



Gutachter
Gemeinschaft
Biogas

Biogas-Sachverständigen-Beratung aus einer Hand

Entwurf der VDI 3475 Blatt 4

Emissionsminderung

Biogasanlagen in der Landwirtschaft

Vergärung von Energiepflanzen und
Wirtschaftsdünger

aktueller Stand nach dem Gründruckverfahren



Was sind VDI-Richtlinien ?

- Im VDI erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien zum Umweltschutz.
- Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften.
- Die Arbeitsergebnisse fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung (CEN Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Wie wird die Öffentlichkeit beteiligt ?

- Die Richtlinien und Normen werden zunächst als Entwurf (Gründruck) veröffentlicht.
- Durch Ankündigung im Bundesanzeiger und in der Fachpresse erhalten alle interessierten Kreise die Möglichkeit, sich an einem öffentlichen Einspruchsverfahren zu beteiligen.
- Durch dieses Verfahren wird sichergestellt, dass unterschiedliche Meinungen vor Veröffentlichung der endgültigen Fassung berücksichtigt werden können.

Welche einschlägigen VDI-Richtlinien gibt es bereits ?

- **VDI 3475 Blatt 1**
Emissionsminderung - Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Kompostierung und Vergärung; Anlagenkapazität mehr als ca. 6000 Mg/a (2003-01)
- **VDI 3475 Blatt 2**
Emissionsminderung - Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Kompostierung und (Co-)Vergärung - Anlagenkapazität bis ca. 6000 Mg/a (2005-12)
- **VDI 3475 Blatt 3**
Emissionsminderung - Anlagen zur mechanischen und biologischen Behandlung von Siedlungsabfällen (2006-12)

Zielsetzung der VDI 3475-4

- Die Richtlinie beschreibt den **Stand der Technik von Anlagen zur Biogaserzeugung aus Produkten der Landwirtschaft** wie Jauche, Gülle, Festmist (Wirtschaftsdünger), Silagen, Getreide und Mais, Schlemphen, Rapskuchen und Pflanzenresten (Reststoffe), die in engem räumlichem Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion stehen.
- Der Schwerpunkt der Betrachtungen liegt auf den dabei entstehenden **Luftverunreinigungen** wie Geruchsstoffen, Luftschadstoffen, Staub und Bioaerosolen. Die Beschreibung umfasst auch den **Stand der Technik der anlagenzugehörigen Biogasmotoren** und ihrer Emissionen.
- Ziel der Emissionsminderungsmaßnahmen an diesen Anlagen ist die **Vermeidung von schädlichen Umwelteinwirkungen, darunter Geruchsbelästigungen von Anwohnern und Betriebspersonal** sowie die **Emission klimawirksamer Gase**.

Zielsetzung VDI 3475 - 4 (II)

Um dieses Ziel zu erreichen, werden:

- Kriterien für die Standortwahl in Abhängigkeit vom Einsatzmaterial
- organisatorische Maßnahmen bei der Anlieferung und Aufbereitung der Ausgangssubstrate sowie bei Beschickung und Betrieb der Anlage,
- konstruktive Maßnahmen in der Bau- und Lüftungstechnik,
- konstruktive Maßnahmen im maschinentechnischen Bereich,
- gezielte Eingriffe in den verfahrenstechnischen Ablauf,
- der Einsatz von Abgas-/Abluftreinigungstechniken
- mögliche Emissionsminderungen bei der Verwertung der Gärreste beschrieben.

Geltungsbereich

In einer landwirtschaftlichen Biogasanlage im Sinne dieser Richtlinie werden Substrate landwirtschaftlicher, gartenbaulicher oder forstwirtschaftlicher Herkunft eingesetzt.

Dazu gehören

- alle Arten in landwirtschaftlichen Betrieben anfallende Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche, Festmist),
- alle Ernteprodukte landwirtschaftlicher Nutzflächen, frisch oder konserviert, in Teilen oder als ganze Pflanzen,
- am Markt nicht realisierte landwirtschaftliche Produkte (z.B. Alkohol (BW-Monopol), Säfte, Milch) aus landwirtschaftlichen Betrieben und Genossenschaften
- Koppelprodukte dieser Herstellungen (z.B. Schlempen, Trester, Rapskuchen)
- Substrate, die laut EEG dem NaWaRo-Bonus unterliegen und noch nicht oben genannt sind.

Maßnahmen zur Emissionsminderung I

1 Anlieferung, Annahme, u. Aufbereitung von Gärsubstraten

Vermeidung von staubförmigen Emissionen durch:

- Anlieferung und Transport von staubenden Substraten (z.B. Getreidespelzen, Hühnertrockenkot, Stroh) in geschlossenen Behältnissen (z.B. in Silofahrzeugen, Containerfahrzeugen, Verwendung von Abdeckplanen oder geschlossenen Gebinden o.ä.) („kann-Vorschrift“)
- Lagerung möglichst in geschlossenen Räumen oder abgedeckten Lagerboxen oder umgehende Einbringung in die Vorgrube oder den Fermenter unter Vermeidung von Staubemissionen („kann-Vorschrift“)
- Fahrwege und Betriebsflächen **sind** im Anlagenbereich in einer der Verkehrsbeanspruchung entsprechenden Stärke zu befestigen. Die befestigten Flächen **sollten** entsprechend dem Verunreinigungsgrad regelmäßig gesäubert werden.

Maßnahmen zur Emissionsminderung II

Vermeidung von Geruchsemissionen durch:

- Anlieferung besonders geruchsintensiver Substrate (z.B. feuchter Hühnerkot) in geschlossenen Behältern und durch Lagerung in geschlossenen Räumen oder abgedeckten Lagerboxen. Frische Substrate aus der Landwirtschaft sind sofort zu verarbeiten oder zu konservieren (trocknen oder silieren). („**kann**“-Vorschrift)
- Silagen **sollten** entsprechend dem Merkblatt des Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten „Silagesickersaft und Gewässerschutz“ ausgeführt werden. Die Abdeckung von Silagen ist aus ökologischen und ökonomischen Gründen sinnvoll. Dabei können die Anschnittsflächen bis auf die Zeiten mit angekündigtem Starkregen offen bleiben. Die befestigten Siloplatten und Rangierflächen sind nach jeder Entnahme zu reinigen. Silagesickersaft wird in die Vorgrube oder in die Biogasanlage eingeleitet.

Bei der geschlossenen Lagerung von geruchsintensiven Substraten **können** Geruchsstoffemissionen durch geeignete Abgaserfassung und Reinigung der Abgase z.B. in einem Biofilter oder einer anderen geeigneten Abgasreinigungsanlage weiter reduziert werden.

Maßnahmen zur Emissionsminderung III

2 Eingabeverfahren, Vorgruben, Vergärungsstufe

Eingabe, Vorgruben

- Das offene Einspülverfahren ist aufgrund der Emissionsrelevanz nicht mehr Stand der Technik und durch andere Verfahren zu ersetzen
- Ausführung der Vorgrube mit einer geruchsdichten Abdeckung, die nur für kurzzeitige Befüllungsvorgänge geöffnet werden darf („kann“-Vorschrift)

Verwendung emissionsarmer Eingabeverfahren in den Fermenter, wie Eingabe durch Förder- bzw. Schneidschnecken oder Stempelpressen („kann“-Vorschrift)

Maßnahmen zur Emissionsminderung IV

Vergärungsstufe

Für den Fall von Betriebsstörungen (z.B. Motorausfall) müssen an den einzelnen Fermentern Überdrucksicherungen installiert werden. Vor Ansprechen der Überdrucksicherungen können Gasfreisetzungen z.B. durch die geeignete Kombination der folgenden Maßnahmen weitgehend vermieden werden:

- Vorhalten von ausreichendem Gasspeichervolumen
- Reduzierung der Anlagenfütterung auf ein Mindestmaß.
- Einsatz eines ausreichend ausgelegten Reservemotors bei Motorenausfall; dadurch kontinuierliche Stromproduktion und Netzeinspeisung
- Einsatz einer (gegebenenfalls mobilen) Gasfackel bei Motorausfall oder anderweitige Gasverwertung als Verstromung

Maßnahmen zur Emissionsminderung V

3 Emissionsminderung bei der Biogasverwertung

Leitungen und Armaturen

- Verweis auf die Sicherheitsregeln für Materialauswahl und Einbau
- Dichtigkeit nach BGR 104 Abschnitt E 1.3.2
- Falls keine DVGW-Zulassung vorliegt, müssen sie auf eine Druckfestigkeit ausgelegt werden, die dem 10 fachen des Betriebsdruckes entspricht
- Sie müssen biogasbeständig sein
- Druckvorlagen mit Sperrflüssigkeiten in Über- und Unterdrucksicherungen müssen leicht und gefahrlos zu kontrollieren und warten sein (ohne Einstieg in Schächte und Gruben)
- Sperrflüssigkeit darf nicht austreten können und muss vollständig wieder zurückfließen
- Bei Sperrflüssigkeitsvorlagen, die als Kondensatabscheider dienen muss die Flüssigkeitsvorlage mindestens dem 5-fachen des Ansprechdruckes entsprechen

Maßnahmen zur Emissionsminderung VI

Gasspeicher

- gasdicht, druckfest, medien-, UV-, temperatur- und witterungsbeständig.
- Reißfestigkeit: mindestens 500 N / 5 cm
- Zugfestigkeit: mindestens 250 N / 5 cm
- Gasdurchlässigkeit bezogen auf Methan: $< 1000 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \text{ d bar})$
- Temperaturbeständigkeit: -30 bis +50 °C
- Geeignete Farbgebung wird empfohlen
- Dichtigkeitsprüfung vor Inbetriebnahme
- Freiliegende Kissenpeicher: Schutz vor mechanischer Beschädigung, z.B. durch Schutzzaun, bei Abstand $< 850 \text{ mm}$ durchgriffsicher
- Kommt es zu Geruchsstoffemissionen im Bereich von Biogasanlagen für die der Gasspeicher als Ursache angenommen werden muss, kann bei Tragluftsystemen die Abluft behandelt oder über einen möglichst hohen Punkt abgeleitet werden
- Sicherheitstechnische Abnahme nach Betriebssicherheitsverordnung, Prüfplan und wiederkehrende Prüfungen sowie Abnahme bei BImSchG-Genehmigung sind erforderlich

Maßnahmen zur Emissionsminderung VII

Emissionsminderung bei Wartung und Betriebsstörungen

Das Abblasen von Biogas ist durch konstruktive und organisatorischen Maßnahmen soweit wie möglich zu vermeiden:

- Gasspeicher auf Minimalfüllstand bringen
- Fütterung reduzieren bzw. einstellen
- Ab 50 kWel: alternative Gasverwertungseinrichtungen müssen vorhanden sein

Maßnahmen zur Emissionsminderung VIII

Emissionsminderung durch technische Ausrüstung in Abhängigkeit von der elektrischen Leistungsgröße

Einteilung		Berechnungsgrundlage Gasspeicher	Empfohlene und erforderliche technische Ausrüstung der Biogasanlage			
installierte elektrische Leistung der Biogas-Motoranlage (BMA) in kW (ohne Reservemotor)	Feuerungswärmeleistung in kW (ohne Reservemotor) ca.	errechneter Biogasbedarf der BMA bei angenommenen 55% Methangehalt in m ³ /h ca.	Die Mindestgröße des Gasspeichers in m ³ , ist in Abhängigkeit von - der maximalen Befüllung vor der Betriebsstörung und - der benötigten Zeit bis zur Betriebsbereitschaft der mobilen Gasverbrauchseinrichtung auszulegen.	stationäre Gasverbrauchs-einrichtung wie z.B.: - Reservemotor (bei einer Betriebszeit von maximal 300 h im Jahr nach TA Luft 2002 nur Minimalanforderungen für NO _x , CO und ggf. Staub) - Gasfeuerungsanlage - stationäre Notfackel	mehr als ein Motor, auch stationärer Reservemotor	mobile Gasverbrauchseinrichtung wie z.B. Notfackel
BMA ≤ 50	bis 150	bis 30	erforderlich , um Zeitraum für Wartungsarbeiten abzudecken	alternativ empfohlen	zusätzlich empfohlen	zusätzlich empfohlen
50 > BMA ≤ 350	150 bis 999	30 bis 140	erforderlich	alternativ zur mobilen Gasverbrauchseinrichtung empfohlen	zusätzlich empfohlen	erforderlich
BMA > 350	1000 und mehr	über 140	erforderlich, wenn die stationäre Gasverbrauchseinrichtung nicht so groß ist wie die installierte elektrische Leistung der BMA	erforderlich	zusätzlich empfohlen	-

Maßnahmen zur Emissionsminderung IX

Gasfackel

- Springt die Gasfackel regelmäßig an, um Spitzen in der Gasproduktion aufzunehmen, liegt kein bestimmungsgemäßer Betrieb der Notfackel vor und es sind Fackeln einzusetzen, die definierte Verbrennungsbedingungen (1000 °C, 0,3 s) einhalten
- Mobile Gasfackeln sind zulässig, hier ist jedoch bei der Auslegung des Gasspeichers die Verfügbarkeit sowie Anfahrts- und Montagezeit zu berücksichtigen
- Durch automatische Regelungs- und Überwachungseinrichtungen ist sicherzustellen, dass das zugeführte Biogas gezündet und verbrannt wird
- Das Abgas ist in die freie Luftströmung, senkrecht nach oben abzuleiten
- Der Abstand zu Gebäuden und Verkehrswegen muss mindestens 5 m betragen

Maßnahmen zur Emissionsminderung X

Emissionsbegrenzung für Zündstrahlmotoren

Feuerungswärmeleistung der Motoranlage	< 1 MW	1 MW bis < 3 MW	≥ 3 MW
Gesamtstaub Grenzwert	50 mg/m ³	20 mg/m ³	20 mg/m ³
Stickstoffoxide , angegeben als Stickstoffdioxid	1,5 g/m ³	1,0 g/m ³	0,50 g/m ³
Kohlenmonoxid Die Möglichkeit, die Emission durch motorische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, ist auszuschöpfen. <i>Anmerkung: Es ist Platz für den motornahen nachträglichen Einbau eines Oxydationskatalysators in der Abgasleitung vorzusehen.</i>	2,0 g/m ³	2,0 g/m ³	0,65 g/m ³
Formaldehyd	---	60 mg/m ³	60 mg/m ³
Schwefeloxide sind primärseitig durch Gasreinigung soweit wie möglich zu minimieren Grenzwert für Schwefeloxide, angegeben als Schwefeldioxid	---	0,31 g/m ³	0,31 g/m ³

Maßnahmen zur Emissionsminderung XI

Emissionsbegrenzung für Gas-Otto-Motoren

Feuerungswärmeleistung der Motoranlage	< 1MW	1 MW bis < 3 MW	≥ 3 MW
Stickstoffoxide , angegeben als Stickstoffdioxid	0,50 g/m ³	0,50 g/m ³	0,50 g/m ³
Kohlenmonoxid Die Möglichkeit, die Emission durch motorische und andere dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen weiter zu vermindern, ist auszuschöpfen. <i>Anmerkung: Es ist Platz für den motornahen nachträglichen Einbau eines Oxydationskatalysators in der Abgasleitung vorzusehen.</i>	1,0 g/m ³	1,0 g/m ³	0,65 g/m ³
Formaldehyd	---	60 mg/m ³	60 mg/m ³
Schwefeloxide sind primärseitig durch Gasreinigung soweit wie möglich zu minimieren Grenzwert für Schwefeloxide, angegeben als Schwefeldioxid	---	0,31 g/m ³	0,31 g/m ³

Maßnahmen zur Emissionsminderung XII

4 Regelungen zur Gärrestlagerabdeckung

(1) einstufige Anlagen mit NaWaRo bzw. NaWaRo-Gemischen:

- Verweilzeit < 120 Tage: gasdichte Gärrestlagerabdeckung für die ersten 180 Tage
- Verweilzeit 120 Tage und mehr: gasdichte Gärrestlagerabdeckung für die ersten 90 Tage

(2) zweistufige Anlagen mit NaWaRo bzw. NaWaRo-Gemischen:

- Verweilzeit < 90 Tage: gasdichte Gärrestlagerabdeckung für die ersten 180 Tage
- Verweilzeit 90 Tage und mehr: gasdichte Gärrestlagerabdeckung für die ersten 90 Tage

(3) Reine Gülleanlagen:

- keine Pflicht zur Gärrestlagerabdeckung

Auf eine gasdichte Abdeckung des Gärrestlagers kann bei Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 380 kW außerdem verzichtet werden, wenn ein nachvollziehbarer rechnerischer Nachweis erbracht wird, dass die erzeugte Kilowattstunde elektrisch mit weniger CO₂-Äquivalenten als beim deutschen Kraftwerksmix produziert wird.