

Inhaltsverzeichnis

2.2.2.1	Emissionen von Biogasanlagen	3
2.2.2.2	Immissionsschutztechnische Anforderungen	4
2.2.2.2.1	Grundlagen	4
2.2.2.2.2	Anlieferung und Lagerung der Gärsubstrate	8
2.2.2.2.3	Substrataufbereitung, Eingabeverfahren, Vorgruben	11
2.2.2.2.4	Gasführende Anlagenkomponenten, Fermenter, Gasspeicher	12
2.2.2.2.5	Gasreinigung, Gasqualität	16
2.2.2.2.6	Biogasnutzung	17
2.2.2.2.7	Abgasableitung	25
2.2.2.2.8	Gasfackeln	25
2.2.2.2.9	Gärrestlagerung	26
2.2.2.2.10	Gärresttrocknung	30
2.2.2.2.11	Sonstige Quellen (z. B. Anliefer-, Fermenter- oder Aerobisierungshallen)	32
2.2.2.2.12	Eigen-, Fremdüberwachung, Wartung, Betriebsorganisation/Fachkunde und Dokumentation	33
2.2.2.2.13	Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes	34
2.2.2.3	Allgemeiner Gefahrenschutz, Anwendbarkeit und Anforderungen der Störfall-Verordnung (12. BImSchV)	35
2.2.2.3.1	Allgemeine Anforderungen an BImSchG-Anlagen	35
2.2.2.3.2	Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung	35
2.2.2.3.3	Anforderungen an Biogasanlagen im Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung	37
2.2.2.4	Lärmschutz	38
2.2.2.5	Einteilung von Biogasanlagen hinsichtlich der Anforderungen zur Luftreinhaltung	41
2.2.2.6	Auflagenvorschläge zum Immissionsschutz für Biogasanlagen	41
	Weiterführende Literaturhinweise	61

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
g	Gramm
Gesamt-C	organische Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff
H ₂	Wasserstoff
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
kg	Kilogramm
m ³	Kubikmeter
mbar	Millibar
mg	Milligramm
Mg	Megagramm (entspricht t : Tonne)
MSR	Mess-, Schalt- und Regeltechnik
MW	Megawatt
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NH ₃	Ammoniak
Nm ³	Kubikmeter bei Normbedingungen (1,013 bar, 0 °C, 0 % Luftfeuchte)
NO _x	Stickstoffoxide
oTS	organische Trockensubstanz
pH	negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration = Säuregrad
ppm	parts per million
R'w	bewertetes Schalldämmmaß
RZ	Rußzahl
SO ₂	Schwefeldioxid
t	Tonne
TS	Trockensubstanz

Immissionsschutz, einschließlich Klimaschutz

Gerald Ebertsch¹, Ralf Beck¹, Thomas Karrasch², Dr. Anke Mennenga¹, Gerhard Bohn³, Andreas Schuster⁴, Thomas Krodel⁵, Lukas Stohr¹, Viktor Kaiser¹

2.2.2.1 Emissionen von Biogasanlagen

Beim Betrieb von Biogasanlagen können in Abhängigkeit der angewandten Technologie und der eingesetzten Substrate relevante Emissionen von Luftschadstoffen an verschiedenen Stellen der Anlage entstehen.

Geruchsemissionen können bei der Substratanlieferung, der Substratlagerung, bei der Einbringung der Substrate in den Fermenter oder bei der Aufbereitung von Gärresten entstehen. Auch bei der Freisetzung von Biogas z. B. bei Ansprechen der Sicherheitseinrichtungen von gasführenden Anlagenteilen, bei Betriebsstörungen oder bei alterungsbedingter Biogasdifffusion durch Membranen (z. B. Fermenter) können erhebliche Geruchsemissionen entstehen.

Bei der motorischen Nutzung des Biogases werden Emissionen an Stickstoffoxiden (NO_x), Schwefeloxiden (SO_x), Kohlenmonoxid (CO) und Formaldehyd (HCHO) freigesetzt, bei Zündstrahlmotoren zusätzlich Emissionen an Staub.

Ammoniak- (NH₃) und Geruchsemissionen können besonders von nicht abgedeckten Gärrestlagern verursacht werden. Besondere Bedeutung kommt der Freisetzung des klimarelevanten Methans (CH₄) aus nicht gasdicht abgedeckten Gärrestlagern, aber auch aus der Anlage selbst zu. Das EEG 2023, zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 03.07.2023, enthält zur Methanminderung technische Vorgaben als Bedingung für die Gewährleistung der Vergütungsansprüche (siehe Nr. 2.2.2.9).

Das Ausmaß der Methanfreisetzung aus offenen Gärrestlagern hängt wesentlich von der Auslegung der Fermenter ab, insbesondere von der Raumbelastung bzw. der effektiven Verweilzeit der Substrate im gasdichten System und der substratspezifischen Abbaugeschwindigkeit. Zu geringe Verweilzeiten der Substrate bedingen einen nur teilweisen Abbau der organischen Substanz, so dass durch die in Gärrestlagern stattfindenden Nachgärprozesse hohe Restgasemissionen an Methan entstehen können. Belegt wird dies u. a. durch die Ergebnisse des Biogas-Messprogramms II des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) [1], aber auch durch eigene Untersuchungen des LfU zum Restmethanbildungspotenzial aus offenen Gärrestlagern [2]. Die Reduzierung der klimarelevanten Methanemissionen beim Betrieb von Biogasanlagen ist aus Klimaschutzgründen von besonderer Bedeutung und wird deshalb in diesem Kapitel mitbehandelt.

Zu den verschiedenen Schadstoffen und deren Emissionsrelevanz, die in Abhängigkeit von Anlagengröße, Bauart, dem Anlagen- und Wartungszustand, der momentanen Betriebsweise und in Abhängigkeit von der Art und Menge der verschiedenen Substrate hinsichtlich Qualität und Quantität stark variieren können, wird auch auf das Kapitel „Umweltwirkungen“ unter der Nr. 1.6.2 „Gasförmige Emissionen“ verwiesen.

Neben den Emissionen an Luftschadstoffen werden beim Betrieb von Biogasanlagen besonders im Bereich der Motoranlage relevante Schallemissionen verursacht.

¹ Bayerisches Landesamt für Umwelt

² Landratsamt Traunstein

³ Landratsamt Aichach-Friedberg

⁴ Regierung von Schwaben

⁵ Regierung von Oberfranken

2.2.2.2 Immissionsschutztechnische Anforderungen

2.2.2.2.1 Grundlagen

Regelungen zum Immissionsschutz enthält grundsätzlich das „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“ (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der jeweils geltenden Fassung. Dort sind im § 5 die Pflichten der Betreiber immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftiger Anlagen und im § 22 die Pflichten der Betreiber immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen geregelt.

Nach dem § 22 BImSchG sind immissionsschutzrechtlich **nicht genehmigungsbedürftige** Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass

- schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind,
- nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden und
- die beim Betrieb der Anlagen entstehenden Abfälle ordnungsgemäß beseitigt werden können.

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen gelten weitergehende Anforderungen. Nach § 5 Abs. 1 BImSchG sind **genehmigungsbedürftige** Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass zur Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt

- schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können;
- Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen getroffen wird, insbesondere durch die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen;
- Abfälle vermieden, nicht zu vermeidende Abfälle verwertet und nicht zu verwertende Abfälle ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt werden; (...)
- Energie sparsam und effizient verwendet wird.

Der § 5 Abs. 3 BImSchG enthält darüber hinaus Anforderungen im Hinblick auf eine Betriebseinstellung von genehmigungsbedürftigen Anlagen. Dabei ist u. a. nach der Betriebseinstellung die Wiederherstellung eines ordnungsgemäßen Zustandes des Betriebsgeländes zu gewährleisten.

Hinweis:

Bei privilegiert im Außenbereich errichteten Biogasanlagen kann unabhängig davon eine Rückbaupflichtung i. S. v. § 35 Abs. 5 Satz 2 Halbsatz 1 des Baugesetzbuches (BauGB) notwendig werden (§ 6 Abs. 1 Nr. 2 BImSchG i. V. m. § 35 Abs. 5 Satz 2 Halbsatz 1 BauGB).

Technische Anforderungen zum Immissionsschutz enthalten insbesondere die beiden allgemeinen Verwaltungsvorschriften zum Bundes-Immissionsschutzgesetz „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – **TA Luft**“ und „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – **TA Lärm**“.

Die TA Luft vom 24.02.2002 (TA Luft 2002) wurde zwischenzeitlich neugefasst. Die Neufassung der TA Luft (TA Luft 2021) enthält neue Anforderungen für Biogasanlagen und Gärrestlager, die seit Inkrafttreten am 01.12.2021 zu beachten sind. Es wird empfohlen, bei der Planung oder Änderung von Anlagen die TA Luft 2021 zu berücksichtigen (siehe Übergangsregelung in der Nr. 8 der TA Luft 2021). Ansonsten gelten die Sanierungsfristen gemäß Nr. 6 der TA Luft 2021. Die neuen Anforderungen der TA Luft 2021 wurden in dieser Fassung des Kapitels 2.2.2 entsprechend berücksichtigt.

Weiterhin wird auf die folgenden einschlägigen Richtlinien des VDI, Merkblätter und Technische Regeln der Anlagensicherheit hingewiesen, die den Stand der Technik bzw. den Stand der Sicherheitstechnik beschreiben und insofern beim jeweiligen Anwendungsfall zu beachten sind:

Richtlinie VDI 3475 Blatt 4

Emissionsminderung – Biogasanlagen in der Landwirtschaft, Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger (August 2010). Die Richtlinie wird derzeit überarbeitet und an die TA Luft 2021 angepasst.

Richtlinie VDI 3475 Blatt 5

Emissionsminderung – Biologische Abfallbehandlungsanlagen – Vergärung und Nachbehandlung (Oktober 2015)

TRAS 120

Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen, BMU (Januar 2019).

Arbeitsschutz

Für Ausführungen zum Thema Arbeitsschutz wird auf das Kapitel 2.2.5 Anlagensicherheit und Arbeitsschutz verwiesen.

BVT-Schlussfolgerungen für die Abfallbehandlung⁶ und ABA-VwV

Bei Bioabfall-Vergärungsanlagen, die als Anlagen nach der Industrieemissions-Richtlinie gemäß § 3 der 4. BImSchV im Anhang 1 der 4. BImSchV in der Spalte 4 mit dem Buchstaben „E“ gekennzeichnet sind (z. B. Abfallvergärungsanlagen mit einem Durchsatz ≥ 50 t/d), sind zudem die Regelungen aus den BVT-Schlussfolgerungen Abfallbehandlung (2018) als Stand der Technik im Rahmen von Genehmigungs- und Änderungsverfahren zu berücksichtigen. Die BVT-assozierten Emissionswerte für gefasste NH_3 -, Geruchs- und TVOC-Emissionen in die Luft sind in der TA Luft 2021 bereits umgesetzt. Die in den BVT-Schlussfolgerungen enthaltenen Emissionswerte für Staub wurden nicht in der TA Luft 2021 aufgenommen. Es gelten die allgemeinen Vorgaben zur Staubreduktion gemäß Nr. 5.2.3 inklusive Ergänzung in Nr. 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021.

In der am 20.01.2022 in Kraft getretenen Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Abfallbehandlungsanlagen (ABA-VwV) sind keine weiteren Anforderungen an Bioabfall-Vergärungsanlagen enthalten.

Nicht optimal verlaufende Gärprozesse können vermeidbare Geruchsemissionen bei der Ausbringung nach sich ziehen. Zudem werden Energiepotenziale nicht vollständig genutzt. Beste verfügbare Technik gemäß den BVT-Schlussfolgerungen Abfallbehandlung (Nr. 38) ist zudem die Überwachung und/oder Kontrolle der wichtigsten Abfall- und Prozessparameter. Hinweise zur Prozessoptimierung geben die folgenden Richtlinien:

Richtlinie VDI 4630

Vergärung organischer Stoffe – Substratcharakterisierung, Probenahme, Stoffdatenerhebung, Gärversuche (November 2016)

Richtlinie VDI 4631

Gütekriterien für Biogasanlagen (Februar 2011)

Überwachungsmethoden für den dauerhaft emissionsarmen Betrieb von immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Verbrennungsmotoranlagen beschreibt das folgende Einheitsblatt:

Einheitsblatt VDMA 6299

Das Einheitsblatt beschreibt Methoden zur Überwachung der Emissionen von Verbrennungsmotoranlagen (September 2019).

⁶ DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2018/1147 DER KOMMISSION vom 10. August 2018 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung

□ Anforderungen an immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen (siehe Kapitel 2.1 „Formale Anforderungen, Ablauf des Genehmigungsverfahrens“) ergeben sich die Anforderungen zur Luftreinhaltung aus der TA Luft. Dabei sind die Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen (Nr. 4 der TA Luft 2021, „Immissionsteil“) und die Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen (Nr. 5 der TA Luft 2021 „Emissionsteil“) zu beachten.

- Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Immissionen können sich für Biogasanlagen aufgrund der Nr. 4.4.2 der TA Luft 2021 ergeben. Dabei ist zu prüfen, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen (z. B. Baumschulen, Kulturpflanzen) und von Ökosystemen durch die Einwirkung von Ammoniak gewährleistet ist. Des Weiteren ist nach Nr. 4.8 der TA Luft 2021 auch der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition zu prüfen, sofern Anhaltspunkte dafür vorliegen. Mit der Umsetzung der in Abschnitt 2.2.2.9 „Gärrestlagerung“ beschriebenen Maßnahmen ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Ammoniak sowie vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition i. d. R. sichergestellt, so dass die o. g. Prüfungen entfallen können. Die Ammoniakemissionen von ggf. betriebenen Gärresttrocknungsanlagen sind jedoch zu berücksichtigen.

- Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen

Die Anforderungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen leiten sich aus der Nr. 5 der TA Luft 2021 ab. Allgemeine Anforderungen zur Emissionsbegrenzung sind in der Nr. 5.2 genannt. Anforderungen zur Emissionsminderung staubförmiger Stoffe beim Einsatz staubender Substrate ergeben sich aus der Nr. 5.2.3 der TA Luft 2021 in Verbindung mit den diesbezüglichen Maßgaben in Nr. 5.4.1.15 und Nr. 5.4.8.6.2.

Anforderungen zur Begrenzung und Überwachung sowie zur Ableitung der Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Biogasmotoranlagen ergeben sich aus der „Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen und Verbrennungsmotoranlagen“ (44. BImSchV). Das Einheitsblatt VDMA 6299 „Methoden zur Überwachung der Emissionen von Verbrennungsmotoranlagen“ beschreibt unter anderem ergänzend Überwachungsmethoden für den dauerhaft emissionsarmen Betrieb von Verbrennungsmotoranlagen sowie Methoden für die Überwachung des effektiven Betriebes von Systemen zur Abgasnachbehandlung.

Die 44. BImSchV enthält darüber hinaus in § 6 die Pflicht zur Registrierung von bestimmten Feuerungsanlagen, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Anforderungen zur Ableitung von sonstigen Abgasen aus Biogasanlagen ergeben sich aus Nr. 5.5 der TA Luft 2021.

- Abstandsregelungen

Nach Nr. 5.4.1.15 der TA Luft 2021 ist bei der Ersterrichtung einer Biogasanlage an einem Standort ein Abstand von mindestens 100 m zur nächsten vorhandenen oder in einem Bebauungsplan festgesetzten Wohnbebauung einzuhalten. Durch die nach Anhang 7 der TA Luft 2021 zu ermittelnde Geruchszusatzbelastung können sich ggf. größere Abstände ergeben. Auf diese Anforderungen wird auch in Nr. 5.4.8.6.3 verwiesen.

Bei Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (mit Ausnahme von Garten- und Parkabfällen, Abfällen aus der Biotoppflege und aus dem Gartenbau sowie der Forstwirtschaft mit geringer Geruchsentwicklung) sind die Anforderungen der Nr. 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 zu beachten.

Bei Anlagen mit einer Durchsatzleistung von 10 t Abfällen je Tag oder mehr ist ein Mindestabstand von 300 m zur nächsten vorhandenen oder in einem Bebauungsplan festgesetzten Wohnbebauung einzuhalten. Der Mindestabstand erhöht sich bei offenen Anlagen (Annahme, Bunker oder Nachrotte) auf 500 m, sofern die Durchsatzleistung der Anlage 50 t Abfällen je Tag oder mehr beträgt. Durch die bei Ersterrichtung der Anlagen obligatorisch notwendige Geruchsimmissionsprognose nach Anlage 7

der TA Luft 2021 können sich ggf. auch größere Abstände ergeben. Die ermittelte Geruchszusatzbelastung darf auf keiner Beurteilungsfläche vorhandenen oder in einem Bebauungsplan festgesetzten Wohnbebauung den gebietstypischen Geruchsimmissionswert überschreiten.

Eine Abstandsregelung ist in der Nr. 5.4.9.36 der TA Luft 2021 auch für Anlagen zur Lagerung von Gülle oder Gärresten vorgesehen, die unabhängig von Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren betrieben werden. Hier gilt bei Anlagen zur Lagerung von Gülle oder Gärresten mit einer Lagerkapazität von 6.500 m³ oder mehr bei der Ersterrichtung ein Mindestabstand zur nächsten vorhandenen oder zur in einem Bebauungsplan festgesetzten Wohnbebauung von 100 m. Auf diese Anforderungen wird auch in Nr. 5.4.8.13 verwiesen.

□ Anforderungen an nicht immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen

Soweit im Hinblick auf die Pflichten von Betreibern immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen nach § 22 BImSchG zu beurteilen ist, ob schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen vorliegen, sollen die in der Nr. 4 der TA Luft 2021 festgelegten Grundsätze zur Ermittlung und Maßstäbe zur Beurteilung von schädlichen Umwelteinwirkungen herangezogen werden. Die Ermittlung von Immissionskenngrößen nach Nr. 4.6 unterbleibt, soweit eine Prüfung des Einzelfalls ergibt, dass der damit verbundene Aufwand unverhältnismäßig wäre. Tragen nicht genehmigungsbedürftige Anlagen zum Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen in relevanter Weise bei, ist zu prüfen, ob die nach dem Stand der Technik gegebenen Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung ausgeschöpft sind. Nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umweltauswirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Da auch bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen relevante Ammoniakemissionen freigesetzt werden können, ist zu beurteilen, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und von Ökosystemen durch die Einwirkung von Ammoniak gewährleistet ist (siehe Nr. 4.4.2 der TA Luft 2021). Solche Prüfungen können mit der Umsetzung der im Abschnitt 2.2.2.2.9 „Gärrestlagerung“ beschriebenen Maßnahmen i. d. R. entfallen. Die Ammoniakemissionen von ggf. betriebenen Gärresttrocknungsanlagen sind jedoch auch hier zu berücksichtigen.

Soweit immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Anlagen zum Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen in relevanter Weise beitragen, können auch für diese die in der Nr. 5 der TA Luft 2021 festgelegten Vorsorgeanforderungen für genehmigungsbedürftige Anlagen als Erkenntnisquelle herangezogen werden. Dies ist in den Auflagenvorschlägen unter Nr. 2.2.2.6 berücksichtigt.

Gebiete von EU-rechtlicher Bedeutung gemäß § 34 BNatSchG

Unabhängig von der genehmigungsrechtlichen Einstufung ist bei Anlagen, die im Umfeld von Natura 2000-Gebieten (FFH-Gebiete und EU-Vogelschutzgebiete) errichtet werden sollen, ggf. eine vertiefte Prüfung notwendig (siehe hierzu auch Kapitel 2.2.2.9).

Ableitung der Anforderungen für Biogasanlagen

In den folgenden Kapiteln werden die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen bei Biogasanlagen entlang der Verfahrenskette bzw. dem Materialfluss beschrieben. Zur Systematisierung der Anforderungen enthält das Kapitel 2.2.2.5 ein Einteilungsschema für Biogasanlagen, für das im Kapitel 2.2.2.6 ein gestuftes Anforderungsprofil in Form von Auflagen zum Immissionsschutz vorgeschlagen wird. Bei der Anwendung des gestuften Anforderungsprofils können ggf. aufwändige Prüfungen nach der Nr. 4.4.2 der TA Luft 2021 im Hinblick auf die Einwirkungen von Ammoniak bzw. nach der Nr. 5.2.8 der TA Luft 2021 im Hinblick auf Belästigungen durch Geruchsemissionen vermieden werden.

2.2.2.2 Anlieferung und Lagerung der Gärsubstrate

□ Anlieferung

- Staub

Abhängig von den Eigenschaften der Einsatzstoffe, der Häufigkeit der Anlieferung dieser Stoffe, der Menge und der jeweils gewählten Transport-, Umlade- und Lagerform sowie vom Zustand und Reinigungsgrad der Transportwege können relevante diffuse Staubemissionen auftreten. Wenn staubende Stoffe, wie Getreidespelzen, Knochenmehl, trockener Hühnerkot, Milchpulver usw. eingesetzt werden, sollten deshalb geeignete Maßnahmen zur Staubemissionsminderung bei der Anlieferung, der Lagerung und bei der Einbringung dieser Stoffe in die Vorgrube bzw. in den Fermenter ergriffen werden. Maßnahmen sind z. B. Transport solcher Stoffe in geschlossenen Behältnissen (Silofahrzeuge, Container, Abdeckplanen, geschlossene Gebinde o. ä.) sowie die Lagerung möglichst in geschlossenen Räumen oder abgedeckten Lagerboxen (siehe z. B. TA Luft Nr. 5.2.3). Auch die durch die TA Luft 2021 vorgeschriebene Reinigung von Betriebsflächen und Fahrwegen im Anlagenbereich tragen neben der Minderung von Geruchsemissionen auch zur Verringerung von Staubemissionen bei (siehe z. B. TA Luft Nr. 5.4.1.15).

- Geruch

Beim Anliefern und Umladen/Umfüllen von geruchsintensiven bzw. besonders geruchsintensiven Stoffen kann es weiterhin zu relevanten Geruchsemissionen kommen. Beim Einsatz von besonders geruchsintensiven Substraten (z. B. feuchter Hühnerkot, Abfälle aus der Biotonne, Küchen- und Kantinenabfälle, in Fäulnis übergehende Gemüseabfälle usw.) sind die Geruchsemissionen durch den Transport in geschlossenen Behältnissen zu minimieren.

□ Lagerung

- Geruchsintensive Substrate

Geruchsintensive Substrate sind in geschlossenen Räumen oder abgedeckten Lagerboxen zu lagern und möglichst unverzüglich weiterzuverarbeiten. Bei der Lagerung in geschlossenen Räumen können Geruchsemissionen ggf. durch geeignete Abgaserfassung und die Reinigung der Abgase in biologischen oder anderen geeigneten Abgasreinigungsanlagen weiter reduziert werden.

- Silagen

Das DWA Arbeitsblatt 792 (Technische Regel wassergefährdende Stoffe (TRwS) – Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen)), das Kapitel 2.2.4 „Wasserwirtschaft“ des Biogashandbuchs Bayern sowie das gemeinsame Merkblatt „Silagesickersaft und Gewässerschutz“ [4] enthalten Anforderungen zum Silomanagement und zur baulichen Ausführung, die auch zur Geruchsemissionsminderung beitragen. Wichtige Informationen enthalten auch die Fachinformationen des Biogasforums Bayern⁷.

Entsprechend sind Silagelager grundsätzlich hydraulisch so zu bemessen, dass geruchsintensive Silagesickersäfte über geeignete Systeme an den Austrittsstellen erfasst, in geschlossenen Auffangbehältern gesammelt oder in die Biogasanlage zur Verwertung (Vorgrube oder Fermenter) abgeleitet werden.

Bei Silagen können Geruchsemissionen auftreten, die über das ortsübliche Maß hinausgehen, wenn die Silagen nicht ordnungsgemäß konserviert und nicht fachgerecht betrieben werden. Ursachen für Geruchsemissionen können sein:

- breitflächig austretender bzw. nicht aufgefangener Silagesickersaft,
- mit Silageresten und Sickersäften verschmutzte Fahrflächen,
- Fehlgärungen, z. B. aufgrund mangelhafter Verdichtung der Silage (Geruch nach Buttersäure, Essigsäure).

⁷ https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/nachhaltig-erneuerbar-energie_HerstellungundLagerungvon-Silagen (zuletzt abgerufen am 29.07.2022)

Bei nicht abgedeckten Silagen können sich – abgesehen von einem Ertragsverlust durch aerobe Zersetzung an der Oberfläche – die Emissionen durch Fehlgärungen und ggf. vermehrt austretenden Sickersäften sowie vermehrtem Anfall von verschmutztem Oberflächenwasser zusätzlich erhöhen. Das Abdecken von Silagen mit Folien ist Stand der Technik und aus ökonomischen Gründen sinnvoll.

Der Futterstock von Silagen ist u. a. nach TRwS 792 und TA Luft 2021 Nr. 5.4.1.15 Buchstabe d) mit geeigneten Membranen, Folien, Planen oder auf andere nachweislich geeignete Weise abzudecken. Dabei ist insbesondere auf eine geeignete Fixierung der Planen zu achten. Nach TA Luft ist die Anschnittsfläche auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Die befestigten Siloplatten und Rangierflächen sind regelmäßig zu reinigen. Abdeckungen mit wasserdurchlässigem Material, wie z. B. Ansaat, getrocknetem Gärrest oder Pferdemist sind **nicht Stand der Technik**.

Hinweise:

Bei auftretenden Problemen mit austretenden Silagesickersäften können die fachkundigen Stellen der Wasserwirtschaftsverwaltung hinzugezogen werden. Bei nicht fachgerecht ausgeführten Silagen sollten die Landwirtschaftsämter hinzugezogen werden. Im Hinblick auf das sichere Arbeiten an Abdeckungen von Silagen wird auf geeignete Absturzsicherungen hingewiesen⁸.

- **Güllelagerung**

Die Lagerung von Gülle ist im Regelfall der landwirtschaftlichen Tierhaltung zuzuordnen. In den Fällen, in denen keine landwirtschaftliche Tierhaltung vorhanden ist und Gülle (zwischen-)gelagert wird, ist Folgendes zu beachten:

Für Anlagen mit einer Lagerkapazität von 6.500 m³ oder mehr gelten die Anforderungen nach Nr. 5.4.9.36 der TA Luft 2021. Die folgenden Anforderungen sind auch für Lager mit weniger als 6.500 m³ anzuwenden, wenn diese als Anlagenteil oder Nebeneinrichtung zu immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen betrieben werden.

Gülle soll zur Vermeidung von Geruchs- und Ammoniakemissionen in geschlossenen Behältern mit einer Abdeckung aus geeigneter Membran, mit fester Abdeckung oder mit Zeltdach gelagert werden. Alternativ können gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung getroffen werden, die einen Emissionsminderungsgrad (bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung) von mindestens 90 % der Ammoniakemissionen erreichen. Strohabdeckungen und Schwimmschichten erfüllen diese Anforderung nicht. Eine schwimmende Abdeckung mit Membran kann die Anforderungen erfüllen, wenn Nachweise zur Erfüllung eines Emissionsgrades von mindestens 90 % vorliegen. Als gleichwertige Maßnahmen gelten auch der Lagerung vorgeschaltete technische Aufbereitungsverfahren wie Vakuumverdampfung oder Strippung, die den Gehalt an Ammoniumstickstoff (angegeben als NH₄-N in kg/m³ Frischmasse) bezogen auf den Gehalt der Gülle vor der Aufbereitung um mindestens 90 % reduziert haben. Das Einleiten von Gülle in Lagerbehälter hat als Unterspiegelbefüllung zu erfolgen. Die Lagerbehälter sind nach dem Homogenisieren unverzüglich zu schließen. Die notwendigen Öffnungen zum Einführen von Rührwerken sind so klein wie möglich zu halten.

Bei bestehenden Anlagen ist bis zum 01.12.2026 ein Emissionsminderungsgrad bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 85 % der Emissionen an Geruchsstoffen und an Ammoniak zu gewährleisten, z. B. durch feste Abdeckung, Zeltdach, Granulat, Schwimmkörper oder Schwimmfolien. Künstliche Schwimmschichten sind nach etwaiger Zerstörung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder funktionstüchtig herzustellen.

Bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen mit geringerer Lagerkapazität als 6.500 m³ wird empfohlen, in Anlehnung an die Nr. 5.4.1.15 (Buchstabe c) bzw. Nr. 5.4.9.36 (Buchstabe b) der TA Luft 2021 die Gülle mit einer festen Abdeckung oder gleichwertigen Maßnahme zur Emissionsminderung zu versehen, die einen Emissionsminderungsgrad bezogen auf einen offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 85 % der geruchsintensiven Stoffe und Ammoniak erreicht (z. B. Zeltdach, Granulat, Schwimmkörper oder Schwimmfolie).

⁸ <https://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0001/Sicherheit-an-Fahrsiloanlagen.pdf> (zuletzt abgerufen am 03.01.2022)

Im Einzelfall ist ggf. in Abhängigkeit der ergriffenen Maßnahmen und der örtlichen Verhältnisse noch zu prüfen, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und von Ökosystemen durch die Einwirkung von Ammoniak sowie der Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen gewährleistet ist. Auf die Ausführungen im Kapitel 2.2.2.2.9 wird verwiesen.

Hinweis:

Die Abdeckung mit Strohhäckseldecken kann zu höheren Methanemissionen führen. Die Abdeckung mit Stroh ist daher nicht Stand der Technik. Empfohlen werden z. B. Beton- oder Holzabdeckungen bzw. die Abdeckung mit Folien. Inerte Schwimmkörper führen bei faserreichem Material meist zu Verbackungen und sind daher zur gleichmäßigen Abdeckung oft nicht geeignet.

- Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen

Bei Biogasanlagen, die von der Nr. 5.4.8.6.2 TA Luft 2021 erfasst sind, können nach Prüfung des Einzelfalls zur Emissions- bzw. Geruchsminderung unter Bezugnahme auf die Nr. 5.4.8.6.2 i. V. m. Nr. 5.4.1.15 der TA Luft 2021 die folgenden baulichen und betrieblichen Maßnahmen zur Anwendung kommen:

- Ausreichende Dimensionierung der Lagerkapazität gemäß Düngerecht
- Die Anforderungen der Nr. 5.4.1.15 Buchstabe j) der TA Luft 2021 sind einzuhalten.
- Gärreste, die die Anforderungen an eine nicht technisch dichte Lagerung nach Nr. 5.4.1.15 Buchstabe j) erfüllen, sollen in geschlossenen Behältern mit einer Abdeckung aus geeigneter Membran, mit fester Abdeckung oder mit Zeltdach gelagert werden oder es sind gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung anzuwenden, die einen Emissionsminderungsgrad bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 90 % der Emissionen an Geruchsstoffen und an Ammoniak erreichen. Strohabdeckungen und Schwimmschichten erfüllen diese Anforderung nicht. Eine schwimmende Abdeckung mit Membran kann die Anforderungen erfüllen, wenn Nachweise zur Erfüllung eines Emissionsgrades von mindestens 90 % vorliegen. Als gleichwertige Maßnahmen gelten auch der Lagerung vorgeschaltete technische Aufbereitungsverfahren wie Vakuumverdampfung oder Strippung, die den Gehalt an Ammoniumstickstoff (angegeben als $\text{NH}_4\text{-N}$ in kg/m^3 Frischmasse) bezogen auf den Gehalt des Gärrestes vor der Aufbereitung um mindestens 90 % reduziert haben. Bei Altanlagen ist ein Minderungsgrad von 85 % einzuhalten. Bei geschlossenen Anlagen ist das in den Bereichen Annahme, Aufbereitung und aerobe Weiterbehandlung gefasste Abgas einem Biofilter oder einer gleichwertigen Abgasreinigungseinrichtung – i. d. R. in Verbindung mit einem vorgeschalteten sauren Wäscher – zuzuführen.
- In geschlossenen Anlagen oder offenen Anlagen mit einer Absaugeinrichtung sind staubhaltige Abgase an der Entstehungsstelle, z. B. beim Zerkleinern, Absieben oder Umsetzen so weit wie möglich zu erfassen.

Eine geschlossene Ausführung des Annahme- und Aufbereitungsbereichs mit Absaugung der Abgase und Zuführung zu einer Abgasreinigung ist nach Kapitel 5.4.8.6.2 TA Luft 2021 bei Anlagen mit einem Durchsatz von > 10 t/d vorzusehen. Hallentore sind als Schnellauftore auszuführen. Die Tore dürfen nur für die notwendigen Ein- und Ausfahrten geöffnet werden. Ggf. sind zur weiteren Minderung diffuser Emissionen Luftschleieranlagen, Fahrzeugschleusen oder vergleichbare Techniken vorzusehen.

Bei Anlagen mit einer Durchsatzleistung von 10 t Abfällen je Tag oder mehr dürfen gemäß TA Luft 2021 die Emissionen an geruchsintensiven Stoffen im Abgas die Geruchsstoffkonzentration von $500 \text{ GE}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Für die Auslegung, den Betrieb und die Überwachung von Betriebsparametern von biologischen Abgasreinigungsanlagen sind die Anforderungen der Richtlinien VDI 3477, Biologische Abgasreinigung – Biofilter oder VDI 3478, Biologische Abgasreinigung – Biowäscher und Rieselbettreaktoren zu beachten.

2.2.2.2.3 Substrataufbereitung, Eingabeverfahren, Vorgruben

• Substrataufbereitung

Bei der Aufbereitung von Einsatzstoffen (Störstoffabtrennung, Zerkleinerung, Nassauflösung, Homogenisierung, Hygienisierung etc.) kommen in Abhängigkeit des Emissionspotenzials der eingesetzten Stoffe Emissionsminderungsmaßnahmen wie Kapselung oder Ausführung in geschlossener Bauweise in Frage. Entstehende geruchsintensive Abgase sind zu erfassen und in einer geeigneten Abgasreinigungsanlage (z. B. Biofilter) zu reinigen. Für die Auslegung und den Betrieb von Biofilteranlagen sind die Anforderungen der Richtlinie VDI 3477 zu beachten. Wichtige Hinweise enthält auch die Fachinformation „Substrataufbereitung“ 2019 des Biogasforums Bayern⁹.

• Trockenfermentationsverfahren

Bei Trockenfermentationsanlagen (Stapelverfahren, Garagenverfahren) (siehe auch Kapitel 2.2.2.2.4) können im Aufbereitungs- und Umschlagsbereich von Gärsubstraten geruchsintensive Stoffe freigesetzt werden. Zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen sind Anforderungen zur Emissionsminderung zu treffen, z. B. Durchführung der Aufbereitungs- und Umschlagsarbeiten in einer geschlossenen Halle. Der Hallenbereich ist auf geeignete Weise zu entlüften. Die Abgase aus der Hallenentlüftung sind zu erfassen und über Kamine über Dach abzuleiten (Ableitbedingungen siehe Kapitel 2.2.2.2.7). Die Abgaserfassung ist konstruktiv so zu gestalten, dass ggf. ein geeignetes Abgasbehandlungssystem zur Minderung von Geruchsemissionen (i. d. R. biologische Abgasreinigung) nachgerüstet werden kann. Auf die Nr. 5.2.8 der TA Luft 2021 wird verwiesen.

Die Hallentore sind mit Ausnahme von Ein- und Ausfahrvorgängen geschlossen zu halten.

Bei Abfallvergärungsanlagen im Anwendungsbereich der Nr. 5.4.8.6.2 TA Luft sind zudem die dort aufgeführten Maßnahmen durchzuführen (Aerobisierung in geschlossenen Anlagenteilen, Fassung und Reinigung von Abgas aus der Aerobisierung sowie Verwertung von Biogas aus Perkolatlagerbehältern). Weitere Hinweise zur Vermeidung und Minimierung von Emissionen gibt die Richtlinie VDI 3475, Blatt 5, Kapitel 8.1.2.1 und 8.1.2.2. Eine offene Nachrotte bereits vollständig aerobisierter Gärreste ist möglich. Dabei ist der Stand der Technik zur Kompostierung einzuhalten.

• Eingabeverfahren, Vorgrube

Die Substrateingabe ist bei allen Anlagen so vorzunehmen, dass Staubaufwirbelungen und/oder die Freisetzung von Gerüchen vermieden werden. Bei der Befüllung entstehende Verunreinigungen sind unverzüglich zu entfernen.

Bei der Vorgrube, beim Güllelager und v. a. beim Umpumpen, Umfüllen der Gülle bzw. des Gärsubstrats und insbesondere beim sog. Einspülverfahren können in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate in besonderem Maße Geruchsemissionen entstehen. Das offene Einspülverfahren zur Aufgabe von Feststoffen ist aufgrund der Emissionsrelevanz nicht Stand der Technik und ist durch andere Eingabeverfahren zu ersetzen, wie:

- Ausführung der Vorgrube mit einer geruchsdichten Abdeckung, die nur für kurzzeitige Befüllvorgänge geöffnet werden darf;
- Verwendung emissionsarmer Eingabeverfahren, wie Feststoffeintragssysteme. Mit abgedeckten Feststoffeintragssystemen können Geruchsemissionen wirkungsvoll vermieden werden.

Hinweis:

Es besteht die Gefahr durch Bildung und Freisetzung von Schwefelwasserstoff (H₂S). Schwefelwasserstoff wirkt bereits in geringen Konzentrationen toxisch. Beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Gülle ist die Gefährdung durch Schwefelwasserstoff erfahrungsgemäß gering.

Zur Vermeidung von Unfällen durch Freisetzung von Schwefelwasserstoff wird auf das Kapitel 2.2.5 Arbeitsschutz sowie die TRAS 120 (Kapitel 1.5.2.2.2 Abs. 1 und Kapitel 1.5.2.2.3 Abs. 1) hingewiesen.

⁹ <https://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0005/substrataufbereitung.pdf> (zuletzt abgerufen am 15.11.2022)

Weitere Informationen können auch der Fachinformation „Feststoffeintragssysteme“ 2019 des Biogasforums Bayern entnommen werden¹⁰.

2.2.2.2.4 Gasführende Anlagenkomponenten, Fermenter, Gasspeicher

Durch Diffusion aus gasführenden Anlagenteilen, Undichtigkeiten, Stoffeinbringung in Vorgrube und Fermenter, insbesondere aber durch Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. bei Ansprechen der Biogas-Überdrucksicherung) sowie im Anfahrbetrieb kann es zu Gasfreisetzungen kommen. Neben sicherheitstechnischen Gesichtspunkten (siehe Kapitel 2.2.5 zur Anlagensicherheit) können u. a. wegen des im Biogas enthaltenen Schwefelwasserstoffs relevante Geruchsbelästigungen in der Nachbarschaft auftreten. Zudem wird klimaschädliches Methan freigesetzt. Geruchsbelästigungen können auch bei der Diffusion von Biogas aus Gasspeichern oder undichten Membranabdichtungen (z. B. bei Alterung von Membranen) von Fermentern entstehen.

Die Errichtung und der Betrieb von Gasspeichern/Biogasbehältern im Anwendungsbereich des BIm-SchG muss unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten entsprechend den Vorgaben der Technischen Regel TRAS 120 erfolgen. Ergänzend können die Merkblätter DWA-M 375 "Technische Dichtigkeit von Membranspeichersystemen" [5], bzw. DWA-M 377 „Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern" [7] als Erkenntnisquelle dienen. Nach der TRAS 120 müssen alle gasbeaufschlagten Anlagenteile sowie ihre Ausrüstungsteile einschließlich aller Rohrleitungsverbindungen auf Dauer technisch dicht ausgeführt werden. Kann dies nach dem Stand der Technik und Sicherheitstechnik bauart- oder konstruktionsbedingt nicht erreicht werden, müssen die entsprechenden gasführenden Teile der Biogasanlage mindestens technisch dicht ausgeführt werden. Auf die Anforderungen der Nr. 5.2.6 der TA Luft wird hingewiesen. Membransysteme bzw. Gasspeicher müssen entsprechend gasdicht, druckfest, medien-, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein.

Die Materialien sollen mindestens die folgenden Anforderungen erfüllen:

Wetterschutzmembrane:

- Mindestzugfestigkeit: 3000 N / 5 cm
- Weiterreißkraft in Richtung Kette: mindestens 550 N
- Weiterreißkraft in Richtung Schuss: mindestens 500 N
- Oberfläche: leitfähig oder ableitfähig gemäß TRGS 727 (siehe Kapitel 2.2.5 Anlagensicherheit und Arbeitsschutz)
- Reflektionsgrad im Wellenlängenbereich von 0,8 bis 14 µm > 0,5 (z. B. RAL 7035 Lichtgrau), Beispielsweise aufgrund von Anforderungen des Naturschutzes (Landschaftsbild) kann auch wie in der Praxis bislang überwiegend eine grüne Farbe (z. B. RAL 6005, moosgrün) verwendet werden.
- UV-Beständigkeit
- schwer entflammbar; Feuerwiderstandsklasse B1 gemäß DIN 4102
- Temperaturbeständigkeit: von –30 °C bis +70 °C

Gasmembrane:

- Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan: ≤ 500 ml/(m² d bar)
- Temperaturbeständigkeit: von –30 °C bis +70 °C
- Außenfläche: leitfähig oder ableitfähig gemäß TRGS 727 (siehe Kapitel 2.2.5 Anlagensicherheit und Arbeitsschutz)

¹⁰ <https://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0004/technische-empfehlungen-f-r-feststoffeintragssysteme.pdf> (zuletzt abgerufen am 20.07.2022)

• Membransysteme

Die Dichtheit von Membransystemen ist vom Betreiber zu überwachen. Hierzu sind sie nach Nr. 5.4.1.15 und 5.4.8.6.2, jeweils Buchstabe e), der TA Luft mit einer zusätzlichen äußeren Umhüllung der Gasmembran auszuführen. Der Zwischenraum oder der Abluftstrom des Zwischenraumes ist auf Leckagen, zum Beispiel durch Messung von explosionsfähiger Atmosphäre oder Methan, zu überwachen. Die gemessenen Werte sind bei Anlagen, die Betriebsbereich sind und bei Abfallvergärungsanlagen, die von der Nr. 5.4.8.6.2 TA Luft erfasst sind, täglich abzulesen und wöchentlich auszuwerten, sofern dies nicht automatisch erfolgt und zu dokumentieren.

Bei Gasspeichern, einschließlich derjenigen in Gärbehältern, ist der Gasfüllstand kontinuierlich zu überwachen und anzuzeigen. Sie müssen zusätzlich mit automatischen Einrichtungen zur Erkennung und Meldung unzulässiger Gasfüllstände ausgerüstet sein. Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtungen sind so zu steuern, dass sie automatisch in Betrieb gesetzt werden, bevor Emissionen über Überdrucksicherungen entstehen. Das Ansprechen von Über- oder Unterdrucksicherungen muss Alarm auslösen und ist zu registrieren und zu dokumentieren. Die Dokumentation ist fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Die Über- und Unterdrucksicherungen sind so auszuführen, dass nach deren Ansprechen wieder ein funktionsfähiger Gasabschluss vorhanden ist.

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen, die kein Betriebsbereich sind, ist eine wöchentliche Prüfung des Zwischenraums oder des Abluftstroms des Zwischenraums auf Leckagen von Biogas ausreichend, wenn zusätzliche anlassbezogene Messungen, z. B. nach Starkwindereignissen oder Druckschwankungen vorgenommen werden. Die Werte sind zu dokumentieren. Diese Überwachungsmaßnahme kann als Mindestanforderung bei bestehenden Anlagen, die der Zwölften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung oder 12. BImSchV) unterliegen, durchgeführt werden, bis sich eine kontinuierliche Überwachung im Praxisbetrieb bewährt hat.

Membransysteme, die in Betriebsbereichen installiert sind und letztgenannte Mindestanforderung nicht erfüllen, sind spätestens bis zum Ende ihrer Standzeit oder nach irreparabler Beschädigung der Membran gegen ein überwachbares zweischaliges System auszutauschen.

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen, die kein Betriebsbereich sind, ist in Ausnahmefällen die weitere Verwendung von einschaligen Gasspeichersystemen möglich, wenn mindestens die nachfolgenden Anforderungen erfüllt werden:

- Maximale Methanpermeation: 500 ml/(m² d bar)
- Austausch der einschaligen Membran nach spätestens 6 Jahren. Der Zeitraum kann entsprechend dem Ergebnis einer sicherheitstechnischen Prüfung angemessen verlängert werden.
- Statischer Nachweis für die Unterkonstruktion in Bezug auf Schneelasten und regelmäßige Prüfung der Unterkonstruktion auf Funktionstüchtigkeit (spätestens nach 6 Jahren bzw. anlassbezogen z. B. mit Gewichtsbelastungstests).
- Nachweis der Berücksichtigung von möglichen Windlasten durch geeignete Maßnahmen (z. B. Sturmnetz, Begrenzung der maximalen Höhe).
- Einhaltung der zusätzlichen Anforderungen für Klemmschlauchsysteme (Kapitel 3.5.3 Abs. 3 der TRAS 120).
- Zur Vermeidung von unzulässig hohen Materialtemperaturen und dem Ansprechen von Über- und Unterdrucksicherungen bei Temperaturschwankungen ist ein Gasmanagement nachzuweisen, welches die möglichen Gasvolumenausdehnungen aufgrund von Temperaturunterschieden ausreichend berücksichtigt (Gasspeicherreserve, BHKW-Lastmanagement, etc.).
- Einsatz nur bei Behältern mit einem maximalen Durchmesser von 30 m.

Dies ist im Einzelfall vom Betreiber gutachterlich nachzuweisen. Das Austreten von Biogas ist durch entsprechende Anlagenauslegung und durch regelmäßige Anlagenüberprüfung und Anlagenwartung zu vermeiden (siehe dazu die Vorgaben und durchzuführende Dokumentationen gemäß TRAS 120).

Bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen, die auch kein Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs sind, können die sicherheitstechnischen Anforderungen der TRAS 120 wegen einer fehlenden Rechtsgrundlage nach §§ 22 und 23 BImSchG nicht auf das Immissionsschutzrecht gestützt werden. Dennoch wird auch bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen empfohlen Gärbehälter und Gasspeicher nach Nr. 5.4.1.15 der TA Luft mit einer zusätzlichen äußeren Umhüllung der Gasmembran auszuführen und den Zwischenraum oder den Abluftstrom des Zwischenraums auf Leckagen zu überwachen. Die gemessenen Werte sind wöchentlich im Hinblick auf die Entstehung von Undichtigkeiten zu überwachen.

- **Biogasfreisetzung im Anfahrbetrieb**

Beim Anfahren der Anlage können Geruchsbelästigungen auftreten, wenn das entstehende Biogas in die Umgebung freigesetzt wird. Für das Anfahren von Biogasanlagen sind spezifische Anfahrpläne zu erstellen, die die Freisetzung von Biogas in die Umgebung vermeiden bzw. eine schnellstmögliche Verwertung des erzeugten Biogases gewährleisten. Dabei ist Nr. 5.1.2 Abs. 4 der TA Luft zu berücksichtigen.

- **Biogasfreisetzung bei Betriebsstörungen / Wartungsarbeiten**

Betriebsstörungen sind ungeplante Ereignisse (z. B. Motorausfall oder Netzausfall ohne Strom-Einspeisemöglichkeit). Motorwartungen, wie Ölwechsel und Zündkerzenwechsel, zählen nicht zu den Betriebsstörungen. Wartungsarbeiten, Betriebsstörungen (bei kleineren Störungen in der Regel unter 50 h/a) und die Betriebszeiten von Reserveeinrichtungen sind im Betriebstagebuch zur Optimierung des Anlagenbetriebes zu dokumentieren. Die Anforderungen der Nr. 5.1.3 TA Luft sind zu beachten.

Gemäß der TA Luft ist der Gasfüllstand kontinuierlich zu überwachen und anzuzeigen. Gasspeicher müssen zusätzlich mit automatischen Einrichtungen zur Erkennung und Meldung unzulässiger Gasfüllstände ausgerüstet sein.

Das erzeugte Biogas (inkl. dem Gas aus einer anaeroben Hydrolyse) ist gemäß der folgenden Abfolge zu nutzen:

1. Bestimmungsgemäße Verwertung in der Gasverwertungseinrichtung (z. B. BHKW) oder Speicherung in der Biogasanlage bzw. in den angeschlossenen Gasspeichern.
2. Ist eine Nutzung in der bestimmungsgemäßen Gasverwertungseinrichtung oder Speicherung in besonderen Ausnahmefällen nicht möglich, ist das Biogas in einer zusätzlichen Gasverwertungseinrichtung zu verbrennen, in der Regel durch eine fest installierte Fackel nach Nummer 5.4.8.1.3b TA Luft, wenn die Zusammensetzung eine Verbrennung ermöglicht.

Um eine bestimmungsgemäße Verwertung gewährleisten zu können, sollten folgende Maßnahmen vorgesehen werden:

- Die Biogasanlage sollte mit ausreichend großen Gasspeicherkapazitäten ausgestattet sein, um die geplanten Biogasmengen unter Berücksichtigung der Betriebsweise der bestimmungsgemäßen Gasverwertungseinrichtungen (Lastgang im Tagesverlauf, etc.) zu verwerten
- Vorhalten von ausreichender Pufferkapazität der Gasspeicher
- Einbindung der Messgröße Füllstand Gasspeicher im Prozessleitsystem und in der Motorsteuerung (Gasspeicherregelung)
- Wenn eine Verfügbarkeit der bestimmungsgemäßen Gasverbrauchseinrichtung nicht sichergestellt werden kann, sollte die Fütterung der Biogasanlage entsprechend angepasst werden.

- **Anforderungen an Über- und Unterdrucksicherungen**

Jeder Gärbehälter und jeder Gasspeicher ist mit geeigneten Über- und Unterdrucksicherungen auszurüsten und zu betreiben. Überdrucksicherungen in gasbeaufschlagten Anlagenteilen sind Sicherheitseinrichtungen, die ausschließlich der Verhinderung unzulässiger Drücke dienen. Deshalb muss die zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung gemäß Kapitel 2.4 Abs. 9 der TRAS 120 Vorrang vor dem Ansprechen einer Überdrucksicherung haben.

Die Über- und Unterdrucksicherungen sind bei allen Anlagen so auszuführen, dass auch nach Ansprechen die Funktionsfähigkeit (Gasabschluss) wieder gewährleistet ist und diese auch bei Frost funktionsfähig sind (siehe Kapitel 3.3 Abs. 3 bis 5 der TRAS 120). Bei Über- und Unterdrucksicherungen mit Wasservorlage ist ein Rückfließen der Sperrflüssigkeit sicherzustellen.

Die Gaseintrittsöffnung von Über- und Unterdrucksicherungen soll so angeordnet sein, dass Verstopfungen durch aufschäumendes Substrat in den Über- und Unterdrucksicherungen sicher verhindert werden. Sie müssen so dimensioniert sein, dass bei maximaler Füllung des Gasspeichers die maximal gebildete und zugeführte Menge an Biogas gefahrlos abgeführt werden kann.

Das Ansprechen von Über- und Unterdrucksicherungen ist im bestimmungsgemäßen Betrieb i. d. R. durch eine Gasspeicherregelung (Einbindung der Messgröße Füllstand Gasspeicher ins Prozessleitsystem mit entsprechender Motorensteuerung) zu vermeiden. Die Fernsteuerung durch Dritte darf zu keinem vermehrten Ansprechen der Über-/Unterdrucksicherung führen (vgl. Kapitel 2.6.1.2 der TRAS 120). Gemäß Nr. 5.4.1.15 bzw. 5.4.8.6.2 der TA Luft ist der Gasfüllstand obligatorisch kontinuierlich zu überwachen und anzuzeigen. Sie müssen zusätzlich mit automatischen Einrichtungen zur Erkennung und Meldung unzulässiger Gasfüllstände ausgerüstet sein. Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtungen sind so zu steuern, dass sie automatisch in Betrieb gesetzt werden, bevor Emissionen über Überdrucksicherungen entstehen.

Das Ansprechen von Über- oder Unterdrucksicherungen muss bei der für den Betrieb verantwortlichen Person und in der Anlage Alarm auslösen und ist zu registrieren und zu dokumentieren. Die Dokumentation ist mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

□ **Zusätzliche Anforderungen an Trockenfermentationsverfahren (Stapelverfahren, Garagenverfahren)**

Beim Trockenfermentationsverfahren dient als Fermenter ein gasdichter, beheizter Raum, der im Batchverfahren betrieben wird. Im Batchverfahren betriebene Fermenter werden diskontinuierlich mit Substrat befüllt und nach dem Gärprozess entleert. Bei der Vergärung im Fermenter wird das Substrat unter Zugabe eines Perkolates, das während des Vergärungsprozesses auf das Substrat gesprüht wird, unter Luftabschluss vergoren. Das Perkolat enthält die für den Prozess notwendigen Bakterienkulturen und wird im Kreislauf gefahren. Da die Biogaserzeugung (Methangehalt) einen stark zeitabhängigen Verlauf zeigt, werden für eine kontinuierliche Biogasproduktion mehrere Fermenter zeitversetzt mit vergleichsweise kurzen Verweilzeiten (30 bis 70 Tage) betrieben. Beim Trockenfermentationsverfahren entstehen aufgrund der Batchbetriebsweise der Fermenter methan- und geruchsstoffhaltige Abgase, die bei der Belüftung der Fermenter bei der Entleerung anfallen. Zur Minderung der Methan- und Geruchsstoffemissionen sind beim Betrieb der Fermenter die folgenden Maßnahmen zu ergreifen:

Bis zum Öffnen der Fermenter zur Entleerung des Gärrestes kann das abgesaugte Gas dem BHKW (z. B. als Verbrennungsluft) zugeführt werden. Die Fermenter dürfen erst geöffnet werden, wenn der Methangehalt in der abgesaugten Fermenterluft unter der Nachweisgrenze der üblicherweise dafür eingesetzten Methangasmessgeräte liegt. Hierzu sind entsprechende MSR-technische Verriegelungen (Garagentore/MSR-Einrichtungen) vorzusehen. Gärbehälter sollten möglichst in eine geschlossene Halle mit Abgasreinigung öffnen. Feste Rückstände aus der Vergärung sind in geschlossenen Systemen mit Abgaserfassung zu belüften (aerobisieren) (vgl. TA Luft Nr. 5.4.1.15 Buchstabe k) und Nr. 5.4.8.6.2, Buchstaben j)). Bei Abfallvergärungsanlagen, die von der Nr. 5.4.8.6.2 TA Luft erfasst sind, hat auch eine eventuelle Nachrotte bis zum Abschluss der hygienisierenden Behandlung in geschlossenen und an eine Abgasreinigung angeschlossenen Anlagenteilen zu erfolgen.

Anfallende Belüftungsabgase sind in Abhängigkeit der Betriebserfahrungen (Geruchsbelästigungen) ggf. einer geeigneten Abgasbehandlungseinrichtung (biologische Abgasreinigung, Wäscher) zuzuführen. Die Nachrüstung eines geeigneten Abgasreinigungssystems und weitere Auflagen zur Emissionsüberwachung sollen deshalb ausdrücklich vorbehalten bleiben. Bei Abfallvergärungsanlagen gemäß 5.4.8.6.2 TA Luft sind anfallende Belüftungsabgase stets einer geeigneten Abgasbehandlungseinrichtung zuzuführen.

2.2.2.2.5 Gasreinigung, Gasqualität

Biogas kann in relevantem Umfang Begleitstoffe wie Schwefelwasserstoff (H_2S) und Ammoniak (NH_3) enthalten.

• Biogasentschwefelung

Der H_2S -Anteil im ungereinigten Biogas kann in Abhängigkeit vom Schwefelgehalt der eingesetzten Substrate bis zu 2.000 ppm und mehr betragen und weist im Betriebsverlauf u. U. deutliche Schwankungen auf. Für den wartungs- und emissionsarmen Betrieb der Biogasmotoranlage sowie zum Schutz vor Korrosion an gasführenden Anlagenteilen oder an Abgasnachbehandlungssystemen (z. B. Katalysatoren) muss das Biogas entschwefelt werden. Bei der Auslegung der Entschwefelungseinrichtungen sind grundsätzlich die Vorgaben der Motorenhersteller an den maximalen Gehalt an Schwefelwasserstoff im Biogas zu beachten. Niedrige Schwefelwasserstoffgehalte im Biogas vermindern den Wartungsaufwand durch längere Ölwechselintervalle und schonen den Motor.

In der Praxis wird hauptsächlich die Kombination aus einer biologischen Entschwefelung durch Einblasen von Luft in den Gasraum des Fermenters sowie weiteren nachgeschalteten Entschwefelungstechniken angewandt.

Als weitere Maßnahmen zur Entfernung von Schwefelwasserstoff im Fermenter oder vor der Biogasmotoranlage sind die folgenden Entschwefelungsverfahren zu nennen:

- nachgeschaltete biologische Entschwefelungsverfahren
- die Fällung von Schwefelwasserstoff durch Eisensalzzugabe in den Fermenter
- die Adsorption an eisenhaltigen Massen in Festbettabsorbieren
- die Adsorption an Aktivkohle

Die Entschwefelung des Biogases mittels Aktivkohle zur Feinreinigung ist i. d. R. notwendig, um die Deaktivierung der Katalysatoren und Korrosion im Wärmetauschersystem zu vermeiden und den SO_2 -Grenzwert der 44. BImSchV (siehe Nr. 2.2.2.6) sicher einzuhalten. Durch die Adsorption von Schwefelwasserstoff an Aktivkohle können Schwefelwasserstoffanteile < 20 ppm erreicht werden. Um diesbezüglich einen optimalen Anlagenbetrieb zu gewährleisten, sollte die Biogasqualität regelmäßig (z. B. monatlich) auf den H_2S -Gehalt kontrolliert werden.

Für den wirtschaftlichen Betrieb von Aktivkohleabsorbieren ist eine möglichst weitgehende Vorentschwefelung erforderlich. Bei zu hohem Sauerstoffgehalt im Biogas, zu hoher Beladung der Aktivkohle mit Schwefel oder bei lokal ungenügender Durchströmung kann es zu einer Selbstentzündung der Aktivkohle und damit auch zur Freisetzung von Schwefeldioxid kommen. Diese Selbstentzündungsgefahr hängt im besonderen Maße von der Art der Aktivkohle und ihrer Dotierung ab. Deshalb muss nach Kapitel 3.7 der TRAS 120 eine automatische Einrichtung zur kontinuierlichen Messung und Erkennung von unerwünschten Reaktionen im Aktivkohleabsorber vorgesehen werden.

Weitere Hinweise zu Entschwefelungsverfahren enthalten die Fachinformation des Biogasforums Bayern „Entschwefelung von Biogas in landwirtschaftlichen Anlagen“¹¹.

• Ammoniak

Beim Einsatz von stickstoffreichen Substraten (z. B. eiweißreichen Energiepflanzen, Hühnerkot) oder stickstoffreichen Abfällen können erhöhte Gehalte an NH_3 im Biogas auftreten. Ammoniak kann die Klopffestigkeit und Flammeigenschaften von Biogas verändern und hat deshalb erheblichen Einfluss auf das Verbrennungsverhalten. Die Ammoniakkonzentration im Biogas sollte deshalb so gering wie möglich sein. Da Ammoniak wasserlöslich ist, kann die Ammoniakbelastung bei einer sachgerechten Kondensatabscheidung reduziert werden. Ggf. kann eine zusätzliche Trocknung des Biogases erforderlich sein (z. B. durch externe Kühleinrichtungen).

¹¹ <https://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0002/Entschwefelung-von-Biogas-in-landwirtschaftlichen-Biogasanlagen2013.pdf> (zuletzt aufgerufen am 15.11.2022)

2.2.2.2.6 Biogasnutzung

Erzeugtes Biogas einschließlich Gas aus der anaeroben Hydrolyse ist zu nutzen, soweit die Zusammensetzung nach dem Stand der Technik eine Verwertung ermöglicht. Ist dies wegen einer Abschaltung für geplante Instandhaltung oder einer Abregelung der Leistung der Gasverwertungseinrichtung nicht möglich, so ist das erzeugte Biogas in der Anlage zu speichern. Soweit Biogas einschließlich Gas aus der anaeroben Hydrolyse wegen Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb nicht verwertet werden kann und soweit eine Speicherung nicht möglich ist, ist das Biogas zu verbrennen, in der Regel durch eine fest installierte Fackel nach Nummer 5.4.8.1.3b der TA Luft sowie Kap. 2.1 Abs. 12 und Kap. 3.8 Nr. 4 der TRAS 120, wenn die Zusammensetzung eine Verbrennung ermöglicht (siehe hierzu Kapitel 2.2.2.2.8 „Gasfackeln“).

• Immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasverbrennungsmotoranlagen

Biogasverbrennungsmotoranlagen sind nach der 4. BImSchV ab einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 1 MW oder mehr immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig. Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasverbrennungsmotoranlagen gelten die Anforderungen der Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (44. BImSchV) mit Inkrafttreten der Verordnung am 13.06.2019.

Biogasverbrennungsmotoranlagen sind unter Berücksichtigung des Standes der Technik so auszulegen und zu betreiben, dass gemäß § 16 der 44. BImSchV die Emissionsgrenzwerte der folgenden Tabelle 1 für neue Motoranlagen bzw. der Tabelle 2 für bestehende Motoranlagen nicht überschritten werden.

Die angegebenen Emissionsgrenzwerte sind auf das Abgasvolumen im Normzustand (273,15 K; 101,3 kPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf und auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 5 % bezogen.

Die Tabellen enthalten auch die Fristen, ab wann die jeweiligen Grenzwerte einzuhalten sind. Dabei wurden die Übergangsregelungen des § 39 der 44. BImSchV für bestehende Anlagen berücksichtigt.

Nach § 2 Abs. 4 der 44. BImSchV sind bestehenden Anlagen wie folgt definiert:

„Bestehende Anlage“ im Sinne der Verordnung ist eine Feuerungsanlage,

1. die vor dem 20. Dezember 2018 in Betrieb genommen wurde oder
2. für die vor dem 19. Dezember 2017 nach § 4 oder § 16 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes eine Genehmigung erteilt wurde, sofern die Anlage spätestens am 20. Dezember 2018 in Betrieb genommen wurde.

Tab. 1: Emissionsgrenzwerte für neue Motoranlagen (gem. § 16 i. V. m. § 39, 44. BImSchV)

Schadstoff	Grenzwerte der 44. BImSchV	Einzuhalten
Kohlenmonoxid (auch Zündstrahlmotoren)	0,50 g/m ³	ab Inkrafttreten
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,50 g/m ³ 0,1 g/m ³	bis 31.12.2022 seit 01.01.2023
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	0,09 g/m ³	ab Inkrafttreten
Formaldehyd	30 mg/m ³ 20 mg/m ³	bis 31.12.2019 seit 01.01.2020
Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	1,3 g/m ³	seit 01.01.2023
Ammoniak*	30 mg/m ³	ab Betrieb SCR

Tab. 2: Emissionsgrenzwerte für bestehende Motoranlagen (§ 16 i. V. m. § 39, 44. BImSchV)

Schadstoff	Grenzwerte der 44. BImSchV	Einzuhalten
Kohlenmonoxid	< 3 MW: 1,0 g/m ³ bzw. 2,0 g/m ³ (bei Zündstrahl) ≥ 3 MW: 0,65 g/m ³ (alle) (Werte gemäß TA Luft 2002)	bis 31.12.2024
	0,50 g/m ³	ab 01.01.2025
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,50 g/m ³ Bei Zündstrahlmotoren: < 3 MW: 1,0 g/m ³ ≥ 3 MW: 0,50 g/m ³	bis 31.12.2028
	0,1 g/m ³	ab 01.01.2029
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	0,31 g/m ³ (Wert gemäß TA Luft 2002)	bis 31.12.2024
	0,09 g/m ³	ab 01.01.2025
Formaldehyd	30 mg/m ³	seit 05.02. bzw. 20.06.2019
Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	1,3 g/m ³	ab 01.01.2029
Ammoniak*	30 mg/m ³	ab Betrieb SCR

*** Hinweis:**

Unter Bezugnahme auf das Schreiben des StMUV vom 15.03.2022 und zur LAI Auslegungsfrage zu § 9 der 44. BImSchV [28], ob alle Verbrennungsmotoranlagen, die einen SCR-Katalysator nachrüsten, ein Genehmigungsverfahren gemäß § 16 BImSchG durchlaufen und ein Gutachten zur Stickstoffdeposition im Hinblick auf stickstoffempfindliche Pflanzen erstellen müssen, gilt Nachfolgendes:

Bei der Nachrüstung eines SCR-Katalysators ist i. d. R. ein Anzeigeverfahren gemäß § 15 BImSchG ausreichend. Für den Fall benachbarter stickstoffempfindlicher Pflanzen und Ökosysteme bzw. FFH-Gebiete ist eine Anzeige nach § 15 BImSchG ausreichend, wenn hinter dem SCR-Katalysator ein Sperrkatalysator eingesetzt wird und eine NH_3 -Emissionskonzentration von 5 mg/m^3 eingehalten wird. Ausbreitungsrechnungen für Biogasmotoranlagen im Geltungsbereich der 44. BImSchV haben gezeigt, dass bei einer NH_3 -Emissionskonzentration von 5 mg/m^3 im Abgas i. d. R. eine Erhöhung der Summe der Stickstoffdeposition aus NO_x und NH_3 vermieden werden kann.

Zur Einhaltung der Formaldehyd- und Kohlenmonoxidgrenzwerte ist der Einsatz eines geeigneten Oxidationskatalysators erforderlich. Voraussetzung für den kontinuierlich effektiven Betrieb von Oxidationskatalysatoren im Sinne der 44. BImSchV ist eine weitgehende Entschwefelung des Biogases z. B. mittels Aktivkohleadsorber (Feinreinigung). Beim Betrieb der Biogasentschwefelung sind die Spezifikationen der Hersteller der eingesetzten sekundären Abgasreinigungsanlagen (z. B. des Oxidationskatalysators) insbesondere für die zulässigen H_2S - bzw. SO_2 -Gehalte im ungereinigten Abgas des Motors zu berücksichtigen. Außerdem sind die maximalen Betriebstemperaturen des Katalysators zu beachten.

Zur Einhaltung des neuen Stickstoffoxidgrenzwertes von $0,1 \text{ g/m}^3$ ist der Einsatz der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) notwendig. Dabei wird ein harnstoffhaltiges Reduktionsmittel (z. B. Adblue®) geregelt vor dem Katalysator zugegeben, so dass die im Abgas enthaltenen Stickstoffoxide zu elementarem Stickstoff reduziert werden. Durch die Reduktionsmittelzugabe bedingte Ammoniakemissionen (Ammoniak schlupf) können durch ein geeignetes Regelungskonzept sowie durch einen der SCR-Anlage nachgeschalteten sogenannten Sperrkatalysator, der als Oxidationskatalysator fungiert, weitestgehend vermieden werden. Relevante Ammoniakemissionen sind dann bei ordnungsgemäßem Betrieb der Abgasreinigung nicht mehr zu erwarten.

In einem Forschungsprojekt des StMUV an der TU München zeigte sich, dass eine mit einer SCR-Anlage nachgerüstete bestehende Biogasmotoranlage den Grenzwert für Stickstoffoxide der 44. BImSchV sicher einhalten kann.

Grundsätzlich wird bei der Anschaffung von Motoren empfohlen, beim Hersteller Angaben zu den Emissionswerten einzuholen. Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen sind diese Angaben nach § 4a der 9. BImSchV als Bestandteil der Antragsunterlagen zwingend erforderlich. Entsprechendes gilt auch beim Einsatz von sekundären Abgasreinigungseinrichtungen.

Für Biogasmotoren, die weniger als 300 h/a betrieben werden, gilt ein Stickoxidgrenzwert von $0,50 \text{ g/m}^3$ (§ 16 Abs. 7 der 44. BImSchV). Für Kohlenmonoxid, Schwefeloxid und Gesamtkohlenstoff sind für diesen Fall keine Grenzwerte vorgeschrieben. Für Kohlenmonoxid und Stickstoffoxide sind jedoch die motorischen Maßnahmen nach dem Stand der Technik auszuschöpfen (§ 16 Abs. 6). Für Formaldehyd gelten keine gesonderten Regelungen, hier gelten die Grenzwerte gemäß Tab. 1 (20 mg/m^3 für neue Motoranlagen) und Tab. 2 (30 mg/m^3 für Altanlagen).

- **Emissionsüberwachung bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen**

Die Anforderungen an die Emissionsüberwachung ergeben sich aus § 24 der 44. BImSchV. Die wesentlichen Anforderungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die detaillierten Anforderungen sind den Auflagenvorschlägen unter 2.2.2.6 zu entnehmen.

Tab. 3: Emissionsüberwachung durch Stellen nach § 29b BImSchG

Schadstoff	Messintervall gemäß 44. BImSchV
Kohlenmonoxid	jährlich
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	jährlich
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	alle drei Jahre
Formaldehyd	jährlich
Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	jährlich
Ammoniak	jährlich

Hinweise:

- Die Messungen für Gesamt-C und Ammoniak haben ab dem Zeitpunkt zu erfolgen, ab dem die Emissionsgrenzwerte gelten.
- Sofern die Anlage über einen der SCR nachgeschalteten Oxidationskatalysator als Sperrkatalysator verfügt, sind gemäß § 26 Satz 2 Nr. 2 der 44. BImSchV keine Emissionsmessungen von Ammoniak erforderlich.
- Grundsätzlich gilt der Messturnus der 44. BImSchV auch für bestehende Anlagen seit Inkrafttreten der Verordnung.
- Für Biogasmotoren, die weniger als 300 h pro Jahr betrieben werden, sind alle 3 Jahre Stickstoffoxide zu messen. Kohlenmonoxid und Formaldehyd sind jährlich zu messen. Schwefeloxid und Gesamt-C müssen nicht gemessen werden, da kein Grenzwert gilt.
- Für Biogasmotoren, die ausschließlich dem Notbetrieb dienen, können die Vollzugsempfehlungen der Regierungen und des LfU vom 15.03.2022 [26] angewendet werden.
- Die 44. BImSchV enthält darüber hinaus im § 24 folgende neue Anforderungen zur Überwachung des kontinuierlichen effektiven Betriebes der Abgasreinigungseinrichtungen von Motoranlagen:
 - Bei Verbrennungsmotoranlagen, die mit Rußfiltern ausgerüstet sind, hat der Betreiber Nachweise über den kontinuierlich effektiven Betrieb des Rußfilters zu führen.
 - Der Betreiber hat bei Verbrennungsmotoranlagen, die mit thermischer Nachverbrennung ausgestattet sind, die Temperatur der Nachverbrennung kontinuierlich zu ermitteln.
 - Bei Verbrennungsmotoranlagen, die mit Oxidationskatalysatoren ausgestattet sind, hat der Betreiber Nachweise über den kontinuierlich effektiven Betrieb des Katalysators zu führen.
 - Gemäß § 24 Abs. 7 der 44. BImSchV hat der Betreiber einer Verbrennungsmotoranlage außerdem Nachweise über die dauerhafte Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Stickstoffoxide, zum Beispiel über den kontinuierlichen effektiven Betrieb der Abgasreinigungseinrichtung, zu führen. Der Betreiber einer Gasmotoranlage nach dem Magergasbetrieb hat die Emissionen an Stickstoffoxiden im Abgas eines jeden Motors mit geeigneten qualitativen Messeinrichtungen mittels NO_x-Sensoren als Tagesmittelwert zu überwachen.

Hinweise zur Überwachung des kontinuierlichen effektiven Betriebes von Biogasmotoranlagen enthält das Einheitsblatt VDMA 6299 (Stand: September 2019). Es beschreibt unter Punkt 4 ein allgemeines Überwachungskonzept zur Überwachung eines dauerhaft emissionsseitig konformen Betriebes, sowie unter Punkt 5 Maßnahmen zur Überwachung des emissionsseitig konformen Betriebes mit den folgenden wesentlichen Elementen:

- Ausgabe einer Alarmierung durch das Steuerungssystem der NO_x-Sensoren, wenn der ermittelte Tagesmittelwert der NO_x-Konzentration die folgenden Alarmschwellen überschreitet.

Tab. 4: Alarmschwellen gemäß VDMA-Einheitsblatt 6299

Alarmschwellen*	
NO _x -Grenzwert	Tagesmittelwert, bei dem der Alarm ausgelöst wird
0,1 g/m ³	≥ 0,15 g/m ³
0,50 g/m ³	≥ 0,60 g/m ³

* Bei anderen einzuhaltenden Emissionsgrenzwerten (z. B. Zündstrahlmotoren, die bestehende Anlagen im Sinne der 44. BImSchV sind) wird empfohlen, die Alarmschwelle auf das 1,2-fache des NO_x-Grenzwertes zu setzen.

- Ausgelöste Alarmer sind zu visualisieren (z. B. über ein Display oder Anzeige) und auf geeignete Weise zu dokumentieren. Die Alarmer sind für mindestens ein Jahr zu speichern.
- Oxidationskatalysatoren sind durch Verplombung gegen einen unbefugten Ausbau zu sichern. Die Verplombung soll nicht zerstörungsfrei zu entfernen sein und soll ein eindeutiges identifizierendes Merkmal in Form einer fortlaufenden Nummer oder einer anderen individuellen Kennzeichnung (z. B. Herstellerlogo des Motoren- oder Anlagenherstellers, Kennung des Servicebefugten) besitzen.
- Aufzeichnung der Historie von Überwachungs- und Servicemaßnahmen (z. B. Änderungen an der Motorsteuerung, Tausch von einzelnen Komponenten z. B. Oxidationskatalysator), der Entfernung und Anbringung von Verplombungen, der Ergebnisse von Überprüfungsmessungen (z. B. durch Serviceverantwortliche) sowie der Historie von Alarmierungen oder Fehlermeldungen und von getroffenen Abhilfemaßnahmen sind in einem Logbuch/Betriebstagebuch zu dokumentieren.

Die einzelnen aus dem VDMA Merkblatt zu berücksichtigenden Anforderungen sind als Auflagenvorschläge in Nr. 2.2.2.6 formuliert.

Hinweis:

In dem Forschungsprojekt des StMUV an der TU München wurde die mit einer SCR-Anlage nachgerüstete Biogasmotoranlage mit entsprechenden handelsüblichen NO_x-Sensoren nachgerüstet und messtechnisch untersucht. Eingesetzt wurden NO_x-Sensoren, die auch im Kfz-Sektor zur Regelung der SCR-Anlagen von Dieselmotoren verwendet werden. Die Untersuchungen der TU München zeigen, dass diese Sensorik grundsätzlich für die qualitative Überwachung von solchen Motoranlagen geeignet ist.

• Immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Biogasmotoranlagen

Bei immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Biogasmotoranlagen sollten die folgenden Emissionsbegrenzungen eingehalten werden:

Tab. 5: Emissionsbegrenzungen für immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Biogasmotoranlagen

Emissionsbegrenzung für Anlagen mit < 1 MW Gesamt-Feuerungswärmeleistung		
	Gasmotor	Zündstrahlmotor
	0,5 g/m ³	1,0 g/m ³
	1,0 g/m ³	2,0 g/m ³
	40 mg/m ³	40 mg/m ³

Über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen sind vom Motorenhersteller geeignete Nachweise vorzulegen.

Im Rahmen der Motor- bzw. Anlagenwartung ist durch Überprüfungsmessungen (i. d. R. für NO_x, CO und Formaldehyd) durch einen Serviceverantwortlichen oder qualifiziertes Personal nach Kap. 3.4 des VDMA Einheitsblatt 6299 nachzuweisen, dass die in Tabelle 5 genannten Emissionsbegrenzungen sicher eingehalten werden. Die Messergebnisse sind im Betriebstagebuch zu dokumentieren. Die Auflagen zur Emissionsbegrenzung und -überwachung sind im Kapitel 2.2.2.6 unter Nr. 6.1 als Auflagenvorschlag zusammengefasst.

□ Emissionsarmer Betrieb von Biogasmotoranlagen

- Anlagen

Bei Zündstrahlmotoren steigen erfahrungsgemäß die Stickstoffoxid-Emissionen mit erhöhtem Zündöleinsatz deutlich an. Im Regelbetrieb können die Motoren mit einem Zündölanteil, bezogen auf den Anteil an der Feuerungswärmeleistung von < 5 bis 10 % betrieben werden. Die Minderung der Stickstoffoxidemissionen bei Gas-Ottomotoren kann mit der Magergemischbetriebsweise (hoher Luftüberschuss) erreicht werden.

Der Betrieb von Biogasmotoren bzw. Gasmotoranlagen trägt zu einem erheblichen Anteil zu den jährlichen Stickstoffoxidemissionen im Anlagensektor bei. Der NO_x-Emissionsminderung und der sicheren Einhaltung von Emissionsgrenzwerten kommt aus Sicht der Luftreinhaltung sehr hohe Bedeutung zu. Aufgrund des technisch bedingten Zielkonfliktes zwischen emissionsarmem Betrieb der Motoren und dem erwünschten Betrieb der Motoren mit möglichst hohem Wirkungsgrad und ggf. damit ansteigenden NO_x-Emissionen muss deshalb im Bereich der Magergastechologie sichergestellt sein, dass die einschlägigen Emissionsgrenzwerte auch im Dauerbetrieb sicher eingehalten werden. Für den Bereich der genehmigungsbedürftigen Motoranlagen ist der Einsatz eines SCR-Katalysators bei bestehenden Anlagen ab dem 01.01.2029 erforderlich, um den neuen Grenzwert der 44. BImSchV von 0,1 g/m³ einzuhalten. Bei neuen genehmigungsbedürftigen Anlagen (Inbetriebnahme ab dem 20.12.2018) ist die Nachrüstung eines SCR-Katalysators spätestens zum 01.01.2023 erforderlich.

- Minderung von Kohlenmonoxid, Methanschlupf

Bei Biogasmotoren sind durch den relativ hohen Anteil an CO₂ im Biogas die Flammgeschwindigkeit und somit auch die Verbrennungsgeschwindigkeit im Motorbrennraum (Zylinder) gegenüber Erdgas bzw. reinem Methan verringert, bei gleichzeitig erhöhter Klopfestigkeit (Methanzahl) und Zündtemperatur. Die Verbrennung läuft dadurch insgesamt sanfter und ohne die sonst relativ hohen Verbrennungstemperaturspitzen ab, wodurch auch die Emissionen an Stickstoffoxiden geringer ausfallen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die motorische Biogasverbrennung z. B. bei sinkender bzw. schlechterer Biogasqualität bei gleichzeitig erhöhtem Methanschlupf zu ansteigenden Emissionen an

Kohlenmonoxid und Formaldehyd führen kann. Dabei sinkt auch der motorische Wirkungsgrad. Bei der Anlagenplanung ist deshalb grundsätzlich auf die richtige Motordimensionierung und die Abstimmung des Motors auf die zu erwartende Biogasqualität zu achten.

Bei der Motoranschaffung wird grundsätzlich empfohlen, beim Hersteller Angaben zum Methanschluß einzuholen. Messwerte über den Methanschluß im Motorabgas liegen bei den emissionsarmen, neuen Motoren im Bereich von $< 0,5 \text{ g/m}^3$. Bei Motoren mit hohem Wirkungsgrad können diese Emissionen deutlich höher liegen und mit zunehmender Betriebsdauer durch Verschleiß zunehmen. Einer regelmäßigen Wartung der Motoranlagen durch einen Servicetechniker kommt deshalb auch zur Minderung der Methanemissionen eine hohe Bedeutung zu.

Die Ergebnisse von Emissionsmessungen an älteren und kleineren Biogasmotoranlagen zeigen häufig, dass die Emissionen im Vergleich zu den festgelegten Emissionsbegrenzungen bei einer nicht ordnungsgemäßen Motoreinstellung, einer falschen Motordimensionierung und bei mangelnder Anlagenwartung unzulässig erhöht waren. Näheres dazu kann [8], [9], und [10] entnommen werden.

Zur Begrenzung der Methanemissionen wurde in der 44. BImSchV für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Motoranlagen ein Grenzwert für organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C) von $1,3 \text{ g/m}^3$ eingeführt. Bei Neuanlagen ist der Grenzwert ab dem 01.01.2023 und bei bestehenden Anlagen ab dem 01.01.2029 einzuhalten.

- - Minderung der Formaldehydemissionen

Formaldehyd ist mit der Verordnung (EU) Nr. 605/2014 als „wahrscheinlich beim Menschen karzinogen“ in die Gefahrenkategorie Carc. 1B eingestuft. Die aufgrund dieser Neueinstufung von Formaldehyd in der Vollzugsempfehlung Formaldehyd (Stand 09.12.2015) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) gestellten Anforderungen zur Emissionsbegrenzung von Formaldehyd an genehmigungsbedürftige Motoranlagen [11] sind im Wesentlichen als Emissionsgrenzwerte in die 44. BImSchV eingeflossen (siehe Tabellen 1 und 2).

Mit Beschluss auf der 134. Sitzung der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) wurde außerdem der vormalige LAI-Beschluss vom 17./18.11.2008 über Formaldehyd-Emissionen aus Verbrennungsmotoranlagen bei Einsatz von Biogas im Hinblick auf die Zusatzvergütung des EEG wie folgt angepasst [12]:

„Zur Gewährung der im EEG 2009 (§ 27 Abs. 5 bzw. § 66 Abs. 1 Nr. 4a) verankerten Zusatzvergütung von 1 Eurocent/kWh müssen bestehende Verbrennungsmotoranlagen, die Biogas als Brennstoff einsetzen, ab dem 01.07.2018 einen Emissionswert von 20 mg/m^3 Formaldehyd (HCHO) (bezogen auf 5 % O_2) einhalten.“

Zu den weiteren Anforderungen dieses LAI-Beschlusses wird auf den modifizierten Anhang A in folgendem Link verwiesen: https://www.lfu.bayern.de/luft/p26_messstellen/doc/modifizierter_anhang_by_lai_vollzugshinweise_stand_0804.2022.pdf [25]

Zur Minderung der motorischen Formaldehydemissionen sowie der CO-Emissionen sind deshalb geeignete Oxidationskatalysatoren einzusetzen. Als Messverfahren für die Bestimmung der Emissionen an Formaldehyd wird empfohlen, das Verfahren nach Richtlinie VDI 3862, Blatt 2, (DNPH-Verfahren) [13] oder das Verfahren nach Richtlinie VDI 3862, Blatt 4 (AHMT-Verfahren) [14] anzuwenden.

Zusammenfassung:

Für einen emissionsarmen Betrieb von Biogasmotoranlagen ist auf die richtige Motoreinstellung, auf regelmäßige Wartung, regelmäßige Kontrolle der Biogasqualität und eine ordnungsgemäße Funktion der nachgeschalteten sekundären Abgasreinigungssysteme zu achten. Dazu ist es erforderlich, eine auf diesem Gebiet erfahrene Fachfirma, den Motorenhersteller bzw. dessen Vertragspartner hinzuzuziehen. Hierzu sollten Wartungsverträge abgeschlossen werden. Das im Rahmen der Wartung erstellte Messprotokoll über die emissionsseitige Überprüfung und die ordnungsgemäße Motoreinstellung sollte in einem Betriebstagebuch abgeheftet und der Genehmigungsbehörde auf Verlangen vorgelegt werden. Die aus fachlicher Sicht dazu erforderlichen Auflagen werden im Kapitel 2.2.2.6 vorgeschlagen.

- Feuerungsanlagen

Beim Einsatz von Biogas in Feuerungsanlagen gelten je nach Konstellation die Anforderungen der 44. BImSchV oder der 1. BImSchV. Hierzu geben im Einzelfall die Genehmigungsbehörden Auskunft. Auf die Anforderungen wird hier nicht näher eingegangen.

- Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz

Vor der Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz muss Biogas auf erdgasvergleichbare Qualität aufbereitet werden. Bei der Biogasaufbereitung werden unerwünschte Bestandteile des Biogases, insbesondere CO₂ abgeschieden. Die Aufbereitung von Biogas ist mit folgenden Verfahren möglich:

- Chemische Wäsche: Entfernung des CO₂ durch Wäsche mit Lösungsmitteln aus der Gruppe der Amine, z. B. Methyldiethanolamin, Methanol oder Polyglykolether
- Druckwasserwäsche: Absorption unter Druck, Waschmittel ist in der Regel Wasser
- Druckwechseladsorption: Adsorption u. a. von CO₂ an festen Adsorptionsmaterialien, wie z. B. Aktivkohle oder Molekularsieben. Desorption durch Druckverringern.
- Membranverfahren: Abscheidung des CO₂ an Polymermembranen bei Drücken von 10 bis 20 bar.
- Kryogenvorgang: Ausfrieren von CO₂ unter Druck
- Alkalische Wäsche mit Kalkmilch. Das CO₂ fällt dabei als Calciumcarbonat aus.

Je nach Verfahren sind nach der Abtrennung noch unterschiedliche Methangehalte im abgetrennten CO₂ enthalten. Beim Druckwechseladsorptionsverfahren enthält das anfallende Abgas z. B. üblicherweise noch einen Methananteil von ca. 0,5 bis 2 %.

Zur Minderung der Methanemissionen müssen deshalb weitere Maßnahmen ergriffen werden. In Frage kommen derzeit die thermische Nutzung des Abgases z. B. in einem Schwachgaskessel oder andere Verfahren wie die (katalytische) Schwachgasnachverbrennung. Die Richtlinie VDI 3896 „Emissionsminderung – Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität (10.2015)“ enthält hierzu in Kapitel 7 weiterführende Hinweise. Die Richtlinie VDI 3475, Blatt 4, Tabelle 8, enthält eine Übersicht über die entstehenden Emissionen bei der Reinigung von Biogas.

In jedem Fall ist vom Antragsteller ein entsprechendes Emissionsminderungskonzept für die Behandlung des Abgases aus der Biogasaufbereitung vorzulegen.

Gemäß Nr. 5.4.1.16a der TA Luft 2021 (Anlagen zur Aufbereitung von Biogas unter Abscheidung von Kohlendioxid) sind weiterhin folgende bauliche und betriebliche Maßnahmen unter Beachtung der Richtlinie VDI 3896 (Ausgabe Oktober 2015) anzuwenden:

- a) Beim Einsatz thermischer Nachverbrennungseinrichtungen gelten die allgemeinen Anforderungen der Nummer 5.2.4, letzter Absatz auch beim Einsatz von Schwachgas aus Biogasaufbereitungsanlagen.
- b) Abdichtungssysteme sind auf den Verdichtungsdruck auszulegen. Bei Verdichtungen anfallendes Leckagegas ist in die Anlage zurück zu fördern oder, wenn dies nicht möglich ist, einer für die Verdichterenddrücke geeigneten, zusätzlichen Gasverbrauchseinrichtung zuzuführen. Wenn es sich dabei um eine Fackel handelt, gelten die Anforderungen der Nummer 5.4.8.1.3b.

Bei Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb ist das in den Anlagenteilen zur Aufbereitung anfallende, extrem entzündbare oder entzündbare Gas einer für die Verdichterenddrücke geeigneten Fackel nach Nummer 5.4.8.1.3b zuzuführen, soweit eine Nutzung nicht möglich ist.

2.2.2.2.7 Abgasableitung

Die beim Betrieb von Biogasanlagen entstehenden Abgase, wie Motorenabgase oder Abgase aus anderen Anlagenteilen, sind grundsätzlich über Abgasstutzen oder Schornsteine senkrecht nach oben in die freie Luftströmung mit einer festzulegenden Mindesthöhe abzuleiten. Schornsteine und Abgasstutzen dürfen nicht überdacht werden; zum Schutz gegen Regeneinfall können Deflektoren aufgesetzt werden.

Bei nicht immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen sind die Bestimmungen der „Verordnung über Feuerungsanlagen, Wärme- und Brennstoffversorgungsanlagen“ (Feuerungsverordnung – FeuV vom 11.11.2007) als weitere Erkenntnisquelle zu beachten.

Gemäß § 19 der 44. BImSchV sind bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Motoranlagen die Ableithöhen anhand der Anforderungen der TA Luft in der jeweils zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage geltenden Fassung zu ermitteln.

Dabei sind die Anforderungen an die Abgasableitung der Nr. 5.5 TA Luft 2021 einschlägig. Hier ist in der Regel eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe nach VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) zu bestimmen ist. Danach soll der Schornstein mindestens eine Höhe von 10 m über dem Grund, eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben und die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen. Hierbei soll bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad die Höhe des Dachfirstes in der Regel unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet werden, die gebäudebedingte Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Gemäß der Nr. 5.5.2.2 der TA Luft 2021 sind außerdem für die Festlegung der Schornsteinhöhe der Emissionsmassenstrom des Schadstoffs, der S-Wert, die Wasserbeladung, die Abgastemperatur, die Abgasgeschwindigkeit und der Innendurchmesser des Schornsteins zu beachten. Bei Abfall-Vergärungsanlagen soll die Gesamtkohlenstoff-Emission bei der Ermittlung der Schornsteinhöhe keine Beachtung finden.

Bei Biogasanlagen sind in Einzelfällen nach der Nr. 5.5.2.3 der TA Luft 2021 bei der Festlegung der Schornsteinhöhe auch die Umgebungsbedingungen (z. B. Höhe der benachbarten Gebäude, des Bewuchses oder der Geländekonfiguration) zu berücksichtigen. Dazu ist die Schornsteinhöhe ggf. durch Korrekturfaktoren zu erhöhen.

2.2.2.2.8 Gasfackeln

Gasfackeln dienen dazu, nicht verwertbares Gas in nicht planbaren Ausnahmefällen zu verbrennen. Die Gasfackel ist daher eine Noteinrichtung für den Fall, dass z. B. der Motor ausfällt. Mit Gasfackeln kann ein nahezu vollständiger Ausbrand erreicht werden, wenn eine axiale Umhüllung der Flamme durch das Flammenrohr (verdeckte Verbrennung) erfolgt und eine Mindestverbrennungstemperatur von 850 °C vorliegt, welche beim Einsatz von Biogas aufgrund des ausreichenden Heizwertes erreicht wird (VDI 2105 Emissionsminderung – Fackelanlagen (Februar 2022) [15] und DWA-M 305 [16]).

Für verdeckt brennende Fackeln gelten die Anforderungen der Nr. 5.4.8.1.3b der TA Luft 2021. Demnach muss die Fackelanlage mit automatischen Zünd- und Überwachungseinrichtungen ausgestattet sein und im Anforderungsfall automatisch in Betrieb gehen. Es wird empfohlen, solche Fackeln i. d. R. auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen zu fordern.

Regelmäßiges Anspringen der Fackel im Normalbetrieb deutet auf eine nicht aufeinander abgestimmte Biogasproduktion/Biogasnutzung hin. Nach den Nrn. 5.4.1.15 und 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 ist erzeugtes Biogas zu nutzen soweit die Zusammensetzung nach dem Stand der Technik eine Nutzung ermöglicht. Bei regelmäßigem Anspringen der Fackel sind dringend geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Nach den Nrn. 5.4.1.15 und 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 soll eine kontinuierliche Überwachung des Gasfüllstands und eine automatische Einrichtung zur rechtzeitigen Erkennung und

Meldung des Erreichens von maximalen Gasfüllständen gefordert werden, wenn es zu einem gehäuften Ansprechen der Fackel oder der Überdrucksicherung kommt.

Hinweis:

Ist die Fackel nicht nur in Notfällen, sondern häufiger oder über längere Zeiträume in Betrieb, z. B. um Spitzen in der Gasproduktion aufzunehmen, handelt es sich nicht mehr um eine Noteinrichtung. In diesem Fall wäre die Fackel immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig. Allerdings sind aus der Praxis bisher keine Fälle bekannt, die regelmäßiges Abfackeln von Biogas notwendig machen würde.

Beim Einsatz einer Fackel sind insbesondere die folgenden Mindestanforderungen (Kapitel 3.8 der TRAS 120) zu beachten:

- Auslegung der Fackel, dass sowohl der minimal als auch der maximal anfallende Gasvolumenstrom sicher verbrannt werden kann;
- Sicherstellung des für den Betrieb der Gasfackel erforderlichen Gasvordrucks (i. d. R. Gasverdichter erforderlich); der Auslegungsdruck erfolgt durch den Fackelhersteller auf Basis der Anlagendaten;
- die Fackelanlage ist mit automatischen Zündeinrichtungen auszustatten und geht im Anforderungsfall automatisch in Betrieb;
- Sicherstellung der Funktion bei Ausfall der Stromversorgung durch eine Notstromversorgung;
- dauerhafte Verhinderung des Flammenrückschlags, Verhinderung der Rückströmung von Luft in das Gassystem, Sicherheitsabsperrventil, Flammenüberwachungseinrichtung sowie nur manuell rücksetzbare Störabschaltung;
- Dichtheitsprüfungen (mindestens jährlich);
- Funktionsprüfungen (mindestens monatlich);
- automatische (elektronische) Registrierung des Betriebes.

Die Abgase aus Fackelanlagen sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden. Die Lage und Höhe der Fackelmündung kann nicht nach den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 [18] errechnet werden, da die Abgasfahnenüberhöhung der Fackel hierbei nicht berücksichtigt wird. Demnach muss die Höhe der Fackelmündung nicht mindestens eine Höhe von 10 m über dem Grund aufweisen. Die Berechnung der erforderlichen Höhe sollte durch die Fackelhersteller durchgeführt werden.

2.2.2.9 Gärrestlagerung

Bei der Lagerung von Gärresten sind neben Geruchsemissionen insbesondere die Emissionen von Ammoniak und Methan von Bedeutung.

• **Geruchsstoffe**

Geruchsstoffe sind zum großen Teil organische Säuren, die während der Vergärung weitgehend abgebaut werden. Bei Anlagen, die überwiegend Wirtschaftsdünger vergären, ist deshalb gegenüber der üblichen Güllelagerung mit einer deutlichen Reduzierung der Geruchsemissionen, auch bei der Ausbringung, zu rechnen. Bei Anlagen, in denen Abfälle eingesetzt werden, kann es in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate und deren Ausgärgrad zu Geruchsbelästigungen durch Gärreste kommen. Zur Optimierung des Prozesses ist die analytische Überwachung des Gärprozesses (z. B. Bestimmung der organischen Säuren) i. d. R. Stand der Technik. Als Anhaltswert für einen ausreichenden Abbau der organischen Säuren kann ein Wert von 1.500 mg/l im Endsubstrat angesetzt werden.

Eine Übersicht über mögliche Überwachungsparameter, -intervalle und einige Anhaltswerte für überlastete Betriebszustände sind in der Richtlinie VDI 4631 „Gütekriterien für Biogasanlagen“ enthalten.

• Ammoniak

Die Ammoniak-Emissionen sind abhängig vom Stickstoffgehalt der Einsatzstoffe, von der Temperatur und dem pH-Wert bei der Gärrestlagerung. Durch den Abbau organischer Substanz steigen die NH_4 -Konzentration und der pH-Wert während der Vergärung. Beide Faktoren führen zu einem erhöhten Emissionspotenzial. Das gilt auch für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, wie Mais und Gras, die einen mit Rinder- bzw. Schweinegülle vergleichbaren Stickstoffgehalt aufweisen. Der Einsatz von Getreidekörnern oder Rapskuchen erhöht den Stickstoffeintrag erheblich.

Auch beim Einsatz stickstoffreicher Co-Substrate, wie tierischen Abfällen, ist mit erhöhten Ammoniumgehalten im Gärrest zu rechnen. Die Freisetzung von Ammoniak ist durch das Gasphasengleichgewicht an der Grenzfläche zwischen Gärrest und Atmosphäre beeinflusst. Näheres zur Bildung von Ammoniak bei der Gärrestlagerung siehe Abschnitt Umweltwirkungen, Kapitel 1.6.2.1.

• Methan

Besonders von Bedeutung ist die Freisetzung von klimarelevantem Methan bei den im Gärrestlager stattfindenden Nachgärprozessen, wenn durch unzureichende Anlagentechnik bei der Biogaserzeugung (zu kurze Verweilzeiten, Überlastungen des Fermenters usw.) im Gärrestlager noch ein erhebliches Methan-Restgasbildungspotenzial besteht. Anders als bei den Ammoniakemissionen ist die Methanbildung bei der Gärrestlagerung nicht vom Gasphasengleichgewicht an der Grenzfläche Gärrest/Atmosphäre abhängig, sondern läuft im anaeroben tieferen Bereich des Gärrestlagers ab. Hierbei spielen Volumen, Temperatur, pH - und Bakteriengehalt eine wesentliche Rolle. Methan steigt deshalb in der Regel in Gasblasen auf und entweicht kontinuierlich auch beim Vorhandensein von künstlichen oder natürlichen Schwimmdecken. Restgaspotenzialuntersuchungen wurden u. a. im Rahmen des Biogas- Messprogramms des Johann Heinrich von Thünen-Instituts [1] durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigten, dass Gärreste noch ein bedeutendes Restgaspotenzial haben können. Die Höhe des Restgaspotenzials (bei 20–22 °C) hängt u. a. wesentlich von der effektiven Verweilzeit der Substrate im Fermenter ab.

Emissionsminderungsmaßnahmen bei der Lagerung von flüssigen Gärresten

• Methan

Biogasanlagen, die ausschließlich Wirtschaftsdünger einsetzen, tragen im Vergleich zur herkömmlichen Verwendung von Wirtschaftsdüngern im landwirtschaftlichen Betrieb (Gütelagerung und Ausbringung) zu einer Minderung der Methanemissionen bei. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) führt dagegen zu einem zusätzlichen Emissionspotential für Methan, dem durch technische Maßnahmen entgegengewirkt werden muss. Biogasanlagen sollten unabhängig von der genehmigungsrechtlichen Einstufung zur Minderung der Methanemissionen entsprechend den Vorgaben der Nr. 5.4.1.15 der TA Luft 2021 bzw. wie folgt ausgeführt werden:

Die durchschnittliche hydraulische Verweilzeit der Substrate und soweit erforderlich der flüssigen Gärreste im gemäß TRAS 120 mindestens technisch dichten und an eine Gasverwertung angeschlossenes System soll

- für Biogasanlagen mit nur einem Fermenter (einstufige Anlagen) und Biogasanlagen mit mindestens zwei in Reihe geschalteten Fermentern (mehrstufige Anlagen) aber ohne Gülleanteil am Substratmix mindestens 150 Tage und
- für mehrstufige Biogasanlagen mit Gülleanteil im Substratmix insgesamt mindestens 50 zuzüglich je zwei Tage pro Masseprozentpunkt anderer Substrate als Gülle, maximal jedoch 150 Tage, betragen

Die durchschnittliche hydraulische Verweilzeit berechnet sich bei (quasi) kontinuierlich betriebenen Anlagen als Quotient des Arbeitsvolumens zum täglich zugeführten Substratvolumen, wobei der Masseabbau durch die Biogaserzeugung mittels der substratspezifischen Fugafaktoren berücksichtigt werden soll. Soweit im Verfahrensverlauf Teilmengen aus dem Arbeitsvolumen entnommen werden, sind auch diese, bezogen auf die zugeführte Substratmasse, in Abzug zu bringen.

Die Fugafaktoren sind das Verhältnis aus Gärrestvolumen zu eingesetztem Substrat. Der Masseabbau während der Vergärung resultiert aus dem Umsatz der eingesetzten Organik von Feststoffen und

Flüssigkeiten zu gasförmigem Biogas. Fugatfaktoren wurden beispielsweise vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie veröffentlicht.¹²

Kürzere Verweilzeiten sind zulässig, sofern durch die Beschaffenheit und den Betrieb der Anlage gewährleistet ist, dass das Restgaspotenzial an Methan aus nicht an die Gasverwertung angeschlossenen Gärrestlagern gegenüber der Summe aus diesem Restgaspotenzial und dem verwerteten oder dem zur Aufbereitung bereitgestellten Volumenstrom an Methan nachfolgender Formel maximal 3,7 % beträgt:

$$\frac{\dot{V}_{V,G}}{\dot{V}_{V,G} + \dot{V}_{G,net}} \leq 0,037$$

mit

$\dot{V}_{V,G}$ = Restgaspotenzial an Methan durch die Gärrestelagerung (Restgaspotenzial bei 37 °C)

$\dot{V}_{G,net}$ = Volumenstrom erzeugtes Methan vor Verwertung oder Aufbereitung zur Einspeisung.

Die Einhaltung des Restgaspotenzials an Methan von weniger oder gleich 3,7 % muss anhand eines Gärtests gemäß der Richtlinie VDI 4630 (Ausgabe November 2016) einmal im Jahr durch ein unabhängiges Labor nachgewiesen werden. Der Gärtest ist bei einer Temperatur von 37 °C durchzuführen. Die Frist kann auf drei Jahre verlängert werden, wenn nachgewiesen wird, dass das eingesetzte Substrat und die Verweilzeit seit der letzten Untersuchung nicht verändert wurden.

Eine Entnahme von Gärrest, auch von Teilströmen, aus dem mindestens technisch dichten System ist ohne Einhaltung der oben genannten Maßgaben zulässig, wenn der Gärrest:

- aerob behandelt und anschließend einer Nachrotte zugeführt wird,
- unverzüglich vollständig landwirtschaftlich verwertet wird oder
- separiert wird und der flüssige Anteil
 1. in das mindestens technisch dichte System zurückgeführt,
 2. unverzüglich landwirtschaftlich verwertet oder
 3. einer Behandlung oder Aufbereitung zugeführt wird, bei der keine relevanten Methanemissionen entstehen.

Die Forderung nach einer Mindestverweilzeit im mindestens technisch dichten System oder dem Nachweis eines Restgaspotentials von höchstens 3,7 % gilt nicht, wenn in der Biogasanlage ausschließlich Gülle gemäß Artikel 3 Nummer 20 der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 eingesetzt wird.

Bestehende immissionsschutzrechtlich genehmigte Biogasanlagen sind nach TA Luft 2021 bis zum 01.12.2026 umzurüsten, so dass die oben aufgeführten Anforderungen eingehalten werden.

Hinweis:

Es werden auch aus vergütungsrechtlicher Sicht (EEG) Anforderungen gestellt, welche je nach Inbetriebnahmejahr und Einsatzstoffen unterschiedlich sind.“

• **Ausführung von Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen**

Bei Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen, die von der Nr. 5.4.8.6.2 TA Luft 2021 erfasst sind, wird hinsichtlich der Lagerung flüssiger Gärreste auf die entsprechenden Anforderungen der Nr. 5.4.1.15 TA Luft 2021 verwiesen. Für eine anschließende nicht technisch dichte Lagerung gelten die Anforderungen der Nr. 5.4.9.36 Buchstabe b sowie die Regelungen für Altanlagen.

¹² Programm *Lagerka* des LfULG: <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/lagerkapazitaet-lagerka-54730.html> (zuletzt aufgerufen am 17.07.2023).

- **Ammoniak, Geruch und Stickstoffdeposition**

Bei Gärrestlagern, die nicht technisch gasdicht ausgeführt sind, sind Ammoniak- und Geruchsemissionen relevant. Zur Minderung der Ammoniak- und Geruchsemissionen ist eine feste, aber nicht zwingend gasdichte Abdeckung notwendig (keine Strohhäckseldecke, Schwimmschichtbildung allein nicht ausreichend). Durch Abdeckungen wird verhindert, dass windinduziert vermehrt Ammoniak freigesetzt wird. Ein Minderungsgrad durch eine feste Abdeckung von 85 bzw. 90 % bezüglich Ammoniak und Geruch ist für Neuanlagen Stand der Technik und unabhängig von der Gärrestlagergröße erforderlich.

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Gärrestlager gelten die Anforderung der TA Luft 2021 Nr. 5.4.9.36 mit einer Reduzierung der Ammoniak- und Geruchsstoffe bezogen auf den offenen Behälter ohne Abdeckung um 90 % bei Neuanlagen und 85 % bei Altanlagen. Alternativ können gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung angewendet werden, mit denen der vorgenannte Emissionsminderungsgrad ebenfalls erreicht werden kann. Dazu zählen der Lagerung vorgeschaltete technische Aufbereitungsverfahren wie Vakuumverdampfung oder Strippung, die den Gehalt an Ammoniumstickstoff (angegeben als $\text{NH}_4\text{-N}$ in kg/m^3 Frischmasse) bezogen auf den Gehalt des Gärrestes vor der Aufbereitung um mindestens 90 % bzw. 85 % reduziert haben.

Die Anforderungen an eine nicht technisch gasdichte Lagerung der flüssigen Gärreste wurde mit Schreiben des StMUV vom 14.12.2021 mit Auflagenvorschlägen konkretisiert. Die Auflagenvorschläge wurden im Kapitel 2.2.2.6 größtenteils übernommen.

Hinweis:

Derzeit ist eine Zunahme von externen Gärrestlagern an Standorten weit ab der Biogasanlage zu erkennen. Auch dort darf lediglich ausgegorenes Material (z. B. Verweilzeit > 150 Tage) gelagert werden. Eine Mischung von Gärresten und Gülle in technisch nicht gasdichten Lagern ist aus Klimaschutzgründen wegen einer möglichen Methanbildung gem. Schreiben des StMUV vom 14.10.2021 nicht erlaubt.

Lagerbehälter zur Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdünger mit fester Abdeckung (Betondecke oder Zeltdach) sind aufgrund der bereits flächendeckend hohen Stickstoffeinträge gute fachliche Praxis. Sind feste Abdeckungen auf bestehenden Behältern nicht möglich, können Folien oder Schwimmkörper nachgerüstet werden. Generell ist ein kleines Verhältnis von Behälteroberfläche zu Behältervolumen gute fachliche Praxis.

Bei der Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Belästigungen durch Geruchsimmissionen sichergestellt ist, ist Anhang 7 der TA Luft 2021 heranzuziehen.

Für die Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und von Ökosystemen durch die Einwirkung von Ammoniak- bzw. Stickstoffdeposition durch mögliche Restemissionen gewährleistet ist, ist der Anhang 9 der TA Luft heranzuziehen.

Besonders relevant sind stickstoffempfindliche FFH-Gebiete, da gemäß Naturschutzrecht oft nur noch geringfügige Einträge tolerierbar sind. Es darf grundsätzlich zu keiner erheblichen Beeinträchtigung der Erhaltungsziele des Gebiets kommen. Eine Betroffenheit ist zusammen mit der unteren Naturschutzbehörde abzuklären. Entsprechende Leitfäden für die Erheblichkeitsprüfung sind der Anlagenleitfaden für FFH-Gebiete [3] (UMS vom 17.08.2021) und der Stickstoffleitfaden für alle anderen stickstoffempfindlichen Schutzgüter [17] (UMS vom 16.08.2012). Bei bodennahen Quellen stellt die Depositionsprüfung im Vergleich zur Ammoniakprüfung in der Regel das strengere Kriterium dar, sodass die Ammoniakprüfung in diesen Fällen entfallen kann.

Emissionsminderungsmaßnahmen bei der Lagerung von festen Gärresten aus dem Trockenfermentationsverfahren

Der Lagerplatz für feste Gärreste ist mit einer geeigneten Folie abzudecken. Dabei ist auf eine geruchs- dichte und Wasser undurchlässige Folienabdeckung zu achten. Verunreinigungen der Lagerfläche sind unverzüglich zu entfernen. Vollständig aerobisierte Gärreste (siehe Kapitel 2.2.2.2.4) können bei günstigen Standorten auch offen oder lediglich überdacht gelagert werden.

Nachbehandlung von Gärresten

Bei der Nachbehandlung des Gärrestes (Separierung in Feststoff- und Flüssigphase sowie Nachkompostierung der Feststoffphase) kann es zu Geruchs- und Ammoniakemissionen kommen. Die Separierung von Gärresten – also die Trennung in einen festen und flüssigen Gärrest – muss nicht geschlossen betrieben werden. Die separierten Gärreste sollen im Rahmen des düngerechtlich Zulässigen zeitnah landwirtschaftlich verwertet werden. Bei Lagerungszeiten über 72 Stunden ist zur Verringerung der windinduzierten Emissionen eine dreiseitige Umwandlung des Lagerplatzes und eine möglichst kleine Oberfläche zu gewährleisten.

Für die Konfektionierung und Nachkompostierung sind bei Abfallvergärungsanlagen die Anforderungen der Richtlinie VDI 3475, Blatt 5 als Stand der Technik zu beachten, insbesondere ist eine gute Durchlüftbarkeit der Gärreste zu gewährleisten. Informationen zu Emissionen aus separiertem Gärrest sind den Untersuchungen der LfL „Emissionen separierter fester Biogasgärreste“ 2016 zu entnehmen¹³.

2.2.2.2.10 Gärresttrocknung

Grundsätzlich können zwei Trocknungsverfahren unterschieden werden:

- **Konvektionstrocknung:** Der zu trocknende Gärrest wird mit Rauchgas oder Luft um- bzw. überströmt.
- **Kontaktstrocknung:** Der zu trocknende Gärrest hat Kontakt mit einer durch den Wärmeträger (z. B. Dampf oder Thermoöl) beheizten Oberfläche.

Die in der Biogasbranche verwendeten Trocknungstypen können auch eine Kombination aus den genannten Verfahren nutzen.

Beim Betrieb von Gärresttrocknungsanlagen können in Abhängigkeit der angewandten Technologie relevante Emissionen an Ammoniak, Staub, Gerüchen und organischen Stoffen freigesetzt werden.

• **Ammoniak**

Im Gärrest aus Biogasanlagen liegen über 50 % des Stickstoffs in mineralisierter (Ammonium) Form vor. Bei der Trocknung liegen davon je nach Gasphasengleichgewicht ca. 80 % als flüchtiger Ammoniak vor und würde ohne Abgasreinigung in den Luftpfad gelangen. Die Höhe der Ammoniakemissionen ist abhängig vom Stickstoffgehalt der Einsatzstoffe, von der Trocknungstemperatur und dem pH-Wert.

• **Geruch**

Geruchsstoffe sind zum großen Teil organische Säuren, die während der Vergärung weitgehend abgebaut werden. Bei Anlagen, die überwiegend nachwachsende Rohstoffe vergären, ist deshalb bei der Trocknung mit keinen relevanten Geruchsemissionen zu rechnen. Bei Biogasanlagen in denen Abfälle, Mist oder Gülle eingesetzt werden, kann es in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate und deren Ausgärgrad zu Geruchsbelästigungen durch die Trocknung der Gärreste kommen.

• **Gesamtstaub**

Bei Trocknungssystemen, die den Gärrest auf einen hohen TS-Gehalt trocknen, ist mit erhöhten Staubfrachten im Abgas zu rechnen (Bandrockner, Rotationstrockner). Bei Trocknertypen, die den Gärrest auf einen niedrigen TS-Gehalt eindicken, kommt es zu keiner relevanten Staubbildung (Schaufelradrockner, Vakuumverdampfer).

• **Organische Stoffe (Gesamt-C)**

Die Höhe der organischen Emissionen hängt wesentlich von der effektiven Verweilzeit der Substrate im Fermenter ab.

¹³ <https://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/biogas/143881/index.php> (zuletzt aufgerufen am 21.07.2022)

Emissionsminderungsmaßnahmen bei der Gärresttrocknung

• Ammoniak

Bei Gärresttrocknungsverfahren kommen in der Regel saure Abgaswäscher zum Einsatz. Dabei durchströmt die beladene Trocknungsluft einen meist schwefelsäurehaltigen Wasserstrom, der über Füllkörper rieselt. Das gasförmige Ammoniak in der Abluft verbindet sich mit der Schwefelsäure zu Ammoniumsulfat. Die erzeugte Ammoniumsulfatlösung (ASL) kann als mineralisches Düngemittel eingesetzt werden. Diese muss in einem separaten Tank gelagert werden und darf nicht in das Gärrestlager zurückgeführt werden, da es sonst zur Bildung von Schwefelwasserstoff kommen kann.

Der pH-Wert im Wäscher ist durch kontrollierte Zugabe von Säure so einzustellen, dass Ammoniak im Wäscher optimal gebunden wird und nicht als gasförmiges Ammoniak entweichen kann. Der dafür optimale pH-Wert ist zu ermitteln und in der Anlagensteuerung zu hinterlegen sowie zu überwachen.

Eine weitere Möglichkeit der Ammoniakreduktion ist das Ansäuern der Gärreste vor Eintritt in den Trockner (angewandt z. B. bei Rotationstrocknern) oder der Eindüsung von Schwefelsäure direkt in die Trocknungskammer (angewandt z. B. bei Rührwerkstrocknern).

Bei der Ammoniakrückhaltung durch Biofilter liegen derzeit noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Eine alleinige Abgasreinigung durch Biofilter dürfte aber nicht ausreichend sein, um einen Emissionsminderungsgrad bzgl. Ammoniak von 90 % zu erreichen.

Bei Abfallanlagen nach Nr. 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021, die eine Gärresttrocknung (und ggf. -pelletierung) betreiben, soll diese in geschlossenen Anlagenteilen oder Hallen erfolgen. Die Abgase sind einem Biofilter oder einer gleichwertigen Abgasreinigungseinrichtung zuzuführen. Dem Biofilter sind zur Ammoniakabscheidung ein saurer Wäscher oder ein gleichwertiges Aggregat zur Entfernung von Ammoniak mit einem Emissionsminderungsgrad von mindestens 90 % vorzuschalten. Der saure Wäscher ist nicht erforderlich, wenn der Ammoniakemissionswert vor der biologischen Abluftreinigung (Biofilter) unterschritten wird. In Annahme- und Aufbereitungshallen sind die Abgase vorwiegend an den Entstehungsstellen abzusaugen. Für die Auslegung und den Betrieb von Biofiltern sind die Anforderungen der Richtlinie VDI 3477 (Ausgabe März 2016) zu beachten. Getrocknete oder pelletierte Gärreste sind so zu lagern, dass eine Wiederbefeuchtung ausgeschlossen ist.

• Geruch

Im Falle von begründeten Geruchsbeschwerden sollte im Bescheid ein Vorbehalt von olfaktometrischen Messungen durch eine nach § 29b BImSchG bekanntgegebene Messstelle ausdrücklich vorbehalten bleiben. Die Festlegung des Umfangs gegebenenfalls notwendiger Anforderungen im Einzelfall bestimmt sich nach den Kriterien von Kapitel 5.2.8 der TA Luft 2021.

• Gesamtstaub

Bei Trocknungsanlagen, die an einen Abgaswäscher angeschlossen sind, sind in der Regel keine relevanten Staubemissionen zu erwarten. Bei Trocknersystemen, die ohne Abgaswäscher arbeiten ist in der Regel eine geeignete Entstaubung nach dem Stand der Technik vorzusehen. Der abgeschiedene Staub soll in das Trockengut eingemischt werden.

• Organische Stoffe (Gesamt-C)

Bei direkt beheizten Trocknern treten zusätzliche Gesamt-C Emissionen durch das BHKW-Abgas auf.

Emissionsbegrenzungen

Für Abgasreinigungsanlagen in Verbindung mit der Eindickung oder Trocknung von Gärresten aus Biogasanlagen sollten die folgenden Emissionsbegrenzung eingehalten werden:

- Ammoniak: 10 mg/m³ und mindestens 90 % Emissionsminderungsgrad
- Gesamtstaub: 10 mg/m³
- Organische Stoffe (Gesamt-C): 50 mg/m³ oder 0,50 kg/h

Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf das trockene Abgas im Normzustand (101,3 kPa, 273,15 K).

Für Trocknungsanlagen von Gärresten aus Bioabfällen, die der Nr. 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 unterliegen, ist die Geruchsstoffkonzentration auf 500 GE/m³ zu begrenzen, bezogen auf das feuchte Abgas bei 20 °C (293,15 K) und 101,3 kPa.

Hinweise:

- Bei Gärrestverdampfungsanlagen entstehen geringe Abgasströme, die in einigen Fällen in den Fermenter zurückgeführt werden. Eine Emissionsbegrenzung ist dann nicht erforderlich.
- Bei Chemowäschern und Vakuumverdampfern können je nach Betriebsweise und Ausführung (z. B. pH-Wert > 4,0) zusätzlich die Anforderungen der Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42. BImSchV) zu beachten sein.
- Für Gärreste aus Anlagen, die der Nr. 5.4.1.15 TA Luft 2021 unterliegen, kann eine Begrenzung der Geruchsstoffkonzentration oder ein entsprechender Auflagenvorbehalt im Einzelfall sinnvoll sein.
- Der Emissionsminderungsgrad von 90 % von Ammoniak gilt nur beim Vorhandensein einer nachgeschalteten Abgasreinigung (z. B. Chemowäscher oder Biofilter). Bei integrierter Abgasreinigung (z. B. Ansäuerung Gärrest, Säureeindüsung vor Gewebefilter, Brüdenwäscher) ist die Ermittlung eines Emissionsminderungsgrads anlagenbedingt nicht möglich.

Sicherheitstechnische Anforderungen

Kapitel 3.9 der TRAS 120 nennt sicherheitstechnische Anforderungen an Trocknungsanlagen für Gärreste. Weitergehende Hinweise finden sich z. B. in der Arbeitshilfe A-029 sicherer Betrieb von Trocknungsanlagen [6].

Weitergehende Informationen zur Gärresttrocknung

Dem im Oktober 2022 erschienenen LfU-Bericht „Untersuchung zum Emissionsverhalten und Stand der Technik von bayerischen Wirtschaftsdüngeraufbereitungsanlagen“ [27] können tiefergehende Informationen insbesondere zu Verfahren, Emissionen und Abgasreinigung entnommen werden. Der Bericht enthält Handlungsempfehlungen und Auflagenvorschläge.

Weiterhin befindet sich aktuell die VDI-Richtlinie 3475 Blatt 8/9 mit dem Arbeitstitel „Emissionsminderung – Gärrestaufbereitung, Wirtschaftsdüngeraufbereitung“ in Erarbeitung.

2.2.2.2.11 Sonstige Quellen (z. B. Anliefer-, Fermenter- oder Aerobisierungshallen)

Hallen- und Bunkerabgase sind bei Abfallvergärungsanlagen (Anlagen nach 5.4.8.6.2 TA Luft 2021) einer Abgasreinigung zuzuführen (i. d. R. Biofilter, ggf. mit vorgeschaltetem saurem Wäscher). Die folgenden Emissionsbegrenzungen sind einzuhalten:

- Ammoniak: 10 mg/m³
- Geruch: 500 GE/m³ (ab 10 t/d)
- Organische Stoffe: Nummer 5.2.5 gilt mit der Maßgabe, dass für die Emissionen an organischen Stoffen im behandelten Abgas die Massenkonzentration 0,25 g/m³, angegeben als Gesamtkohlenstoff, anzustreben ist. Die Möglichkeiten, das unerwünschte Entstehen und Entweichen von Methan durch den Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, sind auszuschöpfen. Bei Anlagen mit einer Behandlungskapazität von 50 Mg oder mehr je Tag, bei denen die Emissionen an organischen Stoffen kontinuierlich zu messen sind, dürfen die Emissionen, angegeben als Gesamtkohlenstoff, den Jahresmittelwert 0,20 g/m³ nicht überschreiten. Hinweis: Bei Altanlagen ist die kontinuierliche Messung der Massenkonzentration an Gesamtkohlenstoff im Abgas nicht erforderlich.

2.2.2.12 Eigen-, Fremdüberwachung, Wartung, Betriebsorganisation/Fachkunde und Dokumentation

Für die gesamte Biogasanlage muss der Betreiber folgende Dokumente erarbeiten und ausführen:

- Eigenüberwachungskonzept gemäß Kapitel 2.6.3 und Anhang VI der TRAS 120
- Prüf- und Instandhaltungsplan gemäß Kapitel 2.6.4 der TRAS 120
- Alarmplan gemäß Kapitel 2.6.5.1 der TRAS 120
- Notfallplan gemäß Kapitel 2.6.5.2 und Anhang II der TRAS 120
- Notstromkonzept gemäß Kapitel 2.6.5.3 der TRAS 120

Das Eigenüberwachungskonzept ist jährlich zu überprüfen und bei Bedarf fortzuschreiben, der Prüf- und Instandhaltungsplan alle drei Jahre, der Alarmplan, der Notfallplan und das Notstromkonzept alle fünf Jahre (bei Betriebsbereich der unteren Klasse und bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen, die kein Betriebsbereich sind). Diese Dokumente müssen in der Anlage jederzeit einsehbar sein und sind bei Prüfungen oder den zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen.

Zum Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebes einer Biogasanlage ist ein Betriebstagebuch zu führen, das alle wesentlichen Daten enthalten muss, insbesondere:

- Einsatzstoffe: Art (ggf. Abfallschlüssel), Menge, Herkunft, Lieferscheine
- Wartungsarbeiten: Zündkerzenwechsel (Gasmotor), Einspritzdüsenwechsel (Zündstrahlmotor), wesentliche Reparaturarbeiten, Änderungen der Motoreinstellung, Motoraustausch
- Messungen: Ergebnisse der orientierenden Messungen, die üblicherweise im Rahmen der Motor- bzw. Anlagenwartung durchgeführt werden (i. d. R. für NO_x und CO ggf. auch Abgasströmung (RZ)); die Messprotokolle sind in das Betriebstagebuch aufzunehmen
- Besondere Vorkommnisse: vor allem Betriebsstörungen (z. B. Gasaustritt) einschließlich Ursachen und der durchgeführten Abhilfemaßnahmen
- Ergebnisse der Überwachung des CH₄- und H₂S-Gehaltes des Biogases
- Betriebszeiten und Stillstandszeiten der Anlage

Zusätzliche abfallrechtliche Vorgaben bzw. Inhalte für das Betriebstagebuch siehe in Kapitel 2.2.3.7.2 „Abfallwirtschaft“.

Das Betriebstagebuch ist vor Ort aufzubewahren und den Vertretern der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Das Betriebstagebuch ist arbeitstäglich fortzuschreiben. Das Betriebstagebuch kann mittels elektronischer Datenverarbeitung geführt werden. Es ist dokumentensicher und so anzulegen, dass zumindest eine nachträgliche Manipulation nicht möglich ist und vor unbefugtem Zugriff geschützt ist. Das Betriebstagebuch muss jederzeit einsehbar sein und in Klarschrift vorgelegt werden können. Das Betriebstagebuch ist mindestens sechs Jahre, gerechnet ab dem Datum der letzten Eintragung, aufzubewahren.

• Betriebsorganisation/Fachkunde

Für den sicheren Betrieb der Biogasanlage hat der Betreiber gemäß Nr. 2.6.2 i. V. m. Anhang I der TRAS 120 festzulegen und zu dokumentieren, welche Anzahl, Fachkunde und Weiterbildung von Personen innerhalb der Betriebsorganisation für die jeweiligen Aufgaben erforderlich sind.

Er muss gewährleisten, dass gemäß Anhang IV der TRAS 120 die

- a. für den Betrieb einschließlich Instandhaltung verantwortliche Person,
- b. deren Stellvertretung und die
- c. für die Errichtung verantwortliche Person

über eine hierfür ausreichende Fachkunde verfügen. Er ist verantwortlich, dass seine in der Anlage ständig tätigen Beschäftigten qualifiziert, geschult und unterwiesen sind sowie vorübergehend und sonstige in der Anlage tätige Personen geschult und unterwiesen sind. Die Beschäftigten und sonstige eingesetzte Personen sind vor erstmaliger Arbeitsaufnahme, wiederkehrend und anlassbezogen zu

unterweisen oder einzuweisen. Soweit es sich um Beschäftigte anderer Arbeitgeber handelt, hat der Betreiber diese Arbeitgeber vertraglich hierzu zu verpflichten und sich die Umsetzung vom jeweiligen Arbeitgeber bestätigen zu lassen.

Der Betriebsorganisation muss mindestens eine Person und deren Stellvertretung angehören, die über die Fachkunde nach Anhang IV Teil 1 der TRAS 120 verfügt. Diese Person muss der Betreiber oder eine Person aus dem Kreis seiner Beschäftigten in der jeweiligen Biogasanlage sein. Die Stellvertretung muss jedoch nicht aus dem Kreis der Beschäftigten kommen.

Für die **Instandhaltung** muss eine Person mit der Fachkunde für Instandhaltung nach Anhang IV Teil 2 der TRAS 120 verantwortlich sein. Diese kann der Betreiber, eine von ihm benannte Person oder eine Person aus dem mit der Instandhaltung beauftragten Unternehmen sein.

Für die **Errichtung** muss eine Person mit der Fachkunde für die Errichtung nach Anhang IV Teil 3 der TRAS 120 verantwortlich sein. Diese kann der Betreiber, eine von ihm benannte Person oder eine Person aus dem mit der Errichtung beauftragten Unternehmen sein. Es wird empfohlen, dass die für **Auslegung oder Planung** verantwortlichen Personen über die in Anhang IV Teil 4 der TRAS 120 genannte Fachkunde verfügen.

- **Anlagendokumentation**

Der Betreiber muss eine Anlagendokumentation führen. Sie muss die in Anhang III der TRAS 120 genannten, die jeweilige Biogasanlage betreffenden Angaben enthalten. Diese Anlagendokumentation ist bei Änderungen fortzuschreiben, muss in der Anlage einsehbar sein und ist bei Prüfungen oder den zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen.

- **Fremdüberwachung/Prüfung**

Biogasanlagen sind vor Inbetriebnahme, bei wesentlichen Änderungen (soweit sich diese auf die Sicherheit der Anlage auswirken können) und wiederkehrend mindestens alle sieben Jahre (bei E-Anlagen alle 6 Jahre) sowie bei Anlagen, die dem Anwendungsbereich der 12. BImSchV unterliegen, alle drei Jahre von einem Sachverständigen nach § 29b BImSchG sicherheitstechnisch zu überprüfen. Die Prüfung hat die in Anhang V der TRAS 120 genannten Inhalte zu umfassen. Der zuständigen Behörde ist die Planung des Prüfungsumfanges vom Sachverständigen rechtzeitig vor dem Prüftermin sowie das Ergebnis der Prüfung gemäß § 29a Abs. 3 BImSchG einschließlich der Bewertung von aufgetretenen Mängeln vorzulegen. Das Ergebnis der Prüfung ist bei der zeitnah durchzuführenden Vor-Ort-Besichtigung bzw. bei der zeitnah durchzuführenden Regelüberwachung zu berücksichtigen. Insofern bedarf es einer entsprechenden Terminkoordinierung.

Neben der Feststellung von möglicherweise auftretenden Mängeln oder Abweichungen der Genehmigung sollen dabei auch Veränderungen in der Umgebung der Anlage (z. B. Schutzobjekte, umgebungsbedingte Gefahrenquellen) und der Fortschritt des Stands der Technik oder des Stands der Sicherheitstechnik berücksichtigt werden.

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) hat 2013 eine Arbeitshilfe für sicherheitstechnische Prüfungen an Biogasanlagen, insbesondere für Prüfungen nach § 29a BImSchG, veröffentlicht [19].

2.2.2.2.13 Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes

Für den Fall einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebes sollten zusätzlich Auflagen in den Genehmigungsbescheid aufgenommen werden. So ist u. a. die weitere Handhabung von unausgegorenem Substrat aus in biologischer Hinsicht „umgekippten“ Fermentern zu regeln.

Treten – z. B. aufgrund von Betriebsstörungen oder schadstoffbelasteten Substraten – im Fermenter oder Endlager unausgegorene Rückstände auf, ist eine Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde zur Verwertung oder Beseitigung dieser Rückstände erforderlich.

2.2.2.3 Allgemeiner Gefahrenschutz, Anwendbarkeit und Anforderungen der Störfall-Verordnung (12. BImSchV)

2.2.2.3.1 Allgemeine Anforderungen an BImSchG-Anlagen

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen, die nicht der Störfall-Verordnung unterliegen, sind Ermittlung und Bewertung der Gefahrenquellen nach § 1 Abs. 2 2. Spiegelstrich und § 5 Abs. 1 Nr. 1 und Nr. 2 BImSchG durchzuführen. Um Doppelprüfungen zu vermeiden können Gefährdungen, die bereits in der Gefährdungsbeurteilung gemäß BetrSichV und Kapitel 3 der TRGS 529 erfasst sind, für eine Gefährdungsbeurteilung nach Störfall-Verordnung oder TRAS 120 als bereits betrachtet angesehen werden. Die Ermittlung und Bewertung von Gefahrenquellen im Sinne des BImSchG bezieht sich aber auf Gefährdungen hinsichtlich der Schutzobjekte nach § 1 Abs. 1 BImSchG.

Zur Berücksichtigung umgebungsbedingter, technischer Gefahrenquellen sind im Kapitel 2.5 i. V. m. Anhang VII der TRAS 120 bereits exemplarisch Schutzabstände zu ausgewählten Anlagen aufgeführt. Bei bestehenden Anlagen können die Schutzabstände durch andere geeignete Maßnahmen ganz oder teilweise ersetzt werden. Diese Maßnahmen sind auch Gegenstand der Prüfung durch einen Sachverständigen gemäß § 29a BImSchG i. V. m. Kapitel 2.6.4 Abs. 5 der TRAS 120.

Neben den betrieblichen und umgebungsbedingten Gefahrenquellen sind bei allen Anlagen auch Gefahren durch Eingriffe Unbefugter zu beachten. Ein Unbefugter ist jede Person, die vorsätzlich Handlungen mit dem Ziel vornimmt, unmittelbar oder mittelbar einen Schaden zu verursachen. Hierbei ist es unerheblich, ob es sich um Mitarbeitende des Betreibers, eine von ihm beauftragte Person oder eine Dritte Person handelt.

Zu den Eingriffen Unbefugter gehören auch nicht vorsätzliche Handlungen von Personen ohne Zutrittsberechtigung zum Betrieb, wenn diese Handlungen nicht bestimmungsgemäße Betriebszustände verursachen.

Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen, die nicht der Störfall-Verordnung unterliegen, ist, sofern eine geeignete Einfriedung aus technischen Gründen nicht möglich ist, der unberechtigte Zugang zu Anlagenteilen, die für die Sicherheit der Anlage bedeutsam sind, durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden. Auch diese Maßnahmen sind Gegenstand der Prüfung durch einen Sachverständigen gemäß § 29a BImSchG i. V. m. Kapitel 2.6.4 Abs. 5 der TRAS 120.

Grundsätzlich ist zwischen Bestandsanlagen und neu zu errichtenden Anlagen zu unterscheiden:

- Bei neu zu errichtenden Anlagen sind die weiteren Vorgaben der TRAS 120 bei Planung, Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb heranzuziehen.
- Bei Bestandsanlagen, bei denen die Vorgaben für Beschaffenheit und Betrieb aus technischen Gründen nicht nachträglich umgesetzt werden können, sind im Einzelfall abweichende Maßnahmen möglich (vgl. Fußnote 1 Satz 1 TRAS 120).

Sofern bei Bestandsanlagen und neu zu errichtenden Anlagenteilen Abweichungen von der TRAS 120 auftreten, die aus technischen Gründen nicht nachträglich behoben werden können, sollen durch einen Sachverständigen nach § 29b BImSchG zielführende alternative Maßnahmen vorgeschlagen und begründet werden.

Eine Meldepflicht wie sie in Kapitel 2.6.1.1 Nr. 8 der TRAS 120 vorgesehen ist, ist für Ereignisse in immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen, die nicht der Störfall-Verordnung (12. BImSchV) unterliegen, im Immissionsschutzrecht nicht normiert. Die Unterrichtung der für die Bewältigung des konkreten Ereignisses zuständigen Behörden ist deshalb ausreichend.

2.2.2.3.2 Anwendbarkeit der Störfall-Verordnung

Eine Biogasanlage unterliegt als Betriebsbereich dem Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung, wenn gefährliche Stoffe in Mengen vorhanden sind, die die in Anhang I Spalte 4 (untere Klasse;

Grundpflichten) bzw. Spalte 5 (obere Klasse; erweiterte Pflichten) genannten Mengenschwellen erreichen oder überschreiten.

Biogas ist mit dem Gefahren- und Sicherheitshinweis H220 als extrem entzündbares Gas einzustufen und damit ein gefährlicher Stoff nach Nr. 1.2.2 des Anhangs I der Störfall-Verordnung. Die Mengenschwelle für Betriebsbereiche der unteren Klasse (Spalte 4) wird für diesen Stoff mit 10.000 kg und die Mengenschwelle für Betriebsbereiche der oberen Klasse (Spalte 5) mit 50.000 kg angegeben.

Maßgeblich für die Bestimmung des Anwendungsbereichs der Störfall-Verordnung ist nach § 2 Nr. 5 dieser Verordnung das tatsächliche oder vorgesehene Vorhandensein gefährlicher Stoffe nach Anhang I oder ihr Vorhandensein im Betriebsbereich, soweit vernünftigerweise vorhersehbar ist, dass sie bei außer Kontrolle geratenen Prozessen, auch bei Lagerung, anfallen. Bezüglich der Definition „vernünftigerweise vorhersehbar“ in Verbindung mit außer Kontrolle geratenen Prozessen wird auf den [Leitfaden KAS-43](#) der Kommission für Anlagensicherheit [22] verwiesen.

Das größte Volumen in einer Biogasanlage hat in der Regel der Gärrestbehälter. Die Volumina von Gärrestbehältern sind abzüglich des betriebstechnischen Mindestvolumens an Substrat vollständig zu berücksichtigen. Für die Volumina gasdichter Behälter, die im Normalbetrieb gefüllt betrieben werden (Fermenter, Nachgärer), ist ein Freibord und der Dachbereich zu berücksichtigen. Für die Berücksichtigung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, bei denen Behälter entleert werden, ist zusätzlich das Volumen des zylindrischen Teils des größten Fermenters oder Nachgärers zu berücksichtigen. Alternativ zu der pauschalen Betrachtung eines zusätzlichen Behälters kann die Berechnung auf der Grundlage einer Betriebsanweisung für die In- und Außerbetriebnahme der Behälter erfolgen. Mit dieser Betriebsanweisung, die im Genehmigungsbescheid eingebunden wird, muss nachgewiesen werden, dass bei In- und Außerbetriebnahme der Behälter kein zusätzliches Gasvolumen entstehen kann oder mit welchen Mengen dabei zu rechnen ist. Für das Volumen biogasführender Rohrleitungen wird angenommen, dass dieses Volumen 2 % des Volumens sonstiger biogasführender Anlagenteile beträgt (s. dazu Quellenangabe im untenstehenden Hinweis).

Als konservative Vorgehensweise für die Erfassung der vorhandenen Gesamtmenge an Biogas sollte für die Bestimmung des Mindestvolumens an Biogas, ab dem die Mengenschwelle von 10.000 kg und damit der Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung erreicht oder überschritten ist, grundsätzlich der Methananteil im bestimmungsgemäßen Betrieb herangezogen werden. Zum Zusammenhang zwischen Methananteil im Biogas und dem Biogaslagervolumen siehe nachfolgende Tabelle 6. Das so bestimmte maximal vorhandene Gasvolumen soll in den Unterlagen angegeben werden.

Falls der Betreiber/Antragsteller zum Methananteil des Biogases im bestimmungsgemäßen Betrieb keine Angaben macht, sollte hilfsweise mit einem Methananteil von 50 Vol.-% (8.006 m³ Biogas entsprechen bei 15 °C und 1.013 mbar 10.000 kg) gerechnet werden.

Beispiel:

Eine Biogasanlage, in der nur Biogas vorhanden ist, unterliegt als Betriebsbereich ab einer Menge von 10.000 kg Biogas als Betriebsbereich der unteren Klasse der Störfall-Verordnung. Bezogen auf Umgebungsbedingungen (15 °C und 1.013 mbar) entspricht dies folgenden Volumenschwellen:

Tab. 6: Biogaslagervolumen in Abhängigkeit des Methananteils im Biogas

Methananteil (Vol.-%)	50	55	60	65	70	75
Lagervolumen (m ³)	8.006	8.403	8.834	9.311	9.843	10.438

Hinweis:

Über die Homepage des Umweltbundesamtes (UBA) wird unter der Internetadresse <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/arbeitshilfe-biogasanlagen> (zuletzt aufgerufen am 11.01.2024) eine Arbeitshilfe zur Berechnung der vorhandenen Masse von Biogas in Biogasanlagen zur Prüfung der Anwendbarkeit der StörfallV, Version „Biogas StörfallV 1.3“, zur Verfügung gestellt.

Propan bzw. Butan, das in Biogasanlagen z. B. für Anfahrvorgänge gelagert werden kann, ist als verflüssigtes entzündbares Gas als Stoff nach Nr. 2.1 des Anhangs I einzuordnen. Aufbereitetes Biogas mit einer Erdgas-äquivalenten Qualität kann nach der Fußnote 9 des Anhangs I der Nr. 2.1 gleichgestellt werden. Die Mengenschwelle der Spalte 4 der Stoff-Nr. 2.1 im Anhang I entspricht 50.000 kg für Betriebsbereiche der unteren Klasse bzw. 200.000 kg (Spalte 5) für Betriebsbereiche der oberen Klasse.

Beim tatsächlichen oder vorgesehenen Vorhandensein mehrerer gefährlicher Stoffe nach Anhang I ist die dort festgelegte Additionsregel zur Ermittlung des Anwendungsbereichs der Verordnung zu beachten. Weitere Vorschriften zur Anlagensicherheit sind in Tabelle 1 in Kapitel 2.2.5.2.8 zusammengestellt.

2.2.2.3.3 Anforderungen an Biogasanlagen im Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung

Die Anforderungen ergeben sich grundsätzlich aus der 12. BImSchV.

Über Aufbau, Inhalt und Erstellung von Sicherheitsmanagementsystemen nach § 8 Abs. 3 in Verbindung mit Anhang III der 12. BImSchV wird auf das Kapitel 2.2.8 des Biogashandbuchs verwiesen.

• Information der Öffentlichkeit

Die Bereitstellung von Informationen nach § 8a ist für Betriebsbereiche der unteren Klasse und zusätzlich nach § 11 für Betriebsbereiche der oberen Klasse in Verbindung mit Anhang V der 12. BImSchV ist eine Betreiberpflicht. Sie hat aktiv auf analogem Wege zu erfolgen und muss auch auf elektronischem Wege ständig zugänglich sein. Für Betriebsbereiche der unteren Klasse müssen diese mindestens die in Anhang V Teil 1 aufgeführten Angaben und für Betriebsbereiche der oberen Klasse zusätzlich die in Anhang V Teil 2 der 12. BImSchV enthaltenen Angaben beinhalten.

Diese Informationen, analog und elektronisch, müssen aktuell, dauerhaft verfügbar sowie klar und verständlich formuliert sein sowie das richtige Verhalten im Falle eines Störfalls umfassen.

Für die aktive analoge Bereitstellung gilt:

- Die Informationen nach § 8a müssen mindestens auf einem analogen Wege erfolgen (Faltblatt, Postwurfsendungen, Gemeindeblatt o. ä.).
- Die Verteilung erfolgt eigenverantwortlich und sollte für Personen und Einrichtungen innerhalb der Nachbarschaft, die von einem Störfall betroffen sein könnten, bevorzugt durch ein Faltblatt erfolgen. Der räumliche Umkreis der Verteilung des Faltblatts erfolgt in Abstimmung zwischen Betreiber und zuständiger Behörde. Ein Umkreis von 200 m wird empfohlen.
- Ein Aushang am Zaun oder Werkstor kann für Personen, die sich nur zeitweise im Betriebsbereich (z. B. Lieferanten) oder in der Nachbarschaft aufhalten (z. B. Spaziergänger), sinnvoll sein. Als alleinige analoge Bereitstellung der Informationen ist ein Aushang jedoch nicht ausreichend.
- Auf die aktive Verteilung kann verzichtet werden, wenn sich im Umkreis von 200 m zur Biogasanlage keine betroffene Öffentlichkeit befindet. Ein Aushang ist in diesem Fall aber erforderlich.
- Ein erneutes Verteilen nur aufgrund der Datumsaktualisierung der letzten Inspektion ist entbehrlich, wenn gemäß Anhang V Teil 1 Nr. 6 der 12. BImSchV in der analogen Version der Hinweis auf die elektronische Version enthalten ist und diese stets aktuell ist.

Für die elektronische Bereitstellung gilt:

- Sofern der Betreiber über eine eigene Homepage verfügt, muss der Link zur Information der Öffentlichkeit auf der Startseite direkt und leicht auffindbar sein.
- Bei Nutzung externer Plattformen, z. B. auf der dafür eingerichteten Seite des Fachverbands Biogas e. V., muss der aktuelle Link direkt und öffentlich ohne Anmeldung oder Registrierung zugänglich sein.

- Der Link und jede Änderung oder Aktualisierung des Links sind der zuständigen Behörde zu übermitteln. Die Behörde prüft den Link und es erfolgt eine Eintragung in das Informationssystem immissionsschutzrechtlich relevanter Anlagen in Bayern (ISA-B).

- **Eingriffe Unbefugter**

Biogasanlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen, sollen von einer geeigneten Einfriedung, z. B. einem Zaun oder einer anderen nicht einfach überwindbaren baulichen Einrichtung umgeben sein (vgl. LfU-Studie „[Sicherungsmaßnahmen zum Schutz von Betriebsbereichen vor Eingriffen Unbefugter – im Rahmen der Störfall-Verordnung](#)“ [23]). Für bestehende Anlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen, aber bei denen eine geeignete Einfriedung aus technischen Gründen nicht möglich ist, ist der unberechtigte Zugang zu Anlagenteilen, die für die Sicherheit der Anlage bedeutsam sind, durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden. Diese sind Gegenstand der Prüfung durch einen Sachverständigen gemäß § 29a BImSchG i. V. m. Kapitel 2.6.4 Abs. 5 der TRAS 120.

Hinweise auf Gefahren durch Cyberangriffe und Drohnen und entsprechende Maßnahmen sind im [Leitfaden KAS-51](#) der Kommission für Anlagensicherheit (Maßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter [21]) enthalten.

2.2.2.4 Lärmschutz

Die Geräusche einer Biogasanlage werden im Wesentlichen vom Biogasmotor bestimmt, der je nach Betriebsweise durchgehend oder flexibel in Betrieb ist. Der Motor befindet sich in einem geschlossenen Gebäude, Betriebsraum oder Container. Die Schallübertragung nach außen erfolgt im Wesentlichen über den Kamin, die Abgasleitung, Lüftungsöffnungen, Außenwände und undichte Stellen des Gebäudes bzw. Containers.

Das emittierte Geräuschspektrum ist häufig tieffrequent und führt bei unzureichend dimensionierten Schallschutzmaßnahmen zu Lärmproblemen in der Nachbarschaft. Deswegen sollte bei der Planung einer Anlage das Augenmerk auf eine ausreichende Schalldämmung und Körperschallisolierung der Anlage gerichtet werden.

Zu einer Biogasanlage gehören noch weitere lärmrelevante Komponenten wie Luftkühler, Rührwerke und Substratdosiereinrichtung. Für die Substratanlieferung und Beschickung der Dosiereinrichtung kommen Traktor, Radlader oder Teleskoplader zum Einsatz.

An der Biogasanlage sind in der Planung mindestens folgende Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen:

- Absorptions- und i. d. R. Reflexionsschalldämpfer in der Abgasleitung zwischen Motor und Kamin, abgestimmt auf das Frequenzspektrum (Vermeidung von Tonhaltigkeit und dominanter tieffrequenter Geräusche)
- Schalldämpfer in den Lüftungsöffnungen des Containers oder Gebäudes
- ggf. Schallisolierung der Abgasleitungen
- geräuscharme Luftkühler mit abgeschirmter Aufstellung
- Maßnahmen zur Vermeidung von Körperschallübertragung am Kamin, Kühler, Biogasmotor, usw. (schwingungsentkoppelte Aufstellung des Biogasmotors)
- Motoraufstellung in einem geschlossenen Container mit hohem Schalldämmmaß ($R'w \geq 40$ dB) bzw. im Massivgebäude

Messungen des LfU haben ergeben, dass es sinnvoll ist, Lüftungsöffnungen am Motorcontainer oder Gebäude auf der zum Immissionsort abgewandten Seite zu positionieren. Des Weiteren kann die Kapselfüllung/Einhausung des Biogasverdichters (bei Aufstellung im Freien) und der Rührwerke an den Fermentern die Schallemissionen weiter reduzieren. Weitere Maßnahmen zum Schallschutz und zur Beurteilung von tieffrequenten Geräuschimmissionen enthält der LfU-Leitfaden „[Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen](#)“ (Stand: Feb. 2011). [24]

Der im Zusammenhang mit einer Biogasanlage entstehende Lärm durch Fahrverkehr auf den öffentlichen Straßen ist im Allgemeinen vernachlässigbar. Die auf dem Betriebsgelände hervorgerufenen und der Anlage zuzurechnenden Geräuschanteile der Fahrzeuge (Lkw, Traktor) oder die für die Beschickung des Substratdosierers eingesetzten Radlader/Teleskoplader können vor allem bei größeren Biogasanlagen von Bedeutung sein.

Zum Schutz der Nachbarschaft soll der Fahrbetrieb tagsüber erfolgen. Bei ungünstiger Nachbarschaftssituation soll der Anlieferverkehr möglichst nur an Werktagen durchgeführt werden.

Ist der Gesamtschallleistungspegel L_{WA} der Biogasanlage bekannt, kann mit Abbildung 3 der Immissionspegel am Immissionsort abgeschätzt werden. Liegen keine schalltechnischen Angaben zu der Biogasanlage vor, können die in Abbildung 1 dargestellten Schallleistungspegel für das BHKW-Gebäude bzw. für einzelne Komponenten (Abbildung 2) als Orientierungswert herangezogen werden.

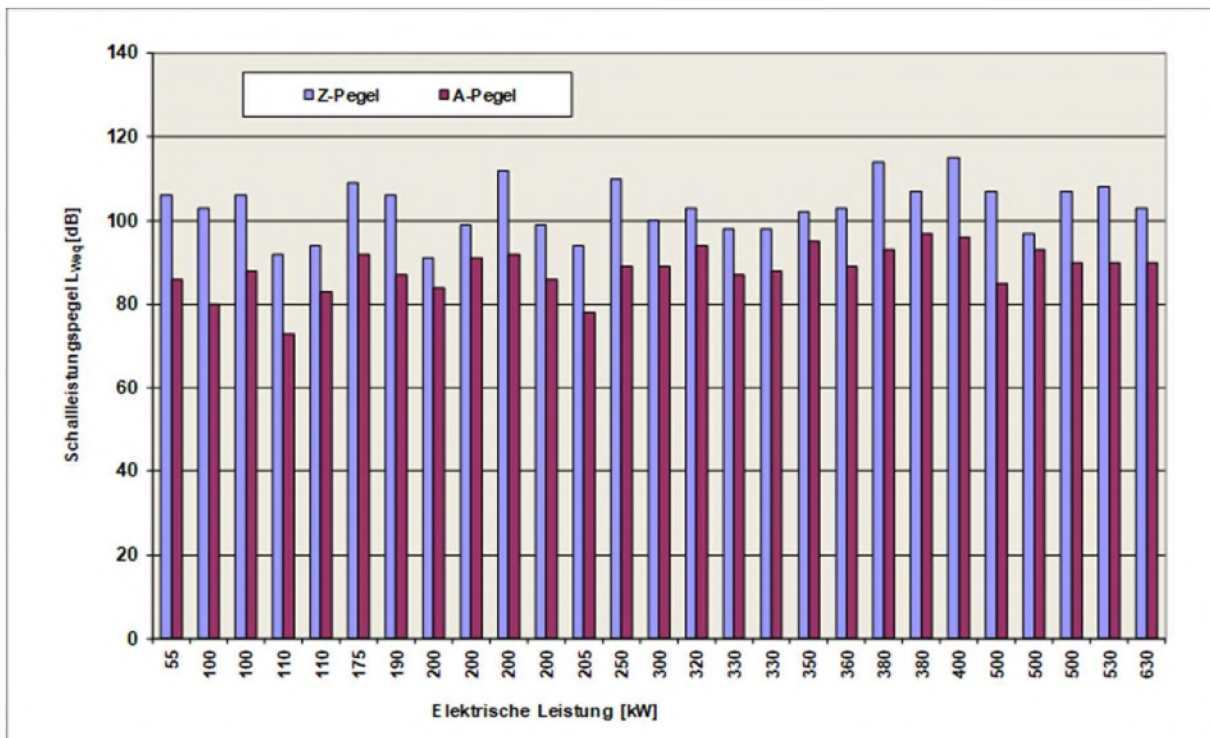


Abb. 1: Schallleistungspegel L_{Weq} bzw. L_{WAeq} von BHKW-Gebäuden (Messungen des LfU)

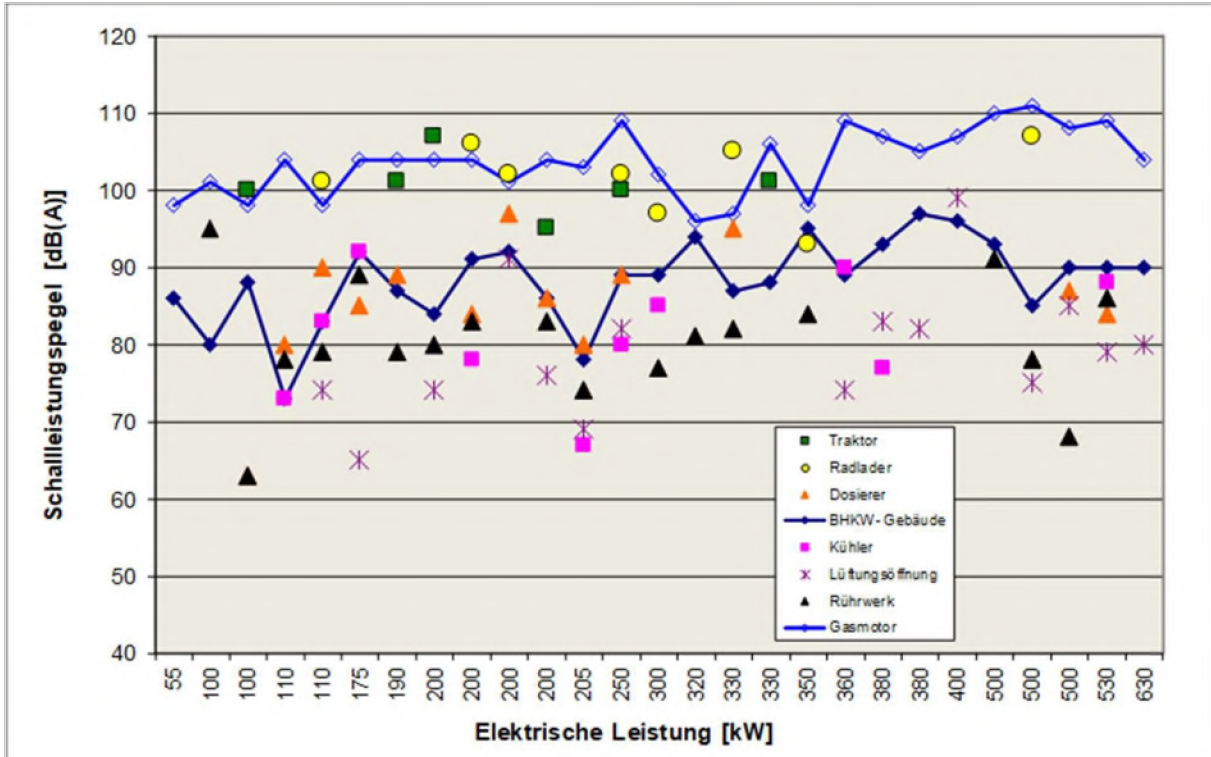


Abb. 2: Schalleistungspegel L_{WAeq} von Komponenten einer Biogasanlage in Abhängigkeit der elektrischen Leistung der Biogasanlage (Messungen des LfU)

Hinweis: L_{WA} Gasmotor des BHKW wurde nach Richtlinie VDI 2571 aus dem gemessenen Innenpegel berechnet.

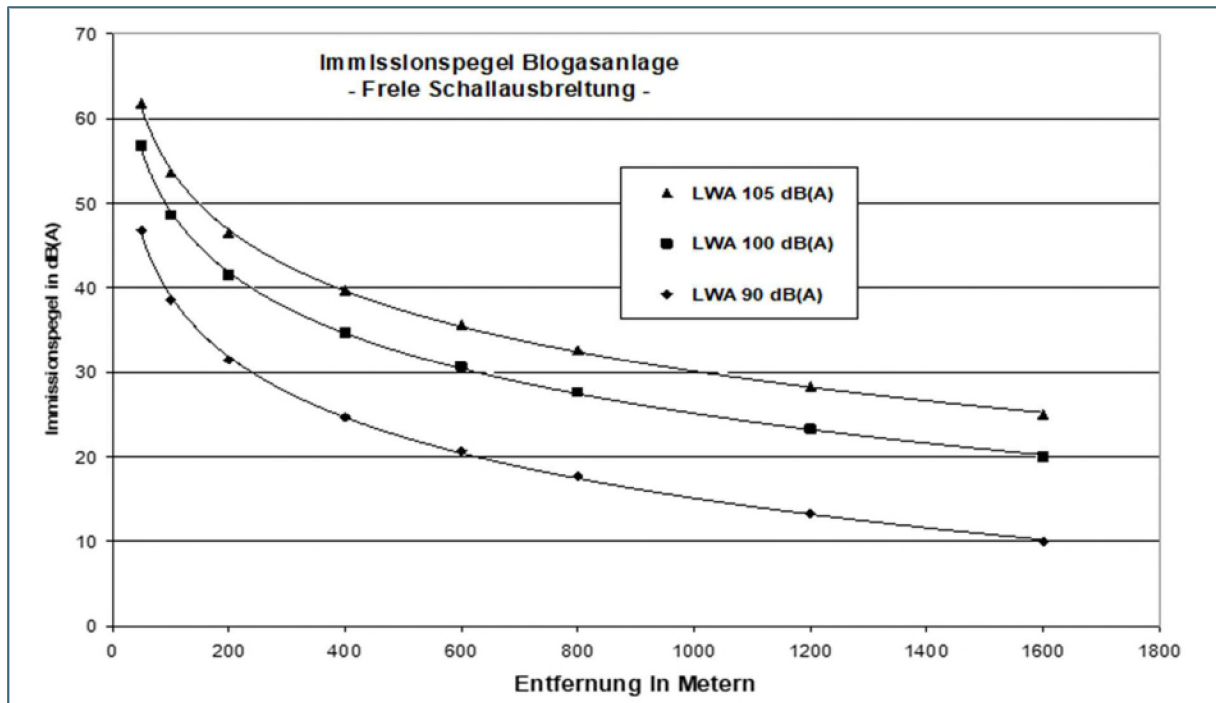


Abb. 3: Ausbreitung des Schalls als Grundlage zur Abschätzung des Pegels am Immissionsort

Die Ergebnisse in der Abbildung 3 basieren auf einer Schallquellenhöhe von 5 m und einer Immissionsorthöhe von 3 m bei freier Schallausbreitung (ohne Hindernisse). Zwischenwerte können durch eine überschlägige Interpolation aus der Grafik abgeschätzt werden.

Erreicht oder überschreitet der abgeschätzte Pegel den entsprechend der Schutzwürdigkeit des Gebiets (lt. Baunutzungsverordnung, BauNVO; z. B. Dorfgebiet) gültigen Immissionsrichtwert nach TA Lärm, ist eine detaillierte Prognose (vgl. TA Lärm Nr. A.2.3) durchzuführen.

Gebietseinstufungen sind im Allgemeinen in den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen der Gemeinden enthalten. Sind solche Angaben nicht vorhanden, ist das Gebiet entsprechend seiner Schutzbedürftigkeit einzustufen (vgl. TA Lärm Nr. 6.6). Die Summenwirkung mit anderen Anlagen ist zu beachten, so dass unter Umständen für die Biogasanlage nur ein reduzierter Immissionsrichtwertanteil zur Verfügung steht.

Werden die Immissionsrichtwerte der TA Lärm (vgl. TA Lärm Nr. 6.1) überschritten, müssen weitergehende Lärmschutzmaßnahmen ergriffen werden. Falls Maßnahmen an den Schallquellen nicht möglich sind, ist zu prüfen, ob ein anderer Standort für die Biogasanlage denkbar ist, oder durch Drehung/Orientierung der Anlage Abschirmeffekte erzielt werden können. Falls die Hauptgeräuschquelle nicht zu hoch liegt, könnte auch eine Lärmschutzwand zur Aufstellung kommen. Betriebszeitbeschränkungen für Liefer- und Fahrverkehr können im Einzelfall erforderlich werden.

Hinweise zur Beurteilung von tieffrequenten Geräuschanteilen enthält die DIN 45680 mit dazugehörigem Beiblatt 1.

2.2.2.5 Einteilung von Biogasanlagen hinsichtlich der Anforderungen zur Luftreinhaltung

Die im Folgenden vorgeschlagene Einteilung von Biogasanlagen in 3 Kategorien ergibt sich aus Kapitel 2.2.2.2 im Hinblick auf eine in der bayerischen Genehmigungspraxis bewährte Vorgehensweise.

Tab. 7: Einteilung der Biogasanlagen aus Sicht des Immissionsschutzes

Nr.	Art der Anforderungen	Anlagenart
I 1	Grundanforderungen	alle Anlagen, insbesondere NawaRo-Anlagen
I 2	Erweiterte Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Bioabfällen mit einer Durchsatzleistung > 10 t/d, - Gülle- oder Gärrestlager > 6.500 m³, - Gesamt-Feuerungswärmeleistung > 1 MW, - Einsatz besonders geruchsintensiver Stoffe oder - Trockenfermentationsanlagen (mit und ohne Abfalleinsatz) - Immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen
I 3	Zusätzliche Anforderungen zur Minderung von Motoremis-sionen	Gesamt-Feuerungswärmeleistung > 1 MW

Hinweis: Das Schema ist als Orientierungshilfe gedacht und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.2.2.6 Auflagenvorschläge zum Immissionsschutz für Biogasanlagen

Die folgenden Auflagenvorschläge dienen als Erkenntnisquelle und sind auf den jeweiligen Einzelfall abzustimmen. Darüber hinaus sind bei Biogasanlagen, die als Betriebsbereich oder Bestandteil eines Betriebsbereichs der 12. BImSchV unterliegen und für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen die TRAS 120 ggf. i. V. m. behördeninternen Vorgaben zu beachten.

Tab. 8: Anforderungen für Biogasanlagen nach den Kategorien

1. Einsatzstoffe	Kategorie
<p><u>In der Biogasanlage dürfen die folgenden Stoffe eingesetzt werden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Abfälle (Auflistung der Abfälle) - Nachwachsende Rohstoffe (Auflistung der nachwachsenden Rohstoffe) - Tierische Nebenprodukte (z. B. Wirtschaftsdünger mit Zuordnung aus eigenem Betrieb oder Fremdbetrieb) <p>Je nach Substrat sind ergänzend zu den nachfolgenden Auflagen abfallrechtliche Anforderungen (Kapitel 2.2.3), veterinärrechtliche Auflagen (Kapitel 2.2.6), düngemittelrechtliche Vorgaben (Kapitel 2.2.7) sowie sicherheitstechnische Anforderungen (TRAS 120) zu beachten.</p> <p>Es ist sicherzustellen, dass nur Stoffe als Substrat angenommen und eingesetzt werden, die für die Erzeugung von Biogas durch enzymatischen oder mikrobiologischen Abbau geeignet oder förderlich oder als typische landwirtschaftliche Verunreinigung wie Erdanhaftungen oder Sand im Substrat unvermeidbar sind.</p>	I 1 / I 2
2. Anlieferung und Lagerung der Gärsubstrate (außer Gülle)	
<p>Fahrwege und Betriebsflächen im Anlagenbereich sind in einer der Verkehrsbeanspruchung entsprechenden Stärke zu befestigen. Die befestigten Flächen sind entsprechend dem Verunreinigungsgrad zu säubern. Verunreinigungen sind unverzüglich zu beseitigen. Staubaufwirbelungen sind zu vermeiden.</p>	I 1
<p>Staubende Stoffe, wie Getreidespelzen, Knochenmehl, trockener Hühnerkot, Milchpulver, Molkepulver usw. sind in geschlossenen Behältnissen (Silofahrzeuge, Container, Abdeckplanen, geschlossene Gebinde o. ä.) zu transportieren sowie möglichst in geschlossenen Räumen oder abgedeckten Lagerboxen zu lagern bzw. umgehend unter Vermeidung von Staubemissionen in die Vorgrube bzw. den Fermenter einzubringen.</p>	I 1
<p>Besonders geruchsintensive Stoffe, wie feuchter Hühnerkot, Abfälle aus der Biotonne, Küchen- und Kantinenabfälle, in Fäulnis übergehende Gemüseabfälle usw. sind in geschlossenen Behältnissen (Silofahrzeuge, Container, mit Planen abgedeckte Mulden, geschlossene Gebinde o. ä.) zu transportieren.</p>	I 2
<p>Anlagen nach Nr. 8.6.2 der 4. BImSchV (Abfallvergärungsanlagen): Es ist sicherzustellen, dass nur Stoffe als Substrat angenommen und eingesetzt werden, die für die Erzeugung von Biogas durch enzymatischen oder mikrobiologischen Abbau geeignet oder förderlich oder als typisch landwirtschaftliche Verunreinigung wie Erdanhaftungen oder Sand im Substrat unvermeidbar sind.</p>	I 2
<p>Silagen sind mit geeigneten Membranen / Planen/Folien möglichst luftdicht abzudichten. Dabei ist insbesondere auf eine geeignete Fixierung der Planen zu achten. Die Anschnittsfläche ist auf ein Mindestmaß zu reduzieren.</p> <p>Die Siloanlagen sind hydraulisch so zu bemessen, dass geruchsintensive Silagesickersäfte über geeignete Systeme an den Austrittsstellen gefasst, über geschlossene Auffangbehälter gesammelt oder in die Biogasanlage zur Verwertung (Vorgrube oder Fermenter) abgeleitet werden.</p> <p>Geruchsemissionen aus Schächten oder Behältern zur Sammlung von Silagesickersaft sind durch eine geeignete Abdeckung nach dem Stand der Technik zu minimieren.</p> <p>Die befestigten Siloplatten und Rangierflächen sind nach jeder Entnahme zu reinigen.</p> <p>Hinweis: Das gemeinsame Merkblatt „Silagesickersaft und Gewässerschutz“ [4] ist zu beachten. Es enthält Hinweise zur Ausführung von Silagen, die auch zur Geruchsemissionsminderung beitragen.</p>	I 1

1. Einsatzstoffe	Kategorie
<p>Beim Einsatz von Bioabfällen, die bei offener Lagerung zu Geruchsemissionen führen, ist der Anlieferungs- und Aufbereitungsbereich einzuhausen. Die Abluft ist zu erfassen und in einer geeigneten Abgasreinigungsanlage zu desodorieren. Dabei ist eine Geruchsemissionskonzentration von 500 GE/m³ einzuhalten. Für die Auslegung und den Betrieb von biologischen Abgasreinigungsanlagen sind die Anforderungen der Richtlinien VDI 3477, Biologische Abgasreinigung - Biofilter, bzw. 3478, Biologische Abgasreinigung - Biowäscher und Rieselbettreaktoren zu beachten. Bei begründeten Geruchsbeschwerden sind olfaktometrische Messungen entsprechend der Richtlinie DIN EN 13725, Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, durchzuführen.</p>	I 2
3. Eingabeverfahren und Substrataufbereitung	
<p>Befüllvorgänge sind so vorzunehmen, dass Staubaufwirbelungen und/oder die Freisetzung von Gerüchen möglichst vermieden werden. Bei der Befüllung entstehende Verunreinigungen sind unverzüglich zu entfernen.</p>	I 1
<p>Die Vorgrube ist mit einer geruchsdichten Abdeckung auszurüsten, die nur für kurzzeitige Befüllvorgänge geöffnet werden darf.</p>	I 1
<p>Eingabeverfahren sind in Abhängigkeit vom eingesetzten Substrat (z. B. nachwachsende Rohstoffe) so zu wählen, dass Geruchsemissionen vermieden werden. Dazu sind emissionsarme Eingabeverfahren wie Feststoffeintragssysteme zu verwenden.</p>	I 1
<p>Die Aufbereitung von geruchsintensiven Kofermenten (Störstoffabtrennung, Zerkleinerung, Nassauflösung, Homogenisierung, Hygienisierung etc.) ist zu kapseln bzw. in geschlossener Bauweise zu errichten. Entstehende geruchsintensive Abgase sind zu erfassen und über eine geeignete Abgasreinigungsanlage (z. B. Biofilter oder Abgaswäscher) zu reinigen.</p>	I 2
<p>Der Aufbereitungs-, Umschlags- und Aerobisierungsbereich für Gärsubstrate ist in einer geschlossenen Halle unterzubringen. Der Hallenbereich ist zu entlüften. Die Abgase aus der Hallenentlüftung sind zu erfassen und einem Biofilter oder einer gleichwertigen Abgasreinigung zuzuführen.</p> <p>Bei Anlagen, die eine aerobe Behandlung der Gärreste betreiben, insbesondere Aerobisierung, Nachrotte oder Trocknung, ist dem Biofilter zur Ammoniakabscheidung ein saurer Wäscher (Chemowäscher) oder ein gleichwertiges Aggregat zur Entfernung von Ammoniak mit einem Emissionsminderungsgrad von mindestens 90 % vorzuschalten. Der saure Wäscher ist nicht erforderlich, wenn der Ammoniakemissionswert von 10 mg/m³ vor der biologischen Abluftreinigung unterschritten wird.</p> <p>Hinweis: Gemäß VDI Richtlinie 3477 (März 2016) wird für die Ammoniakemissionen ein Eingangswert in den Biofilter von 5 mg/m³ festgelegt.</p> <p>In Annahme- und Aufbereitungshallen sind die Abgase vorwiegend an den Entstehungsstellen abzusaugen.</p> <p>Die Hallentore sind mit Ausnahme von Ein- und Ausfahrtvorgängen geschlossen zu halten. Ggf. sind zur weiteren Minderung diffuser Emissionen Luftschleieranlagen, Fahrzeugschleusen oder vergleichbare Techniken vorzusehen.</p>	I 2
<p>Die offene Nachrotte von stabilisierten und hygienisierten aeroben Gärresten ist nach dem Stand der Technik zu betreiben. Durch Maßnahmen wie die Verwendung eines ausreichenden Anteils an Strukturmaterial, die Einstellung eines ausreichenden Trockensubstanzgehaltes und eine angepasste Mietenhöhe ist für eine ausreichende Belüftung der Mieten zu sorgen. In Gärung befindliche Bioabfälle dürfen in offenen Nachrotten nicht behandelt werden.</p>	I 2
4. Gasführende Anlagenkomponenten, Gasspeicher	
<p>Beim Hochfahren der Biogasanlage ist eine schnellstmögliche Verwertung des erzeugten Biogases sicherzustellen. Dazu ist ein entsprechender Anfahrplan vorzulegen. Die Anforderungen der Nr. 5.1.2 Abs. 4 der TA Luft sind zu berücksichtigen.</p>	I 1
<p>Ist für Instandhaltungsarbeiten ein Öffnen gasbeaufschlagter Anlagenteile erforderlich, ist die Emission von Biogas zu vermeiden oder, soweit dies nicht möglich ist, zu minimieren.</p>	I 1

1. Einsatzstoffe	Kategorie
<p>Gasfreisetzungen aus gasführenden Anlagenteilen sind vor dem sicherheitsgerichteten Ansprechen von Überdrucksicherungen im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie bei Betriebsstörungen und bei Wartungsarbeiten durch die folgenden Maßnahmen zu vermeiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anpassung der Beschickung der Biogasanlage mit Einsatzstoffen an die verwertbare Gasmenge (bestimmungsgemäßer Betrieb), - Reduzierung der Fütterung auf ein Mindestmaß (bei Betriebsstörungen), - Vorhalten von ausreichendem Gasspeichervolumen, durch die Einbindung der Messgröße Füllstand Gasspeicher in Prozessleitsystem und Motorsteuerung (Gasspeicherregelung), - Einsatz einer stationären Gasverwertungseinrichtung (automatisch zündende Gasfackel) <p>Die stationäre Gasfackel ist auf die maximale Biogasproduktion auszulegen.</p> <p><u>Hinweise:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Einsatz einer auf die maximale Biogasproduktion ausgelegten stationären Gasfackel soll im Regelfall vorgesehen werden (siehe Nr. 2.2.2.2.4). Bei der Ableitung der Abgase über eine Gasfackel ist Kapitel 3.8 „Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung“ der TRAS 120 zu beachten. 	I 1
<p>Bei Gasspeichern, einschließlich derjenigen in Gärbehältern, ist der Gasfüllstand kontinuierlich zu überwachen und anzuzeigen. Sie müssen zusätzlich mit automatischen Einrichtungen zur Erkennung und Meldung unzulässiger Gasfüllstände ausgerüstet sein. Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtungen sind so zu steuern, dass sie automatisch in Betrieb gesetzt werden, bevor Emissionen über Überdrucksicherungen entstehen. Das Ansprechen von Über- oder Unterdrucksicherungen muss bei der für den Betrieb verantwortlichen Person und in der Anlage Alarm auslösen und ist zu registrieren und zu dokumentieren. Die Dokumentation ist fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.</p>	I 1
<p>Die Überdrucksicherungen sind so auszuführen, dass auch nach Ansprechen die Funktionsfähigkeit (Gasabschluss) gewährleistet ist. Bei Überdrucksicherungen mit Wasservorlage ist ein Rückfließen der Sperrflüssigkeit sicherzustellen.</p>	I 1
<p><u>Bei Trockenfermentationsverfahren (Stapelverfahren, „Garagenverfahren“):</u> Zur Minderung der Emissionen sind beim Betrieb der Fermenter die folgenden Maßnahmen zu ergreifen:</p> <p>Bis zum Öffnen der Fermenter zur Entleerung des Gärrestes ist das abgesaugte Gas dem BHKW (z. B. als Verbrennungsluft) zuzuführen. Die Fermenter dürfen erst geöffnet werden, wenn der Methangehalt in der abgesaugten Fermenterluft unter der Nachweisgrenze der üblicherweise dafür eingesetzten Methangasmessgeräte liegt. Hierzu sind entsprechende MSR-technische Verriegelungen (Garagentore/MSR-Einrichtungen) vorzusehen.</p> <p>Anfallende Belüftungsabgase sind einer geeigneten Abgasbehandlungseinrichtung (z. B. Wäscher) zuzuführen.</p> <p>Die bei der Gärung in diskontinuierlich betriebenen Trockenvergärungsanlagen austretende Flüssigkeit (Perkolat) ist in mindestens technisch dichten Behältern zu lagern. Entstehendes Gas ist zu erfassen und zu verwerten.</p>	I 2
<p>Das Gasleitungssystem und die Gasspeicher sind vor der Inbetriebnahme auf Dichtigkeit zu prüfen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu dokumentieren.</p> <p>Auf die entsprechenden Ausführungen in den DWA-Merkblättern M 375 "Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen" [5], bzw. M 377 "Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern" [7] wird hingewiesen.</p>	I 1
<p>Die Dichtheit von Membransystemen ist zu überwachen. Hierzu sind sie mit einer zusätzlichen äußeren Umhüllung der Gasmembran zu betreiben, die eine ständige Überwachung des Zwischenraums ermöglicht. Der Zwischenraum oder der Abluftstrom des Zwischenraumes ist auf Leckagen von Biogas zu überwachen. Die gemessenen Werte sind wöchentlich im Hinblick auf die Entstehung von Undichtigkeiten auszuwerten, sofern dies nicht automatisch erfolgt. Sofern es sich um einen Betriebsbereich handelt, hat die Überwachung kontinuierlich zu erfolgen, wobei die Werte aufzuzeichnen sind. Bei Anlagen die Betriebsbereiche sind, ist die Dokumentation fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.</p>	I 1

Bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen, die kein Betriebsbereich sind, ist eine wöchentliche Prüfung des Zwischenraums auf Leckagen von Biogas ausreichend, wenn zusätzliche anlassbezogene Messungen, z. B. nach Starkwindereignissen oder Druckschwankungen, vorgenommen werden. Die Werte sind zu dokumentieren.	11	
Die Komponenten der Membransysteme sind zum Ende der vom Hersteller angegebenen Standzeit auszutauschen. Liegt keine Herstellerangabe zur Standzeit vor, so ist das Membransystem spätestens nach sechs Jahren Betriebszeit auszutauschen. Der Zeitraum kann entsprechend dem Ergebnis einer sicherheitstechnischen Prüfung angemessen verlängert werden, siehe auch DWA Merkblatt M 377 "Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern [7].	11	
5. Gasreinigung, Gasqualität		
Das erzeugte Biogas ist durch geeignete Gasreinigungseinrichtungen zu entschwefeln. Bei der Auslegung der Entschwefelungseinrichtungen sind die Vorgaben der Motorenhersteller an den maximalen Schwefelgehalt im Biogas zu beachten. Außerdem sind beim Betrieb der Entschwefelungseinrichtungen die Spezifikationen der Hersteller von sekundären Abgasreinigungsanlagen (z. B. des Oxidationskatalysators) für die Behandlung der Motorenabgase an den zulässigen H ₂ S- bzw. SO ₂ -Gehalt im Rohgas des Motors zu berücksichtigen. <u>Hinweis:</u> I. d. R. ist der Betrieb einer Feinent Schwefelung mittels Aktivkohlefilter erforderlich.	11	
Aktivkohle- oder aktivkohlehaltige Adsorber sind durch geeignete Messeinrichtungen so zu überwachen, dass Entzündungen vermieden werden. Die Messeinrichtung muss bei der für den Betrieb verantwortlichen Person und in der Anlage Alarm auslösen. Der Adsorber muss mit einem Anschluss zur Inertisierung ausgerüstet sein. Dazu muss die erforderliche Menge an Inertgas bereitgehalten werden (s. Kap. 3.7 der TRAS 120).	11	
Die Gasqualität ist monatlich bezüglich H ₂ S- und CH ₄ -Gehalt zu kontrollieren, um einen optimalen Anlagenbetrieb zu gewährleisten. Die Ergebnisse der Kontrollen sind im Betriebstagebuch aufzuzeichnen.	11	
6. Biogasverwertung		
6.1 Anforderungen an immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Motoranlagen		
Die Motoranlage ist so zu betreiben, dass die folgenden Emissionsgrenzwerte im Abgas jedes Einzelmotors nicht überschritten werden. Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich jeweils auf das trockene Abgas im Normalzustand (273,15 K, 101,3 kPa) und auf einen Sauerstoffgehalt von 5 Vol.-% (Bezugssauerstoffgehalt).	11	
Emissionsbegrenzung für Biogasmotoranlagen mit < 1 MW Gesamt-Feuerungswärmeleistung		
	Gasmotor	Zündstrahlmotor
Stickstoffoxide, angegeben als NO ₂	0,5 g/m ³	1,0 g/m ³
Kohlenmonoxid	1,0 g/m ³	2,0 g/m ³
Formaldehyd	40 mg/m ³	40 mg/m ³
Über die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen sind vom Motorenhersteller geeignete Nachweise vorzulegen.		
Im Rahmen der Motor- bzw. Anlagenwartung ist durch Überprüfungs-messungen (i. d. R. für NO _x , CO und Formaldehyd) durch den Servicebeauftragten nachzuweisen, dass oben genannten Emissionsbegrenzungen sicher eingehalten werden. Die Messergebnisse sind im Betriebstagebuch zu dokumentieren.		

6.2 Anforderungen an immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Motoranlagen gemäß 44. BImSchV		I 3
Die Motoranlage ist so zu betreiben, dass die folgenden Emissionsgrenzwerte im Abgas jedes Einzelmotors nicht überschritten werden. Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich jeweils auf das trockene Abgas im Normalzustand (273,15 K, 101,3 kPa) und auf einen Sauerstoffgehalt von 5 Vol.-% (Bezugssauerstoffgehalt).		
6.2.1 Emissionsgrenzwerte für neu errichtete Biogasmotoranlagen gemäß §§ 16 und 9 i. V. m. § 39 der 44. BImSchV		
	Grenzwerte	einzuhalten
Kohlenmonoxid	0,50 g/m ³	sofort
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,50 g/m ³	bis 31.12.2022
	0,1 g/m ³	seit 01.01.2023
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	0,09 g/m ³	sofort
Formaldehyd	20 mg/m ³	sofort
Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	1,3 g/m ³	seit 01.01.2023
Ammoniak	30 mg/m ³	ab Betrieb SCR
6.2.2 Emissionsgrenzwerte für bestehende Biogasmotoranlagen gemäß §§ 16 und 9 i. V. m. § 39 der 44. BImSchV		
	Grenzwerte	einzuhalten
Kohlenmonoxid	< 3 MW: 1,0 g/m ³ 2,0 g/m ³ (Zündstrahlmotor)	bis 31.12.2024
	≥ 3 MW: 0,65 g/m ³ (alle Motoren)	ab 01.01.2025
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	0,50 g/m ³	bis 31.12.2028
	bei Zündstrahlmotoren: < 3 MW: 1,0 g/m ³ ≥ 3 MW: 0,50 g/m ³	ab 01.01.2029
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	0,31 g/m ³	bis 31.12.2024
	0,09 g/m ³	ab 01.01.2025
Formaldehyd	30 mg/m ³	sofort
organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	1,3 g/m ³	01.01.2029
Ammoniak	30 mg/m ³	ab Betrieb SCR

<p><u>Hinweise:</u> Zum Ammoniakgrenzwert siehe Ausführungen unter Kapitel 2.2.2.6.</p> <p>Der Zünd- und Stützfeuerungsbetrieb ist bei Zündstrahlmotoren auf das für den Betrieb notwendige Maß zu beschränken (bis ca. 10 % Anteil an FWL). Der Verbrauch an entsprechenden Brennstoffen ist im Betriebstagebuch zu dokumentieren. Auf die Bestimmungen des § 44c Abs. 1 Nr. 2 des EEG 2023 wird hingewiesen. Demnach besteht der Anspruch auf Vergütung nur, wenn als Zünd- bzw. Stützfeuerung ausschließlich flüssige Biomasse eingesetzt wird (Pflanzenölmethylester).</p>	
<p>Der Methangehalt im Motorabgas ist durch geeignete technische Maßnahmen so weit wie möglich zu reduzieren.</p>	
<p>Beim Einbau von Oxidationskatalysatoren sind die zu erwartenden Betriebstemperaturen zu beachten, um eine Schädigung des Oxidationskatalysators durch zu hohe Betriebstemperaturen zu vermeiden.</p>	I 1
<p><u>Erdgaseinspeisung:</u> Anfallende methanhaltige Abgase, die bei der Biogasaufbereitung (z. B. Druckwechseladsorption) anfallen, sind möglichst thermisch zu nutzen. Ist eine thermische Nutzung nicht möglich, sind andere Verfahren zur Minderung von Methan- und ggf. Schwefelwasserstoffemissionen (z. B. Schwachgasnachverbrennung, auch katalytisch) einzusetzen. Dabei sind die Anforderungen der Nr. 5.4.1.16 der TA Luft 2021 zu beachten.</p> <p><u>Hinweis:</u> Auflagen zur Emissionsbegrenzung und -überwachung sind auf den Einzelfall abzustimmen. Die VDI 3896 kann hierfür Orientierung geben.</p>	I 1
<p>6.3 Abgasreinigung und kontinuierlich effektiver Betrieb bei Motoranlagen gemäß 44. BImSchV</p>	I 3
<p>Bei der motorischen Abgasreinigung sind die Vorgaben des § 20 der 44. BImSchV einschlägig und zu beachten:</p>	
<p>Sofern zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte Abgasreinigungseinrichtungen erforderlich sind, ist der gesamte Abgasstrom zu behandeln.</p>	
<p>Es sind geeignete Nachweise über den kontinuierlichen effektiven Betrieb der Oxidationskatalysatoren und der SCR-Anlage zu führen (z. B. Nachweis über die Funktion der Biogasentschwefelung und mittels Temperatursensoren).</p>	
<p>Bei einer Betriebsstörung an einer Abgasreinigungseinrichtung oder bei ihrem Ausfall sind unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen für einen ordnungsgemäßen Betrieb zu ergreifen. Der Betrieb der Anlage ist einzuschränken oder sie ist außer Betrieb zu nehmen, wenn ein ordnungsgemäßer Betrieb nicht innerhalb von 24 Stunden sichergestellt werden kann. In jedem Fall ist die zuständige Behörde unverzüglich, spätestens jedoch innerhalb von 48 Stunden nach dem Zeitpunkt des Eintretens der Betriebsstörung oder des Ausfalls, zu unterrichten.</p>	
<p>Bei Ausfall einer Abgasreinigungseinrichtung darf eine Anlage während eines Zeitraums von zwölf aufeinanderfolgenden Monaten höchstens 400 Stunden ohne diese Abgasreinigungseinrichtung betrieben werden.</p>	
<p>Die Emissionen an Stickstoffoxiden im Abgas jedes BHKWs sind mit geeigneten qualitativen Messeinrichtungen, wie beispielsweise NO_x-Sensoren, als Tagesmittelwert zu überwachen.</p>	
<p>Die Maßnahmen zum emissionsseitig konformen Betrieb von Motoranlagen sind im Einheitsblatt 6299 des Verbandes des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus (September 2019), Methoden zur Überwachung der Emissionen von Verbrennungsmotoranlagen (VDMA-Einheitsblatt 6299), detailliert beschrieben und sind mindestens wie folgt zu beachten:</p>	
<p>Das Steuerungssystem der NO_x-Sensoren hat eine Alarmierung auszugeben und zu dokumentieren, wenn der ermittelte Tagesmittelwert der NO_x-Konzentration die folgenden Alarmschwellen für die jeweilige Verbrennungsmotoranlage überschreitet. Der Betreiber hat unverzüglich Maßnahmen zur Beseitigung des Fehlers zu ergreifen.</p>	

Alarmschwellen	
NO_x-Grenzwert	Tagesmittelwert, bei dem der Alarm ausgelöst wird
0,1 g/m ³	≥ 0,15 g/m ³
0,50 g/m ³	≥ 0,60 g/m ³
<p>Ausgelöste Alarmer sind zu visualisieren (z. B. über ein Display oder Anzeige) und im Logbuch/ Betriebstagebuch zu dokumentieren. Die Alarmer sind rollierend für mindestens ein Jahr zu speichern.</p>	
<p>Die NO_x-Sensorik muss Fehler bzw. Fehlfunktionen erkennen und eine entsprechende Fehlermeldung ausgeben. Nach Einbau oder Austausch eines NO_x-Sensors soll zur Plausibilisierung des Messsignals eine Überprüfungsmessung durch einen Serviceverantwortlichen oder durch qualifiziertes Personal (z. B. Servicetechniker) mit geeigneten Messgeräten erfolgen. Die Messergebnisse sind im Betriebstagebuch zu dokumentieren.</p>	
<p>Die Historie von Überwachungs- und Servicemaßnahmen an den Biogasmotoren, wie Änderungen an der Motorsteuerung, Tausch von einzelnen Komponenten mit eindeutiger Kennzeichnung (z. B. Oxidationskatalysator), Wartung, Entfernung und Anbringung von Verplombungen, die Ergebnisse von Überprüfungsmessungen (z. B. durch Serviceverantwortliche) sowie die Historie von Alarmierungen oder Fehlermeldungen und getroffenen Abhilfemaßnahmen sind in einem Logbuch/Betriebstagebuch aufzuzeichnen.</p>	
<p>Die Oxidationskatalysatoren sind durch Verplombung gegen einen unbefugten Ausbau zu sichern. Die Verplombung soll nicht zerstörungsfrei zu entfernen sein und soll ein eindeutiges identifizierendes Merkmal in Form einer fortlaufenden Nummer oder einer anderen individuellen Kennzeichnung (z. B. Herstellerlogo des Motoren- oder Anlagenherstellers, Kennung des Servicebefugten) besitzen.</p> <p><u>Hinweis:</u> Die Verplombung kann z. B. zu folgenden Zwecken entfernt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei Wartungsarbeiten • bei Reinigung des Katalysators • bei Austausch eines Katalysators • bei Reparatur eines Katalysators <p>Die Entfernung und neuerliche Anbringung der Verplombung soll durch einen Servicebefugten oder eine bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG erfolgen und ist im Logbuch/Betriebstagebuch mit Datum des Tages der Entfernung der Plombe, des identifizierenden Merkmals der neuen Plombe sowie der eindeutigen Kennzeichnung des Katalysators zu dokumentieren.</p>	
6.4 Emissionsmessungen bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Motoranlagen gemäß der 44. BImSchV	
Für jeden Einzelmotor sind gemäß § 24 der 44. BImSchV die Emissionen wie folgt durch Einzelmessungen zu ermitteln:	
Schadstoff (O ₂ -Bezug: 5 %)	Messintervall gemäß 44. BImSchV
Kohlenmonoxid (CO)	jährlich
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid (NO ₂)	jährlich
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid (SO ₂)	alle 3 Jahre
Formaldehyd	jährlich

I 3

Organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C	jährlich	
Ammoniak	jährlich *	
<p>Die Messungen sind mit Inkrafttreten der 44. BImSchV durchzuführen. Messungen für Gesamt-C und Ammoniak haben ab dem Zeitpunkt zu erfolgen, ab dem die Emissionsgrenzwerte gelten.</p> <p>Bei Motoren, die SCR-Anlagen einsetzen, sind die Emissionen an Ammoniak gleichzeitig mit den Emissionen an Stickstoffoxiden zu ermitteln.</p> <p>* Diese Anforderung gilt nicht für Anlagen, die über einen, der selektiven katalytischen Reduktion nachgeschalteten, Oxidationskatalysator bzw. einen NH₃ Schlupfkatalysator verfügen.</p> <p>Hinweis: Für Betriebszeiten < 300 h/a ergeben sich ggf. andere Messintervalle. Siehe hierfür Ausführungen unter Kap. 2.2.2.2.6.</p>		
<p>Die Einzelmessungen zur Feststellung, ob die in [optional: Nr. 6.2.1 und 6.2.2] genannten Emissionsgrenzwerte eingehalten werden, sind durch Stellen nach § 29b BImSchG durchführen zu lassen, die für den Tätigkeitsbereich der Gruppe I Nr. 1 gem. 41. BImSchV) für die jeweiligen Stoffe bekannt gegeben (bekannt gegebene Stellen) sind. Die Messungen sind innerhalb von vier Monaten nach der Inbetriebnahme der Motoranlage im Turnus wie in der Tabelle angegeben durchzuführen. Bei einer emissionsrelevanten Änderung der Feuerungsanlage sind die Messungen spätestens nach vier Monaten vorzunehmen.</p> <p>Zudem soll von den bekannt gegebenen Stellen eine einfache Plausibilisierung der qualitativen Messergebnisse der NO_x-Sensorik mit den Messergebnissen erfolgen.</p> <p>Die Termine der Messungen sind der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde (LRA/Stadt ...) jeweils frühzeitig (z. B. mindestens acht Tage vor Messbeginn) mitzuteilen.</p>		13
<p>Es sind mindestens drei Einzelmessungen im Zustand maximaler Emissionen (i.d.R. bei Vollast) durchzuführen. Die Messungen sind entsprechend den Anforderungen der TA Luft 2021 zur Messplanung (Nr. 5.3.2.2), zur Auswahl von Messverfahren (Nr. 5.3.2.3) sowie zur Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse (Nr. 5.3.2.4) durchzuführen.</p>		
<p>Die Dauer der Einzelmessung soll eine halbe Stunde betragen; das Ergebnis der Einzelmessung ist als Halbstundenmittelwert zu ermitteln und anzugeben. Die Emissionsbegrenzungen gelten als eingehalten, wenn das Ergebnis keiner Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit einen Emissionsgrenzwert überschreitet.</p> <p>Während der Emissionsmessungen ist der Gehalt an Methan (CH₄) im Biogas zu bestimmen, ferner sind die elektrische Leistung (kW_{el}) und die Luftzahl Lambda (λ) des jeweiligen Motors abzulesen und festzuhalten. Zeitgleich zu den drei Einzelmessungen ist der Schwefelgehalt im Biogas, das dem Motor als Brennstoff zugeführt wird, zu bestimmen.</p> <p><i>□Hinweis für die Überwachungsbehörden</i> <i>Sollten durch nachträgliche Anordnungen, die auf Ermittlung von Emissionen beruhen, zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen gefordert werden, ist die Messunsicherheit zugunsten des Betreibers zu berücksichtigen.</i></p>		
<p>Bei den Emissionsmessungen sind die dem Stand der Messtechnik entsprechenden Messverfahren einzusetzen. Die Probenahme und die Analyse aller Schadstoffe sind entsprechend nach CEN-Normen des Europäischen Komitees für Normung durchzuführen. Sind keine CEN-Normen verfügbar, so werden ISO-Normen, nationale Normen oder sonstige internationale Normen angewandt, die sicherstellen, dass Daten von gleichwertiger wissenschaftlicher Qualität ermittelt werden.</p>		13

<p>Der Betreiber hat über die Ergebnisse der Einzelmessungen einen Messbericht erstellen zu lassen und der zuständigen Behörde unverzüglich vorzulegen. Der Messbericht muss Folgendes enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○Angaben über die Messplanung ○das Ergebnis jeder Einzelmessung ○das verwendete Messverfahren und ○die Betriebsbedingungen, die für die Beurteilung der Messergebnisse von Bedeutung sind. ○Dokumentation der Alarmmeldungen der NO_x-Sensorik ○Aussagen zur Plausibilität des NO_x-Sensorsignals <p>Der Messbericht soll dem Anhang A der Richtlinie VDI 4220 Blatt 2 (Ausgabe November 2018) entsprechen.</p>	
<p>Für die Messungen zur Feststellung der Emissionen sowie zur Ermittlung der Bezugs- und Betriebsgrößen sind Messplätze einzurichten. Die Messplätze sollen ausreichend groß, leicht begehbar und so beschaffen sein, dass repräsentative und einwandfreie Messungen gewährleistet sind.</p>	
<p>Zur Gewährleistung einer technisch einwandfreien und gefahrlosen Durchführung der Emissionsmessungen sind im Einvernehmen mit dem vorgesehenen Messinstitut geeignete Messorte und Probenahmestellen festzulegen. Hierbei sind die Anforderungen der DIN EN 15259 (Ausgabe 2008-01) hinsichtlich der Messplanung, Messstrecke und der Messplätze einzuhalten.</p>	
<p>6.5 Aufzeichnungs- und Aufbewahrungspflichten beim Betrieb von immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Motoranlagen gem. § 7 der 44. BImSchV</p>	I 3
<p>6.5.1 Der Betreiber hat folgende Aufzeichnungen zu führen</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Betriebsstunden der Motoren b) Art und Menge der in den Motoren verwendeten Brennstoffe c) Aufzeichnungen über etwaige Störungen oder Ausfälle der Abgasreinigungseinrichtungen und d) Aufzeichnungen über Fälle, in denen die Emissionsgrenzwerte nicht eingehalten wurden und über die diesbezüglich ergriffenen Maßnahmen 	
<p>6.5.2 Folgende Unterlagen sind aufzubewahren:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) die Genehmigung b) die Überwachungsergebnisse (Messberichte) sowie die Nachweise über den kontinuierlichen effektiven Betrieb von Abgasreinigungseinrichtungen (insbesondere die Ergebnisse der NO_x-Sensorik) c) die Aufzeichnungen nach 6.5.1 a), b) und d) 	
<p>6.5.3 Die in Nr. 6.5.2 a) genannten Unterlagen sind bis ein Jahr nach der Einstellung des gesamten Betriebes der Anlage aufzubewahren. Der Betreiber hat die in 6.5.2. b) und c) genannten Unterlagen mindestens sechs Jahre lang ab dem Zeitpunkt des Vorliegens der Überwachungsergebnisse oder der Aufzeichnungen aufzubewahren.</p>	
<p>6.5.4 Der zuständigen Behörde sind die in Nrn. 6.5.1 und 6.5.2 genannten Unterlagen auf deren Verlangen vorzulegen. Die zuständige Behörde verlangt die Vorlage insbesondere, um sie der Öffentlichkeit nach den Bestimmungen über den Zugang zu Umweltinformationen zugänglich zu machen.</p>	
<p>7. Emissionsbegrenzung für Abgase aus sonstigen Quellen (z. B. Hallenentlüftung)</p>	I 2
<p>Bei Anlagen zur biologischen Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen nach 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 sind die folgenden Emissionsgrenzwerte einzuhalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geruchsstoffe: 500 GE/m³ - TVOC: Anzustrebender Wert: 0,25 g/m³ (Anlagen > 50 t/d: Jahresmittelwert 0,20 g/m³ (Grenzwert)) - Ammoniak: 10 mg/m³ 	

7.1 Messung und Überwachung von sonstigen Emissionsquellen an immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Biogasanlagen	I 2
Frühestens 3 Monate und spätestens 6 Monate nach Erreichen des ungestörten Betriebes und in der Folge alle 3 Jahre ist durch Messung einer bekannt gegebenen Messstelle nach § 29b BImSchG nachzuweisen, dass die unter [...] genannten Emissionswerte nicht überschritten werden. Spätestens 14 Tage vor Durchführung der Emissionsmessungen ist die Genehmigungsbehörde über den genauen Messtermin in Kenntnis zu setzen.	
Zur Gewährleistung einer technisch einwandfreien und gefahrlosen Durchführung der Emissionsmessungen sind im Einvernehmen mit dem vorgesehenen Messinstitut geeignete Messorte und Probenahmestellen festzulegen. Hierbei sind die Anforderungen der DIN EN 15259 hinsichtlich der Messplanung, Messstrecke und der Messplätze einzuhalten.	
Die Emissionsmessungen sind entsprechen den Anforderungen der TA Luft 2021 Nr. 5.3.2 zur Messplanung, zur Auswahl von Messverfahren (Nr. 5.3.2.3) sowie zur Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse (Nr. 5.3.2.4) durchzuführen.	
Die Messungen sind bei maximaler Auslastung der Anlage oder bei einem repräsentativen Betriebszustand mit maximalen Emissionen vorzusehen.	
Es sind mindestens 3 Einzelmessungen durchzuführen. Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind jeweils als Halbstundenmittelwert zu ermitteln. Die Emissionsbegrenzungen gelten als eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit die festgelegten Massenkonzentrationen nicht überschreitet.	
Der Messbericht soll dem Anhang A der Richtlinie VDI 4220 Blatt 2 (Ausgabe November 2018) entsprechen. Der Messbericht ist der Genehmigungsbehörde unverzüglich vorzulegen.	
8. Abgasableitung	
Die Motorabgase sind über Kamine mit einer Mindesthöhe* von ... m senkrecht nach oben in kontrollierter Weise so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden. * redaktioneller Hinweis: Die Ableitungshöhen sind anhand der Anforderungen der TA Luft in der jeweils zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage geltenden Fassung zu ermitteln. Die Anforderungen an die Ableitbedingungen sind für genehmigungsbedürftige Anlagen in der Genehmigung festzulegen. Die TA Luft 2021 enthält u. a. eine Mindesthöhe von 10 m	I 1
Schornsteine und Abluftstutzen dürfen nicht überdacht werden; zum Schutz gegen Regeneinfall können Deflektoren aufgesetzt werden.	I 1
Die Abgase (sonstige Quellen, z. B. Hallenentlüftung, sonstige Abgasreinigungseinrichtungen) sind über Kamine mit einer Höhe von mindestens ... m über Dachfirst (bei Gebäuden) ungehindert senkrecht in die freie Luftströmung abzuleiten.	I 1
9. Zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung/Gasfackel	I 1
Erzeugtes Biogas einschließlich Gas aus der anaeroben Hydrolyse ist zu nutzen, soweit die Zusammensetzung nach dem Stand der Technik eine Verwertung ermöglicht. Ist dies wegen einer Abschaltung für geplante Instandhaltung oder einer Abregelung der Leistung der Gasverwertungseinrichtung nicht möglich, so ist das erzeugte Biogas in der Anlage zu speichern. Soweit Biogas einschließlich Gas aus der anaeroben Hydrolyse wegen Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb nicht verwertet werden kann und soweit eine Speicherung nicht möglich ist, ist das Biogas zu verbrennen, in der Regel durch eine fest installierte verdeckt brennende Fackel, wenn die Zusammensetzung eine Verbrennung ermöglicht. Bestehende teilverdeckt brennende Fackeln dürfen bis zum Ersatz durch neue Fackeln weiterbetrieben werden.	I 1

Die Fackelanlage muss mit automatischen Zünd- und Überwachungseinrichtungen ausgestattet sein und im Anforderungsfall automatisch in Betrieb gehen.	11
Der Betrieb der Gasfackel ist automatisch über einen Betriebsstundenzähler zu registrieren. Die Dokumentation ist fünf Jahre aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.	11
Die Dimensionierung der Gasfackel muss anhand des minimal und maximal anfallenden Gasvolumenstromes, des minimalen und maximalen Gasdruckes sowie der Gaszusammensetzungen (Heizwert, Gasfeuchte), die vorhanden sein können, erfolgen. Zur Sicherstellung des erforderlichen Gasvordrucks ist die Gasfackel mit einem eigenen Gasverdichter auszurüsten.	11
Gasfackeln sind so auszuführen, dass eine axiale Umhüllung der Flamme durch das Flammrohr (verdeckte Verbrennung) erfolgt.	11
Es sind regelmäßig Funktionsprüfungen nach einem Prüf- und Instandhaltungsplan (monatlich oder häufiger) durchzuführen und zu dokumentieren.	11
Die Abgase aus Fackelanlagen sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden.	11
10. Lagerung und Entnahme der Gärreste	
10.1 Auflagenvorschläge für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Gärrestlager nach Nr. 8.13 oder 9.36 des Anhangs 1 zur 4. BImSchV sowie für Lager, die als Anlagenteil oder Nebeneinrichtung zu immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen betrieben werden	
10.1.1 Neu zu errichtende Anlagen	12
<ol style="list-style-type: none"> 1. Das Gärrestlager ist gemäß DIN 11622 (Ausgabe September 2015) und DIN EN 1992 Teil 1-1 (Ausgabe April 2013) zu errichten [Hinweis: Sollte entfallen, wenn eine entsprechende Auflage aus dem Baurecht oder dem Wasserrecht kommt, z. B. über die technischen Regeln wassergefährdende Stoffe (TRWS 792 und 793-1)]. 2. Das Gärrestlager ist mit einer festen Abdeckung, einem Zeltdach, einer geeigneten Membran oder als geschlossener Behälter auszuführen. 3. Alternativ zu 2., sofern Antragsgegenstand: Bei der ausschließlichen Lagerung von aufbereitetem Gärrest in einem offenen Behälter muss ein vorgeschaltetes technisches Aufbereitungsverfahren (wie Vakuumverdampfung oder Strippung) den Gehalt an Ammoniumstickstoff (angegeben als NH₄-N in kg/m³ Frischmasse) bezogen auf den Gehalt des Gärrestes vor der Aufbereitung nachweislich um mindestens 90 Prozent reduziert haben. 4. Strohabdeckungen sowie natürliche oder künstliche Schwimmschichten sind nicht erlaubt. 5. Das Einleiten der Gärreste hat als Unterspiegelbefüllung zu erfolgen. 6. Das Aufrühren von Gärreste ist auf ein notwendiges Minimum zu beschränken. 7. Der Lagerbehälter ist nach dem Homogenisieren unverzüglich zu schließen. Die notwendigen Öffnungen zum Einführen von Rührwerken sind so klein wie möglich zu halten. 8. Bei Membranabdeckungen (z. B. Schwimmfolien) sind Einrichtungen zum Abführen von Regenwasser vorzusehen, sodass die Funktion der Abdeckung z. B. durch Einsinken nicht beeinträchtigt wird. 9. Eine Mischung von Gärresten und Gülle in technisch nicht gasdichten Lagern ist nicht erlaubt. 10. Ein Überlaufen des Gärrestlagers ist zu vermeiden. Gärrestlager sind mit automatischer Füllstandüberwachung und Überfüllsicherung, die rechtzeitig vor Erreichen des zulässigen Füllungsgrads des Behälters den Füllvorgang selbsttätig unterbrechen und Alarm geben, auszurüsten [Hinweis: Kann entfallen, wenn eine entsprechende Auflage aus dem Wasserrecht kommt]. 11. Gärrestelager außerhalb des Betriebsgeländes sind auf geeignete Weise zu sichern bzw. einzufrieden, um insbesondere sicherheitstechnische Einrichtungen vor dem Zugriff/Zutritt Unbefugter zu schützen. 12. Die ordnungsgemäße Funktion der Abdeckung ist monatlich zu kontrollieren. Durchführung und Befund sind in einem vorzugsweise elektronisch geführten Betriebstagebuch zu dokumentieren. Das Betriebstagebuch ist auf Verlangen der Behörde vorzulegen. 13. Hinweis: Die Anforderungen des Explosionsschutzes sind zu beachten. 14. Hinweis: Erdbecken sind für die Lagerung von Gärresten aus dem Betrieb von Biogasanlagen gemäß § 37 Abs. 6 AwSV nicht zulässig. 	

<p>10.1.2 Bestehende Anlagen</p> <p>Vorbemerkung: Es gilt die unter 6.2.3.3 der TA Luft 2021 genannte allgemeine Sanierungsfrist von 5 Jahren. Damit die entsprechenden Anforderungen spätestens ab dem 01. Dezember 2026 eingehalten werden, sind die nachfolgenden Auflagenvorschläge bei der zeitnahen Prüfung und Aktualisierung der bestehenden Genehmigungsbescheide bei Bedarf zu ergänzen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Das Gärrestlager ist mit fester Abdeckung, Zeltdach, Granulat, Schwimmkörper oder Schwimmfolie auszuführen. 2. Strohabdeckungen oder natürliche Schwimmschichten sind nicht ausreichend. 3. Optional zu 2.: Bei der ausschließlichen Lagerung von aufbereitetem Gärrest in offenen Behältern muss ein vorgeschaltetes technisches Aufbereitungsverfahren (wie Vakuumverdampfung oder Strippung) den Gehalt an Ammoniumstickstoff (angegeben als NH₄-N in kg/m³ Frischmasse) bezogen auf den Gehalt des Gärrestes vor der Aufbereitung um mindestens 85 Prozent reduziert haben. 4. Das Einleiten der Gärreste hat als Unterspiegelbefüllung zu erfolgen. 5. Das Aufrühren der Gärreste ist auf ein notwendiges Minimum zu beschränken. 6. Der Lagerbehälter ist nach dem Homogenisieren unverzüglich zu schließen. Die notwendigen Öffnungen zum Einführen von Rührwerken sind so klein wie möglich zu halten. 7. Künstliche Schwimmschichten sind nach Zerstörung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder funktionstüchtig herzustellen. 8. Bei Schwimmfolien sind Einrichtungen zum Abführen von Regenwasser vorzusehen. 9. Eine Mischung von Gärresten und Gülle in technisch nicht gasdichten Lagern ist nicht erlaubt. 10. Ein Überlaufen des Gärrestlagers ist zu vermeiden. Gärrestlager sind mit automatischer Füllstandüberwachung und Überfüllsicherung, die rechtzeitig vor Erreichen des zulässigen Füllungsgrads des Behälters den Füllvorgang selbsttätig unterbrechen und Alarm geben, auszurüsten. 11. Die ordnungsgemäße Funktion der Abdeckung ist monatlich zu kontrollieren. Durchführung und Befund sind in einem vorzugsweise elektronisch geführten Betriebstagebuch zu dokumentieren. Das Betriebstagebuch ist auf Verlangen der Behörde vorzulegen. 12. Hinweis: Die Anforderungen des Explosionsschutzes sind zu beachten. 	12
<p>10.2 Auflagenvorschläge für immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftige Neuanlagen (baurechtliche Anlagen)</p> <p>Tragen nicht genehmigungsbedürftige Anlagen zum Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen in relevanter Weise bei, ist zu prüfen, ob die nach dem Stand der Technik gegebenen Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung ausgeschöpft sind; unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken. Soweit zur Erfüllung der Betreiberpflichten nach § 22 Abs. 1 Nrn. 1 und 2 BImSchG Anforderungen festgelegt werden, können zur Orientierung auch die in Nr. 5 der TA Luft festgelegten Vorsorgeanforderungen dienen; auf Nr. 1 letzter Absatz der TA Luft wird verwiesen.</p> <p>Nachfolgende Auflagenvorschläge können grundsätzlich für die Erfüllung der o. g. Betreiberpflichten verwendet werden; in atypisch gelagerten Einzelfällen sind die Auflagenvorschläge geeignet modifiziert anzuwenden.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Das Gärrestlager ist gemäß DIN 11622 (Ausgabe September 2015) und DIN EN 1992 Teil 1-1 (Ausgabe April 2013) zu errichten. 2. In Beton oder mit festen Behältern ausgeführte Gärrestlager sind mit einer festen Abdeckung oder mit einer gleichwertigen Maßnahme zur Emissionsminderung zu versehen, die einen Emissionsminderungsgrad bezogen auf einen offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 85 Prozent der geruchsintensiven Stoffe und Ammoniak erreicht (z. B. Zeltdach, Granulat, Schwimmkörper oder Schwimmfolie). 3. Folienerdbecken sind aufgrund der großen Oberfläche zu schließen oder mit einer gleichwertigen Maßnahme zur Emissionsminderung zu versehen, die einen Emissionsminderungsgrad bezogen auf einen offenen Behälter ohne Abdeckung von mindestens 90 Prozent der geruchsintensiven Stoffe und Ammoniak erreicht. 4. Das Einleiten der Gärreste hat als Unterspiegelbefüllung zu erfolgen. 5. Das Aufrühren der Gärreste ist auf ein notwendiges Minimum zu beschränken. 6. Der Lagerbehälter ist nach dem Homogenisieren unverzüglich zu schließen. Die notwendigen Öffnungen zum Einführen von Rührwerken sind so klein wie möglich zu halten. 7. Künstliche Schwimmschichten sind nach Zerstörung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder funktionstüchtig herzustellen. 	11

<p>8. Bei Schwimmfolien sind Einrichtungen zum Abführen von Regenwasser vorzusehen.</p> <p>9. Eine Mischung von Gärresten und Gülle in technisch nicht gasdichten Lagern ist nicht erlaubt.</p> <p>10. Ein Überlaufen des Gärrestlagers ist zu vermeiden. Gärrestlager sind mit automatischer Füllstandüberwachung und Überfüllsicherung, die rechtzeitig vor Erreichen des zulässigen Füllungsgrads des Behälters den Füllvorgang selbsttätig unterbrechen und Alarm geben, auszurüsten.</p> <p>11. Die ordnungsgemäße Funktion der Abdeckung ist monatlich zu kontrollieren. Durchführung und Befund sind in einem Betriebstagebuch zu dokumentieren. Das Betriebstagebuch ist auf Verlangen der Behörde vorzulegen.</p> <p>12. Hinweis: Die Anforderungen des Explosionsschutzes sind zu beachten</p>	
11. Anforderungen an Gärresttrocknungsanlagen (einschließlich Emissionsüberwachung)	
11.1 Allgemeine Anforderungen	
Zulässiger Betriebsumfang / Kapazität: (Wir bitten die zuständige Behörde, die geeigneten Festlegungen zu treffen.)	11
Die Gärresttrocknung ist entsprechend den Antragsunterlagen und den Vorgaben des Herstellers zu errichten und ordnungsgemäß zu betreiben, soweit nachfolgend nicht anders bestimmt.	11
In der Gärresttrocknungsanlage darf ausschließlich Gärrest aus (einsetzen: Herkunft gemäß Antrag) eingesetzt werden. Der im Bescheid festgelegte, maximale Gesamtdurchsatz der Gärresttrocknungsanlage darf nicht überschritten werden.	11
Die Trocknungsanlage ist regelmäßig zu warten sowie auf ordnungsgemäße Einstellung und Funktionsweise hin zu kontrollieren. Sofern hierzu kein geeignetes Personal zur Verfügung steht, ist ein Wartungsvertrag mit dem Anlagenhersteller oder einer auf diesem Gebiet einschlägig tätigen Wartungsfirma abzuschließen.	11
Für den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung aller Einrichtungen der Gärresttrocknungsanlage ist eine Betriebsvorschrift unter Berücksichtigung der vom Lieferanten gegebenen Bedienungsanweisungen zu erstellen. Hierbei ist außerdem ein Pflege- und Wartungskonzept einschließlich Festlegung der betrieblichen Eigenüberwachung zu erstellen. Die betriebliche Eigenüberwachung ist mit Angabe von Datum, Art der Prüfung und ggf. Abhilfe/Korrekturmaßnahmen zu dokumentieren.	11
Getrocknete oder pelletierte Gärreste sind so zu lagern, dass eine Wiederbefeuchtung, z. B. durch Regenwasser, ausgeschlossen ist.	11
11.2 Emissionsminderung und Emissionsbegrenzung	
Die Gärresttrocknung und –pelletierung soll in geschlossenen Anlagenteilen oder Hallen erfolgen. Das Abgas ist zu erfassen.	11
<p>Die Gärresttrocknung ist so zu betreiben, dass die folgenden Emissionsgrenzwerte im Abgas des Trockners nicht überschritten werden:</p> <p>Ammoniak: 10 mg/m³ und mindestens 90 % Emissionsminderungsgrad* Gesamtstaub: 10 mg/m³ Organische Stoffe (Gesamt-C): 50 mg/m³ oder 0,50 kg/h</p> <p>Die Emissionsgrenzwerte beziehen sich auf das trockene Abgas im Normzustand (101,3 kPa, 273,15 K).</p> <p>* Hinweis: Der Emissionsminderungsgrad von 90 % gilt nur beim Vorhandensein einer nachgeschalteten Abgasreinigung (z. B. Chemowäscher oder Biofilter). Bei integrierter Abgasreinigung (z. B. Ansäuerung Gärrest, Säureeindüsung vor Gewebefilter, Brüdenwäscher) ist die Ermittlung eines Emissionsminderungsgrads anlagenbedingt nicht möglich.</p>	11

<p>Für Trocknungsanlagen von Gärresten aus Anlagen, die der Nr. 5.4.8.6.2 der TA Luft 2021 unterliegen, ist die Geruchsstoffkonzentration auf 500 GE/m³ zu begrenzen, bezogen auf das feuchte Abgas bei 20 °C (293,15 K) und 101,3 kPa.</p> <p>Hinweis: Für Gärreste, die der Nr. 5.4.1.15 TA Luft 2021 unterliegen, kann eine Begrenzung der Geruchsstoffkonzentration oder ein entsprechender Auflagenvorbehalt im Einzelfall sinnvoll sein.</p>	I 1
<p>Bei Vorhandensein einer Gärrestseparierung vor der Trocknung:</p> <p>Um die Emission von Gerüchen und Ammoniak zu minimieren, sind feste separierte Gärreste bis zu ihrer Trocknung bzw. ihrer Ausbringung möglichst abgedeckt und verdichtet zu lagern. Mindestens sind aber eine dreiseitige Umwandung und eine möglichst kleine Oberfläche bei der Lagerung einzuhalten.</p>	I 1
<p>11.3 Anforderungen an die Schwefelsäuredosierung zur kontinuierlich effektiven Ammoniakabscheidung</p>	
<p>Abgase aus der Trocknung von Gärresten sind einem Chemowäscher oder einer gleichwertigen Abgasreinigung zur Entfernung von Ammoniak zuzuführen. Dabei ist der kontinuierlich effektive Betrieb der Ammoniakabscheidung sicherzustellen.</p>	I 1
<p>Für Chemowäscher gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Abgasreinigungsanlage ist mit automatischen Steuer- und Regelungseinrichtungen für die Säuredosierung (pH-Wert- und Leitwertregelung) sowie einer ausreichenden Säurevorlage auszustatten. Die Menge an zudosierter Schwefelsäure ist kontinuierlich zu erfassen. Dies sollte mittels automatischer Durchflussmessung erfolgen. Die zugeführte Menge ist mittels Datenlogger im Betriebstagebuch aufzuzeichnen, in die SPS zu integrieren und zu visualisieren. Die Aufzeichnungen sind mindestens über einen Zeitraum von 3 Jahren aufzubewahren und auf Verlangen der Genehmigungsbehörde vorzulegen. ○ Fehlfunktionen der Schwefelsäuredosierung (z. B. Ausfall oder Unterschreitung der zur Einhaltung des Ammoniakgrenzwertes erforderlichen Schwefelsäuredosierung) und das Unterschreiten des Mindestfüllstandes der Säurevorlage sind mit einer Alarmfunktion auszurüsten. ○ Das Waschwasser der Abgasreinigungsanlage (i. d. R. Ammoniumsulfatlösung) muss in einem separaten, geeigneten Tank gelagert werden und darf nicht in das Gärrestlager zurückgeführt werden. <p>Hinweis: Chemowäscher sind Nassabscheider und es können je nach Betriebsweise und Ausführung zusätzlich die Anforderungen der Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42.BImSchV) zu beachten sein.</p>	I 1
<p>Für emissionsmindernde Maßnahmen innerhalb der Trocknungskammer (Ansäuerung von Gärresten oder Eindüsung von Schwefelsäure in die Trocknungskammer; anschließend Abgasreinigung mit Gewebefilter) gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Gärresttrocknungsanlage ist mit einer Steuer- und Regelungseinrichtung zu betreiben, die die Schwefelsäuredosierung proportional zur eingesetzten Gärrestmenge regelt. Beim Betrieb der Schwefelsäuredosierung sind die Herstellervorgaben zu beachten. ○ Die zugeführte Gärrestmenge und die zugeführte Schwefelsäuremenge sind kontinuierlich zu erfassen, aufzuzeichnen und bezogen auf ein Kalenderjahr jeweils fortlaufend zu addieren. <p>Hinweis: Die Mindestschwefelsäuremenge ist bei Änderungen des Ammoniumgehaltes im Gärrest in Absprache mit der zuständigen Behörde entsprechend anzupassen, sodass der Emissionsgrenzwert für Ammoniak gem. Nr. 2 zu jeder Zeit sicher unterschritten wird. Der Ammoniumgehalt ist hierfür halbjährlich durch chemische Analyse zu überwachen und im Betriebstagebuch zu dokumentieren.</p>	I 1

11.4 Ableitung der Abgase	
Das Abgas der Gärresttrocknung ist in einer Höhe von mindestens [einsetzen: Höhe in m] über Grund abzuleiten. Hinweis: In der Regel ist eine Ableithöhe von 10 m über Grund und 3 m über First einzuhalten. Die Anforderungen der VDI 3781 Blatt 4 sind in ihrer gültigen Fassung zu prüfen.	I 1
Die Abgase müssen ungehindert senkrecht nach oben austreten. Die Schornsteine dürfen nicht überdacht werden; zum Schutz vor Regeneinfall kann ein Deflektor installiert werden.	I 1
11.5 Messung und Überwachung	
Die erstmaligen Messungen nach Errichtung oder wesentlicher Änderung der Anlage sollen nach Erreichen des ungestörten Betriebes, jedoch frühestens nach dreimonatigem Betrieb und spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme vorgenommen werden.	I 2
Alle drei Jahre ist durch Messung einer nach § 29b BImSchG bekannt gegebenen Messstelle nachzuweisen, dass die o. g. Emissionswerte nicht überschritten werden. Spätestens 14 Tage vor Durchführung der Emissionsmessungen ist die Genehmigungsbehörde über den genauen Messtermin in Kenntnis zu setzen.	I 2
Zur Gewährleistung einer technisch einwandfreien und gefahrlosen Durchführung der Emissionsmessungen sind im Einvernehmen mit dem vorgesehenen Messinstitut geeignete Messorte und Probenahmestellen festzulegen. Hierbei sind die Anforderungen der DIN EN 15259 hinsichtlich der Messplanung, Messstrecke und der Messplätze einzuhalten.	I 2
Die Emissionsmessungen sind entsprechend den Anforderungen der TA Luft (in der aktuellen Fassung) Nr. 5.3.2 zur Messplanung, zur Auswahl von Messverfahren sowie zur Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse durchzuführen.	I 2
Die Messungen sind möglichst bei ungestörter Betriebsweise mit den höchsten Emissionen durchzuführen. In der Regel ist dies bei maximaler Auslastung und bei Zuführung frischer, unbehandelter Gärreste in den Trockner gegeben.	I 2
Bei der Messung müssen die relevanten Betriebsparameter ermittelt werden. Diese unterscheiden sich teilweise je nach Trocknungsverfahren. -wesentliche Betriebsdaten der Anlage (u. a. Trocknerleistung und Temperaturen) -eingesetzte Gärrestmenge -eingesetzte Schwefelsäuremenge und -konzentration -Output-Mengen (getrocknete Gärreste, ggf. ASL und Kondensat) -Zustand der Anlage (z. B. Verkrustungen an Sonden oder Füllkörpern, Betriebsstörungen) Bei Chemowäschern: Es sind pH-Wert und Leitwert der Waschflüssigkeit zu erfassen und aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen des Datenloggers der Schwefelsäuredosierung und des pH-Wertes sind mindestens über den Zeitraum des zurückliegenden Jahres dem Messbericht als Anlage beizufügen. Bei direkt beheizten Trocknern mit Gärrestansäuerung: Es sind Temperaturen der Trocknungskammer, Temperaturen der Mischluft und ggf. der Betrieb der Mischschnecke zu erfassen und aufzuzeichnen. Weiterhin sind die BHKWs zu benennen, deren Abgas für die Trocknung eingesetzt wird.	I 2
Es sind mindestens drei Einzelmessungen durchzuführen. Die Ergebnisse der Einzelmessungen sind jeweils als Halbstundenmittelwert zu ermitteln. Die Emissionsbegrenzungen gelten als eingehalten, wenn das Ergebnis jeder Einzelmessung zuzüglich der Messunsicherheit die festgelegten Massenkonzentrationen bzw. Massenströme nicht überschreitet.	I 2
Der Messbericht soll dem Anhang A der Richtlinie VDI 4220 Blatt 2 (Ausgabe November 2018) entsprechen.	I 2
Die Messberichte sind der Genehmigungsbehörde innerhalb von 12 Wochen nach Abschluss der Messungen vorzulegen.	I 2

<p>11.6 Betriebstagebuch</p>	
<p>Zum Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebes ist ein Betriebstagebuch zu führen, das alle wesentlichen Informationen enthalten muss, insbesondere über</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trocknerleistung - Durchsatz der Gärreste als Monats- und Jahressummenwert - Durchsatz an Schwefelsäure als Monats- und Jahressummenwert - Output-Mengen (getrocknete Gärreste, ggf. ASL und Kondensat) - Durchführung von Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sowie Funktionskontrollen - Besondere Vorkommnisse, Betriebsstörungen (insbesondere bei der Schwefelsäuredosierung) einschließlich deren Ursachen und der durchgeführten Abhilfemaßnahmen - die kontinuierliche Aufzeichnung der Schwefelsäuredosierung sowie ggf. des pH-Werts und des Leitwerts der Waschflüssigkeit <p>Je nach Trocknungsverfahren sind weitere Anlagenparameter im Betriebstagebuch zu erfassen, z. B. Temperaturen der Trocknungskammer, Temperaturen der Mischluft, Betrieb der Mischschnecke, Stellung der Abgasklappe, Benennung der BHKWs, deren Abgas für die Trocknung eingesetzt wird, etc.</p> <p>Optional sind bei Vorhandensein auch Gärrestanalysen und Ergebnisse eigener NH₃-Prüfröhrchenmessungen zu dokumentieren.</p>	<p>I 1</p>
<p>Das Betriebstagebuch ist vor Ort aufzubewahren und den Vertretern der Genehmigungsbehörde auf Verlangen vorzulegen. Es ist arbeitstäglich fortzuschreiben und kann mittels elektronischer Datenverarbeitung geführt werden. Es ist dokumentsicher so anzulegen, dass zumindest eine nachträgliche Manipulation nicht möglich und es vor unbefugtem Zugriff geschützt ist. Das Betriebstagebuch muss jederzeit einsehbar sein und in Klarschrift vorgelegt werden können. Es hat – sofern elektronisch geführt – durch einen USB-Stick oder eine SD-Karte jederzeit auslesbar zu sein. Es ist mindestens fünf Jahre, gerechnet ab dem Datum der letzten Eintragung, aufzubewahren.</p>	<p>I 1</p>
<p>Ergänzung für direkt beheizte Trockner (BHKW-Abgastrockner):</p> <p>Zu Nr. 11.2 (Emissionsminderung und Emissionsbegrenzung): Von der ermittelten Gesamtkohlenstoffkonzentration im Trocknerabgas kann die Konzentration an organischen Stoffen, die im betreffenden BHKW-Abgas ermittelt wurde, abgezogen werden. Abgasmessungen im Abgas des BHKWs und im Abgas der Gärresttrocknung sind möglichst in engem zeitlichen Zusammenhang durchzuführen.</p> <p>Zu Nr. 11.4 (Ableitung der Abgase): Beim Ausfall der Trocknung müssen die BHKW-Abgase über einen separaten Kamin TA Luftkonform abgeleitet werden. Eine entsprechende automatische Steuerung ist vorzusehen.</p> <p>Zu Nr. 11.5 (Messung und Überwachung): Die Emissionsmessungen bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Motoranlagen müssen separat an einer geeigneten Stelle im unverdünnten Motorabgas vor der Trocknung durchgeführt werden. Es gelten die Emissionsgrenzwerte der 44. BImSchV.</p> <p>Hinweis: Im Rahmen der Trocknermessung kann eine Messung des BHKW-Abgases auch entfallen. Dann kann aber auch keine Gutrechnung der Konzentration an organischen Stoffen aus dem BHKW (im Wesentlichen über die BHKW-Abgase eingetragenes Methan) erfolgen. Im Abgas des Trockners ist ein Gesamt-C-Grenzwert von 50 mg/m³ einzuhalten. Im Abgas des BHKWs müssen die Grenzwerte der 44. BImSchV eingehalten sein.</p>	

<p>Ergänzung für Vakuumverdampfer:</p> <p>Hinweise: Vakuumverdampfer arbeiten üblicherweise nahezu emissionsfrei. Durch den Betrieb der Vakuumpumpe entstehen nur geringe Abgasströme. I. d. R. sind Vakuumverdampfer druckseitig an den Gasraum der Biogasanlage angeschlossen und die Abgasströme werden der Biogasanlage zugeführt. Dadurch kommt es praktisch kaum zu Emissionen auf dem Luftpfad. In diesem Fall müssen keine Emissionsgrenzwerte nach Nr. 11. 2 und keine Ableitbedingungen nach Nr. 11. 4 eingehalten werden. Auch Emissionsmessungen nach Nr. 11. 5 sind dann nicht erforderlich. Die Anforderungen aus Nr. 11. 3 sind für Vakuumverdampfer sinngemäß anzuwenden. Auch hier muss die kontinuierlich effektive Ammoniakabscheidung sichergestellt sein.</p> <p>An Vakuumverdampfer sind zusätzlich folgende Anforderungen zu stellen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der beim Verdampfungsprozess entstehende Brüden ist den Brüdenwäschern zuzuführen. - Bei der Errichtung und dem Betrieb der Verdunstungskühlanlage können je nach Betriebsweise und Ausführung zusätzlich die Anforderungen der Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42. BImSchV) in der jeweils gültigen Fassung zu beachten sein. - Verdunstung soll nur in einem zum stabilen Betrieb notwendigen Maß erfolgen, d. h., soweit dies zur Kondensation, Kühlung von Pumpen etc. notwendig ist. Für das übrige anfallende Kondensat sind in Absprache mit den Wasserbehörden und ggf. dem zuständigen Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten nachhaltige Verwendungsmöglichkeiten zu nutzen (z. B. Löschwasserteich, Aufbereitung, Versickerung, Nutzung in der Landwirtschaft etc.). - Bei der Errichtung von Kaltvernebelungsanlagen im Umfeld von Wohnbebauungen, Gewerbegebieten oder Straßen ist sicherzustellen, dass in der Nachbarschaft keine erheblichen Belästigungen durch Nebelbildung auftreten. Hinweis: Es wird empfohlen, dies ggf. durch ein Gutachten belegen zu lassen. 	
<p>12. Eigen- und Fremdüberwachung, Wartung, Betriebsorganisation/Fachkunde und Dokumentation</p>	
<p>Die Motoren sind regelmäßig von einer sachkundigen Person zu warten, um eine einwandfreie Funktion des Motors und der für das Emissionsverhalten relevanten Teile zu gewährleisten. Die Wartungsarbeiten sind im Betriebstagebuch für jeden Motor mit Datum und Betriebsstundenzahl zu dokumentieren und mindestens fünf Jahre aufzubewahren.</p>	<p>I 1</p>
<p>Die Motoren sind entsprechend den Herstellerangaben zu warten und auf ordnungsgemäße Funktion zu kontrollieren. Sofern für die Wartungsarbeiten kein geeignetes Personal zur Verfügung steht, ist dies durch eine Fachfirma durchzuführen.</p>	<p>I 1</p>
<p>Zum Nachweis des ordnungsgemäßen Betriebes der Biogasanlage ist ein Betriebstagebuch zu führen, das alle wesentlichen Daten enthalten muss, insbesondere:</p>	<p>I 1</p>
<p>- Art (ggf. Abfallschlüssel), Menge, Herkunft, Lieferscheine.</p>	<p>I 1</p>
<p>- Wartungsarbeiten z. B. Zündkerzenwechsel (Gasmotor), Einspritzdüsenwechsel (Zündstrahlmotor) und wesentliche Reparaturarbeiten sowie sämtliche Änderungen der Motoreinstellung; Motorentausch</p>	<p>I 1</p>
<p>- Ergebnisse der orientierenden Messungen, die üblicherweise im Rahmen der Motor- bzw. Anlagenwartung durchgeführt werden (i. d. R. für NO_x und CO, ggf. auch Staub). Die Messprotokolle sind in das Betriebstagebuch aufzunehmen.</p>	<p>I 1</p>
<p>- Besondere Vorkommnisse, vor allem Betriebsstörungen (z. B. Gasaustritt) einschließlich Ursachen und der durchgeführten Abhilfemaßnahmen.</p>	<p>I 2</p>
<p>- Ergebnisse der Überwachung des CH₄ und H₂S-Gehalts des Biogases.</p>	<p>I 1</p>
<p>- Betriebszeiten und Stillstandzeiten der Anlage.</p>	<p>I 1</p>

<p>- Das Betriebstagebuch ist vor Ort aufzubewahren und den Vertretern der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Das Betriebstagebuch ist arbeitstäglich fortzuschreiben. Das Betriebstagebuch kann mittels elektronischer Datenverarbeitung geführt werden. Es ist dokumentensicher und so anzulegen, dass zumindest eine nachträgliche Manipulation nicht möglich ist, sowie vor unbefugtem Zugriff zu schützen. Das Betriebstagebuch muss jederzeit einsehbar sein und in Klarschrift vorgelegt werden können. Das Betriebstagebuch ist mindestens fünf Jahre, gerechnet ab dem Datum der letzten Eintragung, aufzubewahren.</p>	<p>11</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Für die gesamte Biogasanlage sind folgende Dokumente zu erstellen und auszuführen: - Gefahrenanalyse gemäß Kapitel 1.5.1 der TRAS 120 - Alarmplan gemäß Kapitel 2.6.5.1 der TRAS 120 - Notfallplan gemäß Kapitel 2.6.5.2 u. Anhang II der TRAS 120 - Notstromkonzept gemäß Kapitel 2.6.5.3 der TRAS 120 	<p>11</p>
<p>- Der Alarmplan, der Notfallplan und das Notstromkonzept sind alle fünf Jahre (bei Betriebsbereich der unteren Klasse bzw. wenn kein Betriebsbereich nach der 12. BImSchV vorliegt) zu überprüfen und nach Bedarf fortzuschreiben. Diese Dokumente müssen in der Anlage jederzeit einsehbar sein und sind bei Prüfungen oder den zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen.</p>	<p>11</p>
<p>- Es ist eine Anlagendokumentation zu erstellen. Sie muss die in Anhang III der TRAS 120 genannten, die jeweilige Biogasanlage betreffenden Angaben enthalten. Diese Anlagendokumentation ist bei Änderungen fortzuschreiben, muss in der Anlage einsehbar sein und ist bei Prüfungen oder den zuständigen Behörden auf Verlangen vorzulegen.</p>	<p>11</p>
<p>- Vor Inbetriebnahme, bei wesentlichen Änderungen (soweit sich diese auf die Sicherheit der Anlage auswirken können) und wiederkehrend ist mindestens alle sieben Jahre (bei E-Anlagen alle 6 Jahre) sowie bei Anlagen, die dem Anwendungsbereich der 12. BImSchV unterliegen alle drei Jahre von einem Sachverständigen nach § 29b BImSchG eine sicherheitstechnische Überprüfung durchführen zu lassen. Die Prüfung hat die in Anhang V der TRAS 120 genannten Inhalte zu umfassen.</p>	<p>11</p>
<p>- Für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biogasanlagen, die nicht der Storf-Verordnung unterliegen, ist, sofern eine geeignete Einfriedung aus technischen Gründen nicht möglich ist, der unberechtigte Zugang zu Anlagenteilen, die für die Sicherheit der Anlage bedeutsam sind, durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.</p>	<p>11</p>
<p>13. Anforderungen an Biogasanlagen, die der 12. BImSchV unterliegen</p>	
<p>Für Betriebsbereiche der unteren Klasse gelten insbesondere die §§ 3 bis 8a und § 19 der 12. BImSchV.</p>	<p>12</p>
<p>Entsprechend der § 8a und § 11 zusätzlich für Betriebsbereiche der oberen Klasse in Verbindung mit Anhang V der 12. BImSchV hat die Information der Öffentlichkeit auf analogem Wege zu erfolgen und muss auch auf elektronischem Wege ständig zugänglich sein. Diese Informationen, analog und elektronisch, müssen aktuell, dauerhaft verfügbar sowie klar und verständlich formuliert sein sowie das richtige Verhalten im Falle eines Storfes umfassen.</p> <p>Die Verteilung sollte eigenverantwortlich an die betroffene Öffentlichkeit, bevorzugt durch ein Faltblatt in einem Umkreis von 200 m erfolgen.</p> <p>Zusätzlich zum Faltblatt soll am Zaun oder Werkstor ein Aushang für Personen, die sich nur zeitweise im Betriebsbereich (z. B. Lieferanten) oder in der Nachbarschaft aufhalten (z. B. Spaziergänger), vorhanden sein.</p> <p>Sofern der Anlagenbetreiber über eine Homepage verfügt, muss für die Bereitstellung auf elektronischem Weg ein direkter, leicht auffindbarer Link zur Information der Öffentlichkeit bereits auf der Startseite des Internetauftritts des Betreibers aufrufbar sein. Alternativ kann die Information der Öffentlichkeit über eine andere geeignete und öffentlich zugängliche Plattform erfolgen. Die Verantwortung für die Aktualität liegt in jedem Fall beim Betreiber.</p>	<p>11</p>
<p>Biogasanlagen sollen von einer geeigneten Einfriedung, z. B. einem Zaun oder einer anderen nicht einfach überwindbaren baulichen Einrichtung umgeben sein. Für bestehende Anlagen, die der Storf-Verordnung unterliegen, aber bei denen eine geeignete Einfriedung aus technischen Gründen nicht möglich ist, ist der unberechtigte Zugang zu Anlagenteilen, die für die Sicherheit der Anlage bedeutsam sind, durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.</p>	<p>11</p>

14. Anforderungen zum Lärmschutz		
Die Bestimmungen der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm“ vom 26.08.1998 (siehe GMBI, S. 503 mit Änderungen BAnz. AT 8 Juni 2017 B5) sind in der jeweils geltenden Fassung zu beachten.		I 1
<p>Die von der Gesamtanlage ausgehenden Geräusche (inkl. Fahrverkehr) dürfen an den nächstgelegenen Immissionsorten im Einwirkungsbereich der Anlage (... gebiet; Fl. Nrn. ...) folgende Immissionsrichtwerte nicht überschreiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tags: 50 dB (A) 55 dB (A) 60 dB (A) ¹⁾ - nachts: 35 dB (A) 40 dB (A) 45 dB (A) ¹⁾ <p>Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden von 06.00 - 22.00 Uhr.</p> <p>Die Nachtzeit beträgt 8 Stunden. Sie beginnt um 22.00 Uhr und endet um 6.00 Uhr. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z. B. 1.00 bis 2.00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel.</p> <p>Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.</p> <p>Für die folgenden Zeiten ist bei der Ermittlung der Beurteilungspegel in Gebieten nach TA Lärm Nr. 6.1 e - g ein Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (vgl. Nr. 6.5 TA Lärm) von 6 dB zu berücksichtigen:</p>		I 1
<ul style="list-style-type: none"> – an Werktagen 06.00 - 07.00 Uhr, 20.00 - 22.00 Uhr, – an Sonn- und Feiertagen 06.00 - 09.00 Uhr, 13.00 - 15.00 Uhr, 20.00 - 22.00 Uhr. <p>¹⁾ Die genannten Pegelwerte sind nur beispielhaft aufgeführt. Es sind die für das jeweilige Gebiet zutreffenden Pegel einzusetzen, bzw. jeweils um 6 dB (A) reduzierte Pegel, wenn die Vorbelastung nicht berücksichtigt wird. Die Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sind nur für die in Nr. 6.5 der TA Lärm genannten Gebiete zutreffend.</p>		
Lärmrelevante Anlagenteile wie z. B. Motoren, Maschinen, Aggregate und Ventilatoren müssen dem Stand der Lärmschutztechnik entsprechend ausgeführt und betrieben werden.		I 1
Körperschallabstrahlende Anlagen sind durch geeignete elastische Elemente von luftschallabstrahlenden Gebäude- und Anlagenteilen zu entkoppeln.		I 1
Der Abluftkamin und die Zu- und Abluftöffnungen sind mit einem ausreichend dimensionierten Schalldämpfer, bzw. einer geeigneten Kombination aus Absorptions- und Reflexionsschalldämpfer, zu versehen. Der Schalleistungspegel darf insgesamt $L_{WA} = 85 \text{ dB(A)}$ ²⁾ nicht überschreiten		I 1
²⁾ Empfehlung, Stand der Technik, vgl. [24]		
Beim Betrieb der Motoren sind Türen, Tore und Fenster des BHKW-Gebäudes geschlossen zu halten.		I 1
<p>Die bewerteten Schalldämm-Maße $R'w$ der Außenbauteile des BHKW-Gebäudes müssen folgende Werte aufweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dachkonstruktion: $R'w \geq 40 \text{ dB}$ ³⁾ -Wände: $R'w \geq 42 \text{ dB}$ ³⁾ -Fenster bzw. Festverglasungen: $R'w \geq 42 \text{ dB}$ ³⁾ -Türen: $R'w \geq 39 \text{ dB}$ ³⁾ -Tore: $R'w \geq 35 \text{ dB}$ ³⁾ <p>³⁾ Die Schalldämm-Maße sind nur beispielhaft aufgeführt. Sie sind nach den Umgebungsbedingungen bzw. dem Stand der Technik zu ermitteln.</p>		I 1
Lärmrelevante Anlagenteile im Freien, wie Kühler, Pumpen etc. dürfen einen Schalleistungspegel von ... dB(A) nicht überschreiten. (Orientierungswerte siehe Kapitel 2.2.2.4, Abbildung 2)		I 1
Die Anlieferung der Reststoffe und sonstiger Fahrverkehr von und zu der Biogasanlage, sowie der Betrieb des Radladers oder einer anderen Transportmaschine, darf nur tagsüber in der Zeit von 6.00 - 22.00 Uhr stattfinden. Ausgenommen hiervon ist Fahrverkehr im Zuge der Ernte nachwachsender Rohstoffe zum Einsatz in der Biogasanlage.		I 1

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) / Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik (2009): Biogas-Messprogramm II, 61 Biogasanlagen im Vergleich, herausgegeben von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow.
Download: <https://mediathek.fnr.de/biogas-messprogramm-ii-61-biogasanlagen-im-vergleich.html> (zuletzt aufgerufen am 03.01.2022)
- [2] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Restmethanbildungspotenzial in offenen Gärrestelagern – Biogasanlagen mit Einsatz von Energiepflanzen, Juli 2013 Download: https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/ifu_luft_00178.htm
- [3] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung: Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz – Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen, 19.02.2019.
- [4] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft / Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt Silagesickersaft und Gewässerschutz, 8. Auflage, Oktober 2013 Download: <https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040133/> (zuletzt aufgerufen am 21.07.2022)
- [5] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 375, Technische Dichtheit von Membranspeichersystemen, September 2018.
- [6] Arbeitshilfe A-029 sicherer Betrieb von Trocknungsanlagen, Fachverband Biogas e.V., <https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE-A-029?open&ccm=030170010#Downloads>, Stand Januar 2022
- [7] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: DWA-M 377, Biogas – Membranspeichersysteme über Behältern, März 2023.
- [8] Gronauer, A., Effenberger, M., Kaiser, F., Schlattmann, M. (2003): Biogasanlagen-Monitoring und Emissionsverhalten von Biogas-Blockheizkraftwerken. Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern, Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Nr. 176, S. 134, Bonner agrikulturchemische Reihe, Band 16, Bonn.
- [9] Zell, B. (2002): "Emissionen von Biogas-Verbrennungsmotoren"; in „Fachtagung Biogasanlagen – Anforderungen zur Luftreinhaltung“, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 17.10.2002.
- [10] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2006): Emissions- und Leistungsverhalten von Biogas-Verbrennungsmotoranlagen in Abhängigkeit von der Motorenwartung. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben (LfU-Projektnummer 1325), Augsburg.
- [11] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz: Vollzugempfehlung Formaldehyd, 09.12.2015
- [12] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz: Anpassung des LAI-Beschlusses über Formaldehyd-Emissionen aus Verbrennungsmotoranlagen bei Einsatz von Biogas, September 2017
- [13] Richtlinie VDI 3862, Blatt 2, Messung gasförmiger Emissionen – Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren – Gaswaschflaschen – Methode.
- [14] Richtlinie VDI 3862, Blatt 4, Messung gasförmiger Emissionen – Messen von Formaldehyd nach dem AHMT-Verfahren.
- [15] VDI 2105 Emissionsminderung - Fackelanlagen (Oktober 2022)

- [16] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 305 Gasfackelanlagen auf Biogasanlagen, September 2022.
- [17] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz; Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen; https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/landwirtschaft/zulassung/pdf/LAI_N-Leitfaden_Ermittlung%20und%20Bewertung%20von%20Stickstoffeintragen_Kurzfassung_01.03.2012.pdf (zuletzt aufgerufen am 11.01.2024)
- [18] Richtlinie VDI 3781 Blatt 4, Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen, Juli 2017
- [19] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Arbeitshilfe für sicherheitstechnische Prüfungen an Biogasanlagen, insbesondere für Prüfungen nach § 29a BImSchG, Februar 2013.
- [20] Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 529, Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas, Februar 2015.
- [21] KAS-51, [Leitfaden des Arbeitskreises "Eingriffe Unbefugter"](#) der Kommission für Anlagensicherheit, Maßnahmen gegen Eingriffe Unbefugter, November 2019.
- [22] [KAS-43, Empfehlungen zur Begriffsbestimmung „Vorhandensein gefährlicher Stoffe“ im Sinne § 2 der Störfall-Verordnung](#), November 2018.
- [23] Studie, [Sicherungsmaßnahmen zum Schutz von Betriebsbereichen vor Eingriffen Unbefugter – im Rahmen der Störfall-Verordnung](#), Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Umwelt Spezial, 2005
- [24] [Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen – Ein Leitfaden](#) Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand: Februar 2011
- [25] Modifizierungsvorschlag Anhang A der LAI Vollzugshinweis, Stand: 08.04.2022; https://www.lfu.bayern.de/luft/p26_messstellen/doc/modifizierter_anhang_by_lai_vollzugshinweise_stand_0804.2022.pdf (zuletzt aufgerufen am 11.01.2024)
- [26] Anforderungen an Notstromaggregate im Anwendungsbereich der 44. BImSchV, Vollzugsempfehlungen der Regierungen und des LfU; Stand: 15.03.2022
- [27] Untersuchung zum Emissionsverhalten und Stand der Technik von bayerischen Wirtschaftsdüngerherstellungsanlagen, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Oktober 2022
- [28] LAI Auslegungsfragen zur 44. BImSchV, Stand September 2023 https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/aktualisierte-auslegungsfragen-zur-44-bimschv_2_1699353944.pdf (zuletzt aufgerufen am 07.02.2024)