pro Jahr für Biomethananlagen

Die Wirtschaftsteilnehmer sind verpflichtet die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien und der Kriterien für Treibhausgaseinsparungen mittels der von der EU-Kommission anerkannten freiwilligen nationalen oder internationalen Zertifizierungssystemen nachzuweisen.

Die Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien und Kriterien für Treibhausgaseinsparungen in das nationale Recht erfolgt durch die großherzoglichen Verordnung vom 3. Februar 2023.³⁵

6.4 | Optimierung der separaten Erfassung und der Vergärung von Bioabfällen in Biogasanlagen

Durch die Umsetzung der Bestimmungen der Abfallgesetzgebung, soll eine Erhöhung des Anschlussgrades an die getrennte Bioabfallsammlung erfolgen. In diesem Zusammenhang soll insbesondere durch eine gewicht- und /oder volumenbezogene Abgabe auf der Restmüllfraktion sichergestellt werden, dass die Bioabfallfraktion im häuslichen Restmüll reduziert wird. Diese Maßnahme ist bereits im nationalen Abfallwirtschaftsplan⁸ vorgesehen. Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung sollen sowohl die getrennt erfassten Bioabfallmengen als auch die Qualität der getrennt erfassten Bioabfälle verbessert werden.

6.5 | Überarbeitung der genehmigungsrechtlichen Anforderungen für einen emissionsarmen und sicheren Betrieb von Biogasanlagen

Die Genehmigungen für das Betreiben der Anlagen werden auf den heutigen Stand der Technik angepasst. Die Rolle der Commodo-Genehmigung hinsichtlich der präventiven Vermeidung von Wasser- und Bodenverschmutzungen wird gefestigt.

Die neuen genehmigungsrechtlichen Vorgaben zur Senkung der Methan- und Ammoniakemissionen auf Biogasanlagen befinden sich im Anhang. Diese Anforderungen können jedoch aufgrund bestimmter Betriebsbedingungen oder im Rahmen der Überarbeitung der Richtlinien verschärft werden.

Neben neuen Auflagen zur Senkung der Emissionen ist es nötig die Frequenz der Kontrollen der beiden zuständigen Verwaltungen, der Wasserwirtschaftsverwaltung (Administration de la gestion de l'eau) und der Umweltverwaltung (Administration de l'environnement) auf den Biogasanlagen zu erhöhen und die Genehmigungsanforderungen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes von Biogasanlagen zu überarbeiten. Dabei soll insbesondere ein verbesserter Boden- und Wasserschutz garantiert werden. Es sollen vorrangig folgende Themenfelder berücksichtigt werden:

- Bauliche Auflagen für Abfüllplätze und Behälter;
- Sicherheitssysteme im Falle einer Leckage und Leckagekontrollsysteme ;
- Auflagen für Kanalisationsnetz und Zwischenlager.

Da diese Anpassungen jedoch auf die jeweiligen Anlagen abgestimmt werden müssen, muss dies in individuellen Genehmigungen Niederschlag finden.

³⁵Règlement grand-ducal du 3 février 2023 fixant les critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les combustibles issus de la biomasse

6.6 | Importe von Substraten aus dem Ausland und Verwertung der Nährstoffe

Um keine Anreize für den Import von landwirtschaftlichen und nicht-landwirtschaftlichen Abfällen aus dem Ausland, die zusätzlichen Stickstoff in die Gesamtbilanz einführen und potenziell zu zusätzlichen Ammoniakemissionen beitragen zu schaffen, ist es vorgesehen, dass importierte Mengen an tierischen Ausscheidungen nicht in der Berechnung des massenbezogenen Anteils an Wirtschaftsdünger im Rahmen des Güllebonus berücksichtigt werden. Unter Voraussetzung der Genehmigungsfähigkeit (importierte tierische Ausscheidungen fallen unter die Abfallgesetzgebung) ist der Import und die Verwertung dieser importierten Substrate jedoch weiterhin möglich.

Aus Sicht des EU-Rechts ist eine Einschränkung beziehungsweise Bevorzugung des nationalen Gülle- und Mistaufkommens zulässig, da im Abfallbereich das Prinzip der nahen, lokalen Verwertung vorgesehen ist.

Um die Mobilisierung der nationalen Wirtschaftsdüngerpotenziale voranzutreiben wird demnach die aktuelle Berechnungsmethodik für den Güllebonus um diese Bedingung erweitert.

Hinsichtlich der gesetzten Zielsetzungen der Vergärung von maximal 1,0 Mio. Tonnen von Gülle und Mist in Biogasanlagen ist es vorgesehen ein Anlagenregister mit einer Obergrenze für die geförderten Biogasanlagen einzuführen.

Eine Abänderung der großherzoglichen Verordnungen von von 2011³³ und 2014³² wird im Jahr 2023 in die regulatorische Prozedur eingebracht.

6.7 | Nachhaltige Verwertung von Gärresten

Um potentielle Auswirkungen bei der Ausbringung von den Gärrückständen auf die Umwelt zu minimieren und die pflanzenbauliche Verwertung in der Landwirtschaft zu optimieren soll ein nachhaltiges Management der Gärreste umgesetzt werden. Das nachhaltige Management soll unter anderem durch die Überarbeitung der abgeänderten großherzoglichen Verordnung vom 24. November 2020²² erfolgen.

6.8 | Stallneubau – „Biogas Ready“

Stallneubauten, ab einer gewissen Größe, sollen sich am neuesten Stand bezüglich der Klima- und Luftschadstoffemissionen orientieren und die spätere bauliche Einbindung einer eigenen Hofbiogasanlage, die Verwertung in einer Gemeinschaftsanlage, oder die Verwertung in einer Biogasanlage eines Dritten, bereits in der Planungsphase, mitberücksichtigen.

Ein an die Biogasnutzung angepasstes Entmistungskonzept erlaubt es, Gülle und/oder Mist leicht in eine Biogasanlage zu befördern, und die gasförmigen Verluste in den Stallungen möglichst gering zu halten. In den Stallungen finden bereits Abbauprozesse statt, wobei unter anderem auch Methan freigesetzt wird. Das freigesetzte Methan belastet die Umwelt und steht nicht mehr zur energetischen Verwertung zur Verfügung. Durch die zeitnahe Nutzung der täglich erzeugten Gülle können höhere Biogaserträge im Vergleich zu gelagerter Gülle erzielt werden. Die Verweilzeit der Gülle im Zwischenlager soll deshalb möglichst von kurzer Dauer sein. Die Größe des Zwischenlagers muss an den Viehbestand, sowie die Entnahme-Frequenz angepasst sein und variiert deutlich, je nachdem ob die Gülle kontinuierlich in einen Fermenter gepumpt wird, oder aber z.B. wöchentlich von Fahrzeugen zu einer externen Anlage transportiert wird.

Neben dem Umweltschutz sollen die künftigen Stallgebäude auch in Sachen Tierschutz verbessert werden. Die Ställe sollen den geltenden Bio-Richtlinien entsprechen, was in der Regel zu einer Vergrößerung der Stallflächen führt. Diese Stallflächen gilt es sauber und trocken zu halten, um insbesondere Ammoniakemissionen möglichst gering zu halten. Ställe sollen mit einem automatischen Entmistungssystem ausgestattet sein, um Urin und Mist regelmäßig aus dem Stall zu befördern und in einem abgedeckten Lagerraum zu lagern. Die Anforderungen an Stallgebäude zur Ammoniak-Emissionsminderung und Biogasnutzung überschneiden sich demnach zu einem großen Teil.



Bei einer nachträglichen Errichtung einer betriebseigenen Biogasanlage können sich die Investitionskosten durch die Nutzung der bereits vorhandenen Einrichtungen (z.B. Güllelager, Pumptechnik, Rohrleitungen, Gebäude zum Einbau von Blockheizkraftwerk) reduzieren. Der Gülle-Sammelschacht des vorhandenen Stalls kann als Vorgrube verwendet werden und die dort üblicherweise vorhandene Pumpe fördert die Gülle zum Fermenter. Ein vorhandenes, abdeckbares Güllelager kann später als Gärrestlager genutzt werden. Ein großes Güllelager unter dem Spaltenboden würde in der Regel ebenfalls die Nutzung der Gülle in einer Biogasanlage erlauben. Die Energieausbeute aus einer solchen Gülle dürfte jedoch geringer ausfallen, da meist keine zeitnahe Nutzung gewährleistet ist und etwaige Methanverluste vorab erfolgen würden. Des Weiteren kann das Lagervolumen unter Spaltenboden nicht für Gärreste verwendet werden.

Die Auflage „Biogas-Ready“ gilt für Neubauten von Stallgebäuden ab einer gewissen Tierkapazität und begrenzt sich in der Regel auf den Produktionsschwerpunkt des landwirtschaftlichen Betriebs. Nebengebäude wie ein Kälberstall oder ein Jungviehstall auf einem Milchviehbetrieb können von dieser Auflage abweichen.

Es ist geplant, dass diese Maßnahme mit der nächsten Abänderung des Agrargesetzes³⁶, erfolgen soll.

6.9 | Innovative Biogasprojekte

Innovative Biogasprojekte, die zu einer überdurchschnittlichen Senkung der Treibhausgasemissionen führen, können von der Regierung gefördert werden. Hierzu können Anträge unter dem abgeänderten Gesetz vom 15. Dezember 2017³⁷ oder gegebenenfalls unter anderen Förderinstrumenten wie des „Fonds climat et énergie“ gestellt werden.

³⁶Loi modifiée du 27 juin 2016 concernant le soutien au développement durable des zones rurales

³⁷Loi modifiée du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement

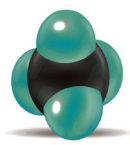


Conditions imposées par les autorisations d'exploitation des installations de biométhanisation

Dans le contexte de l'actualisation des autorisations et des nouvelles autorisations pour les installations de biométhanisation en vertu de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés et de la loi modifiée du 21 mars 2012 relative aux déchets, les installations de biométhanisation seront confrontées à des nouvelles conditions d'exploitation afin de pouvoir répondre aux règles de l'art (Stand der Technik).

A. Des nouvelles conditions concernant la réduction des émissions de CH₄ et de NH₃ :

De « nouvelles » conditions devront être imposées dans le but de réduire les émissions de méthane (CH₄) et d'ammoniac (NH₃) en provenance du digestat issus de l'installation de biométhanisation qui est entreposé dans des réservoirs de stockage avant son épandage.



CH₄ :

Pour limiter ces émissions de la digestion de biomasse, il convient d'imposer le recouvrement étanche au biogaz des réservoirs destinés à son stockage et/ou d'imposer un temps de séjour moyen minimal des substrats dans la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation afin de pouvoir garantir une fermentation complète de la biomasse.



NH₃ :

Comme l'ammoniac (NH₃) se crée à l'interface digestat/atmosphère dans le réservoir ou sur l'aire de stockage ouvert, une réduction de ces émissions est obtenue par le recouvrement du digestat.

1. Les nouvelles conditions concernant les émissions de CH₄ :

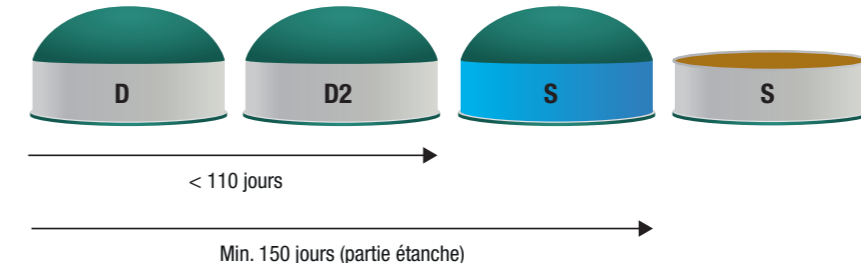
Les documents de référence pour les nouvelles conditions sont « VDI Richtlinien 3475, Blatt 4 : Emissionsminderung, Biogasanlagen in der Landwirtschaft, Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger », « VDI Richtlinien 3475, Blatt 5 : Emissionsminderung, Biologische Abfallbehandlungsanlagen Vergärung und Nachbehandlung » et « Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft ».

1.1. Conditions imposées pour les installations existantes :

- a) Un recouvrement étanche au biogaz des réservoirs destinés au stockage final du digestat est désormais en principe imposé.
- b) Il peut toutefois être renoncé à ce recouvrement étanche pour les réservoirs de digestat existants, si le temps de séjour moyen des substrats dans les digesteurs et les post-digesteurs d'au moins 110 jours est garanti, car dans ce cas, les émissions de CH₄ à partir du digestat sont minimales.



- c) Au cas où ce temps de séjour moyen des substrats dans les digesteurs et les post-digesteurs susmentionnés n'est pas garanti, un temps de séjour total d'au moins 150 jours dans la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation, doit être garanti afin de minimiser les émissions de CH₄. Pour garantir cela, les réservoirs destinés au stockage du digestat doivent être équipés d'un recouvrement étanche au biogaz.



- d) Exception aux trois points précédents est faite si une preuve peut être fournie que les émissions de CH₄ en provenance du digestat sont faibles. Ceci est le cas, si le débit horaire en CH₄ du digestat est inférieur à 1,5 % du débit horaire total de CH₄ produit par l'installation de biométhanisation. Ce débit horaire est à déterminer à une température de 20°C sur une période de 60 jours, par un bureau spécialisé en la matière.

1.2. Conditions imposées pour les nouvelles installations :

Les réservoirs destinés au stockage final du digestat doivent être équipés d'un recouvrement étanche au biogaz. En plus, pour que le débit horaire en CH₄ du digestat soit inférieur à 1 % du débit horaire total de CH₄ produit par l'installation de biométhanisation, un temps de séjour total d'au moins 150 jours dans la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation, doit être garanti, afin de minimiser les émissions de CH₄.



Le digestat pourra être enlevé de la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation avant le temps séjour minimal de 150 jours, s'il est séparé par la suite en phase liquide et phase déshydratée. La phase déshydratée devra être soumise à un traitement aérobie et la phase liquide devra de nouveau passer dans la partie étanche au biogaz de l'installation pour d'atteindre le temps de séjour minimal de 150 jours.

La séparation du digestat et le traitement aérobie du digestat devront se faire dans des installations fermées ou un hall fermé permettant le captage de l'air vicié. Afin de limiter les nuisances olfactives et de réduire les émissions en NH₃, cet air devra être traité par un laveur d'acide suivi d'un filtre biologique ou d'une installation équivalente. A savoir que pendant le traitement aérobie, le développement d'émissions de méthane doit être évité au moyen d'un apport intensif d'air.

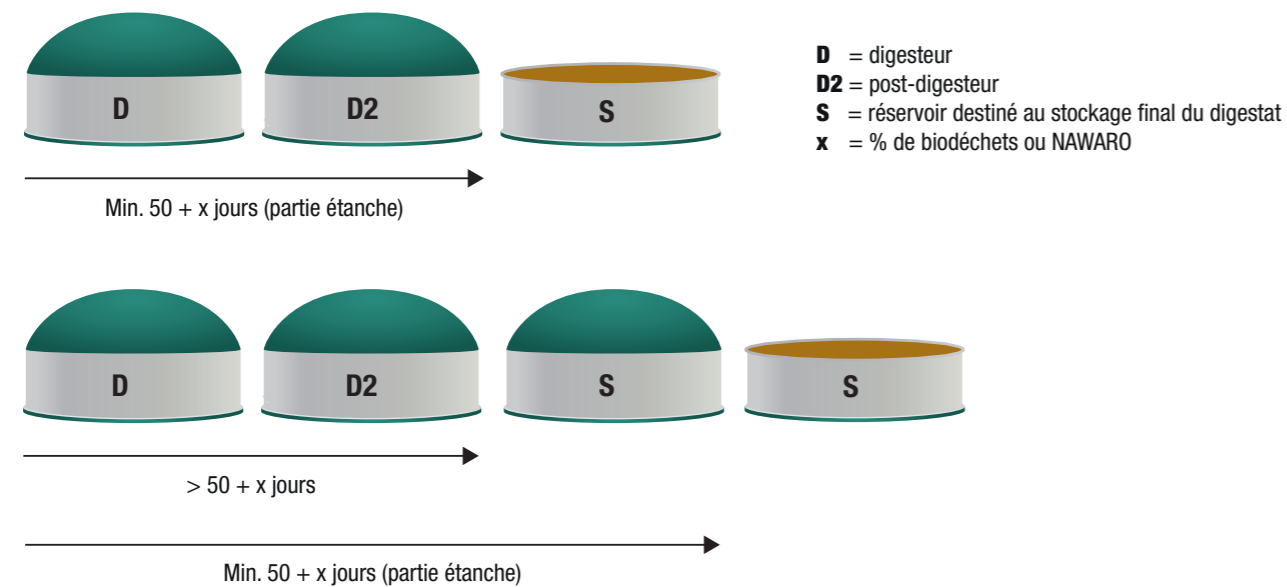
2. Exceptions envisageables concernant le temps de séjour minimal de 150 jours pour les installations de biométhanisation à base d'effluents d'élevage :

Sachant que la durée de fermentation des effluents d'élevage est en principe inférieure à la durée de fermentation des biodéchets et de la biomasse renouvelable (NAWARO – nachwachsende Rohstoffe) et afin de promouvoir la fermentation d'effluents d'élevage, des exceptions aux nouvelles conditions pourront être envisagées. Les documents de référence pour cette exception sont « Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft » et l'étude *Fehrenbach et al. (2021)*.³

Conditions d'exception envisageables concernant le temps de séjour minimal pour toutes les installations de biométhanisation à base d'effluents d'élevage :

Le temps de séjour total dans la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation des installations à base d'effluents d'élevage sera défini en fonction du pourcentage de biodéchets ou de NAWARO traités dans l'installation. Pour une installation, traitant 0 % de biodéchets ou de NAWARO, le temps de séjour minimal sera de 50 jours. Pour chaque pourcentage supplémentaire de biodéchets ou de NAWARO traités dans une installation, 1-2 jours³⁸ seront additionnés aux 50 jours.

Illustration pour le cas d'une installation dont le digesteur est suivi d'un post-digesteur :



Pour le cas de l'exception susmentionné, un recouvrement étanche au biogaz des réservoirs destinés au stockage final du digestat ne sera pas d'office imposé, mais seulement quand le temps de séjour des substrats dans le digesteur et le post-digesteur, partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation, sera inférieur au temps de séjour minimal, calculé à base des substrats entrants dans l'installation.

Les conditions du chapitre 1.2. de l'annexe, concernant l'enlèvement du digestat de la partie étanche au biogaz de l'ensemble du système de biométhanisation avant le temps séjour minimal sont également d'application en cas d'application du principe ci-dessus.

³⁸1 jour par pourcentage de substrats supplémentaire pour les installations dont le digesteur est suivi d'un post-digesteur et 2 jours pour les installations sans post-digesteurs.

3. Les nouvelles conditions concernant les émissions de NH₃ :

3.1. Le recouvrement des réservoirs destinés au stockage final du digestat liquide

Les réservoirs destinés au stockage final du digestat qui ne sont pas couverts par un recouvrement étanche au biogaz afin de réduire les émissions CH₄, devront toutefois être couverts pour limiter les émissions en NH₃. Le recouvrement des nouveaux réservoirs devra se faire par un recouvrement rigide, tel qu'une dalle en béton ou une membrane de forme conique (à ne pas confondre avec le recouvrement étanche exigé aux points précédents).

Le recouvrement des réservoirs existants pourra se faire par un système alternatif, tel qu'un couvercle souple, un couvercle flottant, ou une couverture flottante en matière plastique permettant une réduction des émissions en NH₃.

3.2. La séparation du digestat

La séparation du digestat qui est enlevé de la partie étanche après le temps de séjour moyen minimal, pourra se faire généralement sur une aire à l'air libre.

Cependant, pour des installations de biométhanisation pour lesquelles la séparation du digestat constitue une source de pollution non négligeable, la séparation devra se faire dans des installations fermées ou un hall fermé permettant le captage de l'air vicié qui devra être traité par un laveur d'acide suivi d'un filtre biologique ou d'une installation équivalente afin de limiter les nuisances olfactives et de réduire les émissions en NH₃.

3.3. Le stockage du digestat déshydraté

Le digestat déshydraté devra être compacté sur l'aire de stockage et couvert par un film plastique ou une couverture équivalente permettant une réduction des émissions en NH₃.

B. À titre d'information : Conditions pour les installations acceptant des déchets de cuisines et de cantines biodégradables (CED2 20 01 08) ou des déchets similaires :

1. Filtre biologique

Afin de pouvoir réduire les gênes olfactives dans le voisinage à un minimum, les déchets de cuisines et de cantines et les déchets similaires sont à entreposer à l'intérieur d'un hall fermé.

L'air vicié de ce hall devra être traité par un filtre biologique ou une installation équivalente.

À la sortie du filtre biologique ou de l'installation équivalente, la concentration en unités d'odeurs caractéristiques de l'air rejeté ne devra pas dépasser 500 GE/Nm³ (1 GE/Nm³ = 1 Geruchseinheit/Nm³ = une unité de mauvaises odeurs par m³), l'odeur propre du filtre comprise.

2. Installation d'hygiénisation

Selon les dispositions du RÈGLEMENT (UE) 142/2011³⁹ DE LA COMMISSION du 25 février 2011 portant application du règlement (CE) 1069/2009⁴⁰ du Parlement européen et du Conseil établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et portant application de la directive 97/78/CE du Conseil en ce qui concerne certains échantillons et articles exemptés des contrôles vétérinaires effectués aux frontières en vertu de cette directive, une installation de biométhanisation doit le cas échéant être équipée d'une unité de pasteurisation/d'hygiénisation pour les sous-produits animaux ou produits dérivés.

Si tel est le cas⁴¹, l'installation de biométhanisation traitant des déchets de cuisines et de cantines biodégradables ou des déchets similaires devra être équipée d'une installation d'hygiénisation dans laquelle les déchets pourront être traités pendant 60 minutes au moins à une température de 70°C avant d'être introduite dans le digesteur.

³⁹<http://data.europa.eu/eli/reg/2011/142/oj>

⁴⁰<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj>

⁴¹Le règlement prévoit des cas d'exceptions p.ex. lorsque les résidus de digestion de sous-produits animaux convertis en biogaz sont ensuite compostés, transformés ou éliminés conformément aux dispositions de ce règlement.

In Zusammenarbeit mit:

Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture
et du Développement rural

Autoren:

FRIES Jérôme und REDING Georges



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Énergie et de
l'Aménagement du territoire

Ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire
Département de l'énergie
4 place de l'Europe - L-1499 Luxembourg