

**Cercl  
Air**

---

Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute  
Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air  
Società svizzera dei responsabili della protezione dell'aria  
Swiss society of air protection officers

Cercl'Air-Empfehlung Nr. 31q  
Vollzugsblätter Emissionsüberwachung

## **Biogasanlagen**

*Hilfsmittel zum Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) bei stationären Anlagen  
(Stand: November 2022)*

# Biogasanlagen

1	Orientierung.....	3
1.1	Gemeinsames Verständnis der Fachstellen .....	3
1.2	Geltungsbereich.....	4
1.3	Rechtliche und technische Grundlagen .....	4
1.4	Kurzbeschreibung der meistverbreiteten Verfahrenstechniken .....	5
2	Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen / Stand der Technik .....	6
2.1	Substratanlieferung (A).....	7
2.2	Substratumschlag, -lagerung, -aufbereitung und -einbringung (B, C, D).....	7
2.3	Vergärung inkl. Gasspeicher, redundante Verbraucher und Überdrucksicherung (E, F) .....	8
2.4	Biogasverwertung (I) .....	10
2.5	Gärproduktaufbereitung (G) .....	10
2.6	Gärproduktlagerung (H) .....	11
2.7	Gärproduktausbringung .....	11
3	Vollzug.....	11
3.1	Bewilligung neuer Anlagen .....	11
3.2	Sanierung von Anlagen .....	12
3.3	Durchführung der Kontrollen.....	12
3.4	Beschwerden oder Klagen .....	13
4	Datenablage .....	13
	Anhang .....	14

# Biogasanlagen

## 1 ORIENTIERUNG

### 1.1 GEMEINSAMES VERSTÄNDNIS DER FACHSTELLEN

Um einen einheitlichen Vollzug für Biogasanlagen anzustreben, wurde vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Jahr 2016 (teilrevidiert 2021) im Rahmen der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft das Modul Biogasanlagen in der Landwirtschaft herausgegeben.

Im Vollzug hat sich jedoch herausgestellt, dass dieses Modul zwar in verschiedenen Bereichen hilfreich ist, in anderen Bereichen aber keine ausreichende Hilfestellung gibt. Zudem fehlt in der Schweiz eine Vollzugshilfe für gewerbliche/industrielle Biogasanlagen bis anhin gänzlich. Das vorliegende Vollzugsblatt Biogasanlagen will diese Lücken – soweit möglich und sinnvoll – für den Vollzug der Luftreinhaltung schliessen.

Neben Emissionen wie Geruch, Ammoniak, Staub und Abgasen verursachen Biogasanlagen auch klimarelevante Emissionen wie Methan und Lachgas. Diese Emissionen sind gestützt auf die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA), Art. 33, Abs. 2, lit. c. mittels geeigneter Massnahmen zu verhindern respektive zu vermindern. Die Minimierung klimarelevanter Emissionen entspricht den Zielen der Klimapolitik der Schweiz.

Im Bereich Biogasanlagen gibt es keine „Standardanlagen“. Durch die stetige Entwicklung der Verfahrenstechnik ist die Vielfalt der eingesetzten Varianten gross. Die Biogasanlagen setzen sich aus lufthygienisch relevanten Einzelanlagen zusammen, die jede für sich einer separaten Beurteilung und Kontrolle bedürfen. Die Behörde legt fest, welche Anlagenteile zusammen als eine einzige Anlage im Sinne von Anhang 1 Ziffer 32 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 gelten.

Das vorliegende Vollzugsblatt fokussiert auf die meistverbreiteten Verfahrenstechniken. Es soll als Hilfsmittel resp. Checkliste dienen und den Stand der Technik soweit möglich konkretisieren. Soweit das Modul Biogasanlagen in der Landwirtschaft eine gute Hilfestellung leistet, wird direkt auf dieses Modul verwiesen.

Übersicht der Anzahl Biogasanlagen (Stand 2021):

Anzahl	BL/BS	SH	AR	AI	SG	GR	AG	TG	TI	VD
Landw.*	1	3	0	0	3	6	6	8	2	14
Industr.**	2	0	1	0	2	0	4	2	0	32

Anzahl	ZH	BE	LU	UR	SZ	OW	NW	GL	ZG	FR
Landw.*	7	7	12	0	4	1	0	0	1	8
Industr.**	8	6	3	0	0	0	0	0	1	1

Anzahl	SO	VS	NE	GE	JU	Schweiz	FL
Landw.*	2	3	2	2	7	107	0
Industr.**	1	1	0	1	0	65	0

\*) Landwirtschaftliche Biogasanlagen

\*\*) Industrielle Biogasanlagen

## **1.2 GELTUNGSBEREICH**

Das Vollzugsblatt Biogasanlagen gilt für landwirtschaftliche und gewerbliche/industrielle Biogasanlagen.

Klärgasanlagen und industrielle Abwasserreinigungsanlagen sind nicht Teil dieses Vollzugsblatts.

Grundsätzlich können aus dieser Vollzugshilfe keine Rechtsansprüche abgeleitet werden. Die Vollzugsbehörden können abweichende Massnahmen festlegen, wie beispielsweise Grenzwert-Verschärfungen.

## **1.3 RECHTLICHE UND TECHNISCHE GRUNDLAGEN**

Rechtliche Grundlagen:

- Umweltschutzgesetz (USG)
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV)
- Abfallverordnung (VVEA)

Technische Grundlagen:

- VDI-Richtlinie 3475, Blatt 4, Emissionsminderung Biogasanlagen in der Landwirtschaft, Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger
- VDI-Richtlinie 3475, Blatt 5, Emissionsminderung – Biologische Abfallbehandlungsanlagen, Vergärung und Nachbehandlung
- VDI-Richtlinie 3896, Stand der Technik für Biogasaufbereitungsanlagen

Empfehlungen:

- Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2016: Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft
- Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2012: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft
- Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2012: Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft
- Bundesamt für Umwelt BAFU, Entwurf vom Dezember 2015: Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen, Geruchsempfehlung
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020: Übermässigkeit von Stickstoff-Einträgen und Ammoniak-Immissionen
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2018: Mindesthöhe von Kaminen über Dach, Kamin-Empfehlungen
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020: Emissionsmessungen bei stationären Anlagen, Emissions-Messempfehlungen
- Cercl'Air, 2013: Cercl'Air-Empfehlungen Nr. 29; Checklisten Emissionsmessungen
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2018: Liste der zur Kompostierung oder Vergärung geeigneten Abfälle. Teil des Moduls Biogene Abfälle der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)

Weiteres:

- Bundesamt für Energie BFE, März 2017: Technische und ökonomische Evaluation von Boxen-Vergärungsanlagen in der Schweiz. Systemvergleich, Wirtschaftlichkeit, Emissionen und Mobilisierung des Biogaspotenzials von Kompostieranlagen
- Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2018: Leitfaden zur Überwachung von Biogasanlagen

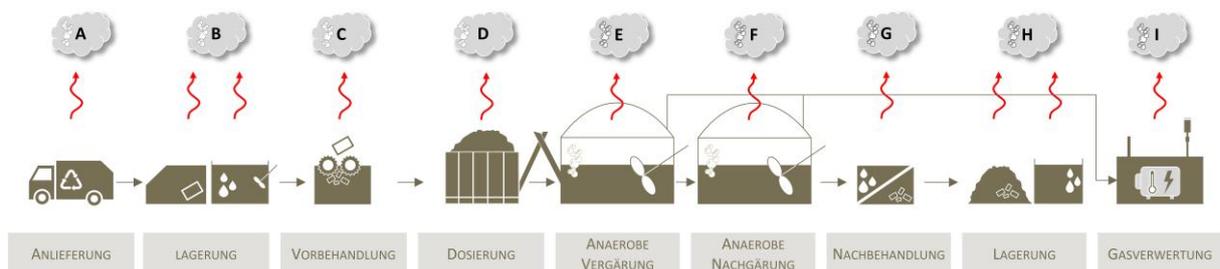
## 1.4 KURZBESCHREIB DER MEISTVERBREITETEN VERFAHRENSTECHNIKEN

Biogas entsteht durch einen Vergärungsprozess beim anaeroben Abbau von organischem Material. Das entstandene Biogas besteht hauptsächlich aus Methan und Kohlendioxid und wird in der Regel in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verwertet oder aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist. Die Gärprodukte werden in der Regel als Dünger für die Landwirtschaft stofflich verwertet. Teilweise werden sie auch nachkompostiert und im Gartenbau oder durch Private verwertet. Die Vergärung kann als Trockenvergärung oder als Nassvergärung erfolgen. Die Verfahrenswahl hängt von den eingesetzten Substraten ab. Für mehrheitlich pumpfähige Inhaltsstoffe wird das Nassvergärungsverfahren angewendet, für feste Inputstoffe die Trockenvergärung. Eine Übersicht über die eingesetzten Substrate findet man in der «Liste der zur Kompostierung oder Vergärung geeigneten Abfälle» (BAFU, 2018).

Nachfolgend werden die meistverbreiteten Verfahren kurz erläutert und grafisch dargestellt. In den Grafiken sind die möglichen Emissionsquellen mit einem Grossbuchstaben bezeichnet. Die entsprechenden Grossbuchstaben stehen in Klammern hinter dem jeweils zugehörigen Kapitel in Ziffer 2 dieser Vollzugshilfe.

### Nassvergärung mit vollständig durchmishtem Behälter

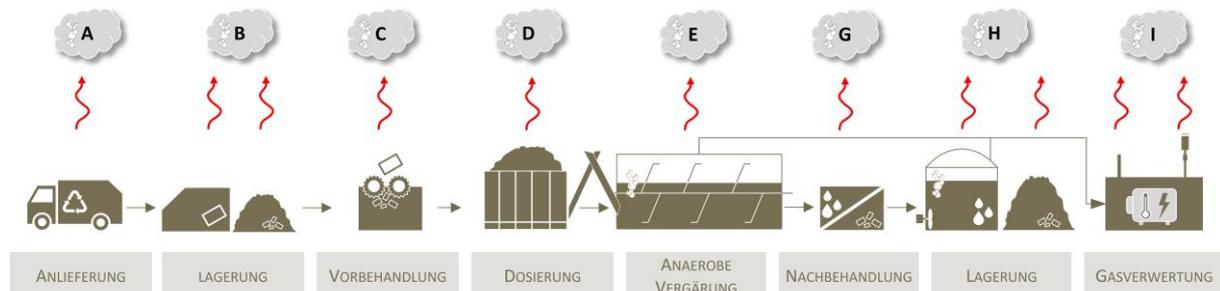
Eine Biogasanlage nach dem Prinzip der Nassvergärung besteht in der Regel zumindest aus einer Einheit zur Aufbereitung und Einbringung des Materials in den Fermenter, einem Fermenter, in dem die Substrate durchmischt und anaerob vergoren werden und einem gasdichten und an die Gasverwertung angeschlossenen Nachgärer / Gärproduktlager. Die Gasspeicher befinden sich direkt in den Fermentern und/oder Nachgärern und/oder gasdichten Gärproduktlagern.



Grafik 1: Nassvergärung mit vollständig durchmishtem Behälter / Quelle: H.J. Nägele, ZHAW

### Trockenvergärung: Pfropfenstromverfahren

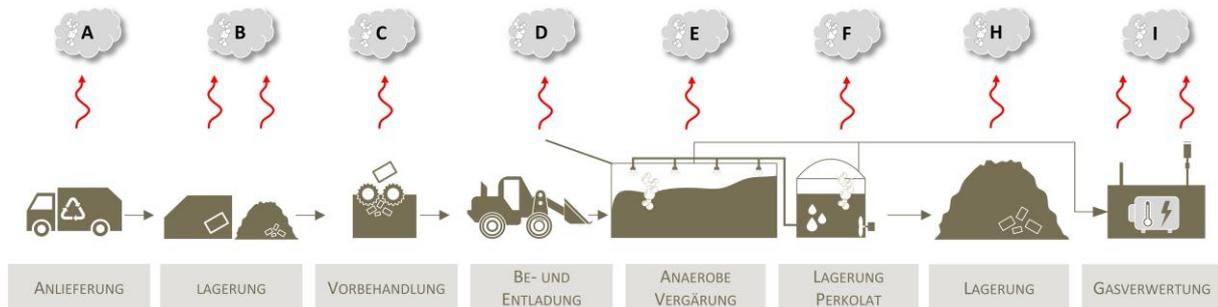
Der Fermenter funktioniert nach dem Durchströmprinzip (Durchströmung von vorne nach hinten). Die laterale Durchmischung des Materials wird minimiert. Anschliessend wird das Gärprodukt in der Regel in einen festen und einen flüssigen Teil aufgetrennt. Der feste Teil kann anschliessend nachkompostiert werden.



Grafik 2: Pfropfenstromverfahren / Quelle: H.J. Nägele, ZHAW

### Trockenvergärung: Boxenvergärung

Mittels Radlader wird durch ein Tor festes Zufuhrmaterial in die Boxen (i.d.R. mind. 4, alternierend befüllt) eingetragen, in welchen die Trockenvergärung stattfindet. Über Düsen wird das Material mit Perkolat (rezirkuliertes Prozesswasser) befeuchtet. Das Biogas aus Boxen und Perkolattank wird in einem Gasspeicher (z.B. auf dem Perkolattank) gespeichert. Am Ende der Vergärung wird die Boxe wieder geöffnet und entleert.



Grafik 3: Boxenvergärung / Quelle: H.J. Nägele, ZHAW

## 2 VORSORGLICHE EMISSIONSBEGRENZUNGEN / STAND DER TECHNIK

Der Stand der Technik wird im vorliegenden Vollzugsblatt teilweise nach Betriebsart und Anlagegrösse differenziert.

### Betriebsart

- **"rein landwirtschaftliche Vergärungsanlagen"**: Ausschliesslicher Einsatz von Hofdünger und weiterem Material landwirtschaftlicher Herkunft<sup>1</sup>
- **"landwirtschaftliche Co-Vergärungsanlagen"**: Setzt neben Substrat landwirtschaftlicher Herkunft max. 50 % weitere Substrate ein<sup>2</sup>
- **"gewerblich/industrielle Anlagen"**: Setzt > 50 % nicht landwirtschaftliche Substrate ein<sup>3</sup>

### Anlagegrösse

- **"Grosse Anlagen"**: Erfüllen mindestens eines der folgenden Kriterien:
  - grösser 5000 t Frischsubstrat / Jahr,
  - Feuerungswärmeleistung BHKW > 100 kW,
  - elektrische Leistung BHKW > 33 kW
  - Rohgasproduktion > 200'000 m<sup>3</sup> / Jahr.
- **"Kleine Anlage"**: Erfüllen keines der oben genannten Kriterien

Im Anhang dieses Vollzugsblatts befindet sich zur besseren Übersicht eine Tabelle mit Emissionsbegrenzungen, die nach heutigem Stand verlangt werden können.

<sup>1</sup> Typ A gemäss BAFU-Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen»

<sup>2</sup> Typ B und C gemäss BAFU-Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen»

<sup>3</sup> Typ D gemäss BAFU-Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen»

## **2.1 SUBSTRATANLIEFERUNG (A)**

**Fokus Emissionen:** Geruch, Staub

**Stand der Technik:**

Anlieferung von geruchsintensiven und staubenden Substraten in geschlossenen Behältern oder geschlossenen Fahrzeugen (oder Anlieferung über geschlossene Rohrleitungen), vgl. Ziffer 4.3.1 und Anhang 1 der Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen".

Für landwirtschaftliche Anlagen ist die Transportdistanz der Co-Substrate auf 15-50 km beschränkt (vgl. Ziffer 3.1 der Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen").

**Rechtliche Grundlagen:** LRV, Art. 4, sowie bei staubenden Substraten Anhang 1 Ziffer 43 Abs.

## **2.2 SUBSTRATUMSCHLAG, -LAGERUNG, -AUFBEREITUNG UND -EINBRINGUNG (B, C, D)**

**Fokus Emissionen:** Geruch, Staub, Methan, Ammoniak

**Stand der Technik:**

- An das Geruchsrisiko angepasste Massnahmen gemäss Ziffer 4.3.1 und Anhang 1 der Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen". Je nach Geruchsrisiko (Zuordnung gemäss Anhang 1 der Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen") können u.a. folgende Emissionsbegrenzungen erforderlich sein:
  - Konservierung/Verarbeitung des Substrats vor dem Einsetzen der Gärung
  - eine festgelegte maximale Dauer bis zur Einbringung in den Fermenter
  - Schutz vor Vernässung
  - Lagerung unter Dach
  - Lagerung in geschlossenen Behältern
  - Einhausung (technisch immer so auszuführen, dass die Möglichkeit zur Abluftbehandlung besteht, vgl. Art. 33 Abs. 2 lit. b VVEA)
  - Einhausung mit Unterdruck und Abluftbehandlung
  - Abluftbehandlung der Verdrängungsluft beim Einbringen in Lagerbehälter oder Vorgrube
  - Handhabung direkt in geschlossenen Kreisläufen
- Nach Stand der Technik gedeckte Güllesilos (vgl. Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul baulicher Umweltschutz)
- Geschlossene Ausführung von Anlagen zur Aufbereitung (z.B. mechanische Aufbereitung), Abdeckung der Einbringungsöffnungen.
- Substrateinbringung in Vorgruben nach Möglichkeit und Fermenter zwingend unter dem Flüssigkeitsspiegel
- Vorgruben sind mit einer festen Abdeckung zu versehen, welche nur für Befüllvorgänge oder Unterhaltsarbeiten geöffnet werden darf.
- Verwendung emissionsarmer Einbringtechniken

**Rechtliche Grundlagen:** LRV, Art. 4, sowie bei staubenden Substraten Anhang 1 Ziffer 43 Abs. 1 und 2

## 2.3 VERGÄRUNG INKL. GASSPEICHER, REDUNDANTE VERBRAUCHER UND ÜBERDRUCKSICHERUNG (E, F)

Die Vergärung umfasst den Fermenter (Nass- oder Trockenvergärung einschliesslich Feststoffvergärung im Boxenverfahren) mit seinen Sicherheitseinrichtungen sowie weitere Behälter (wie z.B. Nachgärer, Perkolattank), sofern sie an die Gasverwertung angeschlossen sind. Ebenso werden hier redundante Verbraucher betrachtet.

**Fokus Emissionen:** Biogas: insb. Methan und Geruch, Abgas (von redundantem Verbraucher)

### Stand der Technik:

- Gasführende Systeme und Behälter:
  - Gasspeicher müssen gasdicht, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein. Die Gasdurchlässigkeit der Membran für Methan soll  $< 1000 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}^4$  sein.
  - Als Stand der Technik gelten geeignete Doppelmembranfolien oder gleichwertige Lösungen.
  - Regelmässige optische und olfaktorische Eigenüberwachung sind durch den Betreiber auszuführen, falls vorhanden mit einem Handmessgerät zur Konzentrationsbestimmung von Methan oder mittels optischer Verfahren.
  - Bei grossen Anlagen (vgl. Einleitung Kapitel 2) ist in der Regel jährlich, mindestens alle 3 Jahre die Dichtigkeit von gasführenden Teilen durch eine externe Fachfirma zu überprüfen. Die Überprüfung soll mittels optischen Verfahren (Gaskamera) oder Konzentrationsmessungen erfolgen (Leckageortung, z.B. Rührwerkdurchführungen, Kondensatschächte, Bauteilübergänge, Bohrdurchführungen, Folienrandanschlüsse, Leitungen usw.).
  - Nassvergärung (mit vollständig durchmischem Behälter): Für alle Biogasanlagen (ausgenommen rein landwirtschaftliche Vergärungsanlagen) mit Nassvergärung mit vollständig durchmischem Behälter gilt:
    - 1) Die mittlere hydraulische Verweilzeit des Substrats im gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenen System muss mindestens 100 Tage betragen. (Gärprodukt, das direkt als Dünger ausgebracht wird, darf dabei dem Nachgärer auch vor Ablauf der 100 Tage entnommen werden).
    - 2) Die mittlere hydraulische Verweilzeit kann auf minimal 60 Tage verkürzt werden, falls nachgewiesen werden kann, dass die Restmethanbildung bei der gewählten mittleren hydraulischen Verweilzeit kleiner als 1,5 % der in der Biogasanlage gebildeten Gesamtmethanmenge ist. Der Nachweis ist im Baugesuch mit Berechnungen unter Annahme der theoretisch maximal möglichen Gasbildung zu erbringen sowie nach Inbetriebnahme der Anlage durch Bestimmung der effektiven Restmethanbildung. Alle Berechnungen, Probenahmen und Laborarbeiten haben durch ausgewiesene Fachspezialisten zu erfolgen. Die Bestimmung ist gemäss VDI-Richtlinie 4630 durchzuführen. Zur Bestimmung der produzierten Gasmenge muss ein Gaszähler/Energiezähler vorhanden sein. Falls sich die Menge und/oder Zusammensetzung der eingesetzten Substrate wesentlich ändert, ist die Bestimmung der Restmethanbildung zu wiederholen.
    - 3) Bei Nassvergärung mit vollständig durchmischten Behältern (ausgenommen rein landwirtschaftliche Vergärungsanlagen) muss die Vergärung in mindestens 2 separaten Behältern (z.B. Fermenter und gasdichter und an die Gasverwertung angeschlossener Lagerbehälter) erfolgen, damit die Auswirkungen von Kurzschlussströmungen vermindert werden können.
  - Pfropfenstromverfahren (thermophil): Der Fermenter funktioniert nach dem Durchströmprinzip, das Substrat kommt vorne rein und hinten wieder raus. Die laterale Durchmischung des Materials wird minimiert. Die Aufenthaltszeiten im Fermenter betragen in der Regel 14 - 21 Tage. Anschliessend wird das Gärgut in einen festen und einen flüssigen Teil aufgetrennt. Insbesondere der flüssige Teil wird im

<sup>4</sup> Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, 2016: Biogasanlagen in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft

Folgenden in einem grossen, offenen Becken in der Halle gelagert und emittiert dabei Methan, welches durch einen allfällig vorhandenen Biofilter nicht abgeschieden wird. Stand der Technik bei bestehenden Anlagen ist eine minimale Verweilzeit der flüssigen Gärprodukte von mindestens 21 Tagen in einem gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenen Lager (zusätzlich zur Aufenthaltszeit im Fermenter). Bei bestehenden Anlagen heisst das, dass meist ein zusätzliches gasdichtes Lager ausserhalb der Halle gebaut werden muss. Zudem muss die Lagerdauer im offenen Becken in der Halle auf max. 24h beschränkt werden. Für Neuanlagen gilt eine Mindestlagerdauer im gasdichten Bereich anschliessend an die Vergärung von mindestens 60 Tagen.

- Boxenvergärungsanlagen: Mittels Radlader wird durch ein Tor festes Zufuhrmaterial in die Boxen (i.d.R. mind. 4, alternierend befüllt) eingetragen, in welchen die Trockenvergärung stattfindet. Über Düsen wird das Material mit Perkolat (rezirkuliertes Prozesswasser) befeuchtet. Das Biogas aus Boxen und Perkolattank wird in einem Gasspeicher gespeichert. Perkolattanks sind an das gasführende System angeschlossen. Nach Befüllen einer Box entsteht vorerst ein Schwachgas, das ausgeblasen wird (i.d.R. < 1 Tag), bis es (ab einer Methankonzentration von ca. 12 %) zusammen mit dem Gas der anderen Boxen im BHKW verbrannt wird. Um möglichst rasch ein "Gutgas" zu erzeugen, wird das Frischmaterial mit Perkolat angeimpft. Zusätzlich kann vor dem Befüllen vergorenes Material zum Frischmaterial gemischt werden (Geruchs- und NH<sub>3</sub>-Emissionen!). Vor dem Öffnen des Tors wird Luft, BHKW-Abgas oder Stickstoff in die Boxe geblasen und wiederum Schwachgas ausgeblasen. Dabei kann aufgrund der Gerüche ein Biofilter notwendig sein. Bei Anlagen mit grösseren Boxen sind Fackeln mit Stützgasverbrennung zum Verbrennen des Schwachgases Stand der Technik (mind. ab 100 t/Box). Beim Öffnen des Tors können Geruchsemissionen entstehen. Um die Methan-Emissionen, die nach Öffnen des Tors durch die noch nicht unterbrochene Methanproduktion entstehen, zu begrenzen darf die Vergärung in einer Box erst abgebrochen werden, wenn die Gasproduktion in dieser Boxe  $\leq 1 \text{ m}^3 / \text{t}$  Frischsubstanz \*d ist. Die Gasproduktion in den Boxen wird gemessen und ist aufzuzeichnen. Zusätzlich wird die Mindestaufenthaltszeit auf 21 Tage festgelegt.
- Weitere Anlagen: Weitere Anlagen sind möglichst in Analogie zu den oben aufgeführten Anlagen zu bewerten.
- Redundanter Verbraucher:
  - Bei allen Biogasanlagen (ausgenommen kleine, rein landwirtschaftliche Vergärungsanlagen) ist eine stationär installierte Gasfackel mit Betriebsstundenzähler oder ein anderer stationär installierter redundanter Verbraucher mit Betriebsstundenzähler Stand der Technik. Auslegung auf den maximal anfallenden Biogasstrom (Worst-case-Betrachtung). Ziel ist ein Fackelbetrieb von < 100 h/a. Da ein Fackelbetrieb jedoch dem Ausblasen über Überdrucksicherung vorzuziehen ist, sollte dies nur als Richtwert gelten.
  - Bei grossen Co-Vergärungsanlagen in der Landwirtschaft und grossen gewerblich/industriellen Vergärungsanlagen ist zudem ein automatisches Anspringen des redundanten Verbrauchers vor dem Auslösen der Überdrucksicherung Stand der Technik.
  - Bei kleinen, rein landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen ohne stationär installiertem redundantem Verbraucher wird eine Gasspeicherungs-Kapazität von mind. 12 h als Stand der Technik angesehen.
- Überdrucksicherungen:
  - Alle Biogasanlagen (ausgenommen kleine, rein landwirtschaftliche Vergärungsanlagen mit Gasfackel) sind mit einer Überwachung und Aufzeichnung des Überdruckventils auszustatten (Anzahl Ereignisse und Dauer, keine Volumenstrommessung).

**Rechtliche Grundlagen:**

- Methan/Biogas: Art. 33 Abs. 2 lit. c VVEA (Die baulichen Einrichtungen müssen gewährleisten, dass Emissionen klimawirksamer Gase mittels geeigneter Massnahmen verhindert oder vermindert werden können.)
- Geruch: Art. 4 LRV
- Redundanter Verbraucher: Anhang 2 Ziffer 82 LRV (BHKW), Anhang 2 Ziffer 83 LRV (Gasturbine), Anhang 3 Ziffer 6 LRV (Gasfeuerung) oder Art. 4 LRV (Gasfackel)

## **2.4 BIOGASVERWERTUNG (I)**

**Fokus Emissionen:**

- BHKW, Kessel, Gasturbine: Abgase: Stickoxide, Kohlenmonoxid, (Formaldehyd, Schwefeloxide, Methan)
- Biogasaufbereitung: Abgas aus Biogasaufbereitung, sog. Off-Gas (insb. Methan, Staub, Organische Stoffe, Mercaptane, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefeldioxid, Formaldehyd)

**Stand der Technik:**

- BHKW, Gasturbine, Gasfeuerung:
  - Anhang 2 Ziffer 82 LRV (BHKW), Anhang 2 Ziffer 83 LRV (Gasturbine) oder Anhang 3 Ziffer 6 LRV (Gasfeuerung)
  - Kaminhöhe gemäss Kamin-Empfehlungen (resp. allenfalls Anhang 6 LRV)
- Biogasaufbereitung:
  - Methanemissionen bei Gasaufbereitung: Bei Membrantechnologie max. 0.5% (bezogen auf das Methan im Rohbiogas), bei grossen Anlagen zu prüfen max. 0.2 %. Bei Aminwäsche können Werte < 0.1 % erreicht werden.
  - Das Abblasen von Biomethan oder unvollständig aufbereitetem Gas ist generell unzulässig.

**Rechtliche Grundlagen:**

- Anhang 2 Ziffer 82 (sowie Anhang 1) LRV (BHKW), Anhang 2 Ziffer 83 (sowie Anhang 1) LRV (Gasturbine) oder Anhang 3 Ziffer 6 LRV (Gasfeuerung), Kaminhöhe gemäss Art. 6 LRV resp. Kamin-Empfehlungen
- Biogasaufbereitung: Art. 33 Abs. 2 lit. c VVEA

## **2.5 GÄRPRODUKTAUFBEREITUNG (G)**

**Fokus Emissionen:** Ammoniak, Lachgas, Methan, Geruch (Staub)

**Stand der Technik:**

- Separation: Falls technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar, oder falls aufgrund übermässiger Geruchsmissionen notwendig: Einhausung und Abluftreinigung (betr. Geruch und wenn möglich auch Ammoniak). Der flüssige Teil ist über eine Rohrleitung in einem geschlossenen Behälter zuzuführen.
- Trocknung, Eindampfung: Einhausung und Abluftreinigung (Staub-, Biofilter und saurer Wäscher)
- Nachkompostierung: Werden feste Gärprodukte nachkompostiert, so sind diese unmittelbar mit ausreichend Strukturmaterial und aktivem Kompost zu durchmischen und eine ausreichende Belüftung der Nachkompostierung ist sicherzustellen.

**Rechtliche Grundlagen:** Art. 4 LRV (Geruch), Anhang 1 LRV (Ammoniak)

## **2.6 GÄRPRODUKTLAGERUNG (H)**

**Fokus Emissionen:** Methan, Ammoniak, Geruch

**Stand der Technik:**

Weitere Gärproduktlager (in welche das Gärprodukt bei der Nassvergärung erst nach einer unter Ziffer 2.3 festgelegten Mindestverweilzeit im gasdichten und an eine Gasverwertung angeschlossenen System gelangen darf) inkl. Lager für flüssige Gärprodukte sind mit einer festen Abdeckung nach dem Stand der Technik zu versehen.

Feste Gärprodukte vor dem Austrocknen zu schützen (Lagerung abgedeckt), wenn sie nicht unmittelbar weiterverarbeitet werden.

**Rechtliche Grundlagen:** Art. 4 LRV resp. Anhang 2 Ziffer 551 LRV

## **2.7 GÄRPRODUKTAUSBRINGUNG**

**Fokus Emissionen:** Ammoniak, Geruch

**Stand der Technik:**

Flüssige Gärprodukte sind mit emissionsarmen Verfahren wie z.B. Schleppschlauch auszubringen. Flächen mit weniger als 18 % Neigung sind für den Schleppschlaucheinsatz geeignet.

Feste Gärprodukte sind innerhalb der ersten Stunden nach dem Ausbringen einzuarbeiten.

**Rechtliche Grundlagen:** Art. 4 LRV resp. Anhang 2 Ziffer 552 LRV

# **3 VOLLZUG**

## **3.1 BEWILLIGUNG NEUER ANLAGEN**

Neben Vorgaben zu einzelnen Anlageteilen (vgl. Ziffer 2) können bei der Bewilligung neuer Biogasanlagen folgende Punkte relevant sein:

Gemäss Anhang 2 Ziffer 512 LRV müssen bei der Errichtung von Anlagen der bäuerlichen Tierhaltung und der Intensivtierhaltung die nach den anerkannten Regeln der Tierhaltung erforderlichen Mindestabstände zu bewohnten Zonen eingehalten werden. Landwirtschaftsbetriebe mit zugehöriger Biogasanlage mit engem räumlichem Zusammenhang sind aus Sicht der Geruchsmissionen als eine Gesamtanlage zu beurteilen. Abhängig von der Topografie, der Windsituation oder in der Nähe zu bewohnten Gebieten kann bei einer geplanten Biogasanlage auch eine Immissionsprognose betr. Gerüche gemäss Art. 28 LRV notwendig werden.

Bei nahegelegenen sensiblen Ökosystemen sind zudem Angaben zu den Ammoniak-Emissionen in den Gesuchsunterlagen notwendig. Bei der Abschätzung der Einhaltung der Critical Loads für Stickstoffeinträge und Critical Levels für Ammoniak in nahegelegenen sensiblen Ökosystemen sind die Ammoniak-Emissionen des gesamten Betriebs (Biogasanlage und Tierhaltung) zu berücksichtigen.

### **3.2 SANIERUNG VON ANLAGEN**

Emissionen sind gemäss Art. 11 USG im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Anlagen, welche die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen nicht einhalten, sind grundsätzlich zu sanieren. Betreffend Geruch wird die Sanierung einer Anlage in der Regel nur gefordert, wenn Geruchsprobleme auftreten.

Anlagen, welche übermässige Immissionen verursachen, obwohl die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen eingehalten sind, sind ebenfalls zu sanieren (ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen, Art. 9 LRV).

Eine sanierungsbedürftige Anlage darf gemäss Art. 18 USG nur umgebaut oder erweitert werden, wenn sie gleichzeitig saniert wird.

Eine Sanierung betr. Methanemissionen kann gestützt auf Art. 33 Abs. 2 lit. c VVEA erfolgen.

Auch gemäss Art. 26 VVEA sind Abfallanlagen nach dem Stand der Technik zu errichten und zu betreiben. Inhaberinnen und Inhaber von Abfallanlagen müssen zudem gemäss Art. 26 VVEA alle zehn Jahre prüfen, ob die Anlage dem Stand der Technik entspricht, und die nötigen Anpassungen vornehmen.

### **3.3 DURCHFÜHRUNG DER KONTROLLEN**

- Messung BHKW alle zwei Jahre gemäss Anhang 2 Ziffer 826 LRV (siehe auch Tabellen 4-6 des Kap. 4.3.3 in der BAFU-Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen»)
- Mindestens alle 3 Jahre, nach Möglichkeit jährlich:
  - Einfordern der Protokolle der regelmässigen Prüfungen der Dichtheit gasführender Teile, Überprüfen der Nachweise bezüglich beseitigten Leckagen.
  - Messung Methanschlupf Offgas bei Gasaufbereitung.<sup>5</sup>
  - Kontrolle der elektronischen Aufzeichnungen des Überdruckventils und des Betriebsstundenzählers des redundanten Verbrauchers.
  - Kontrolle der mittleren hydraulischen Verweilzeit mittels der jährlichen Substratmenge.<sup>6</sup>
  - Kontrolle der Lagerung der angelieferten Substrate und das Geschlossenhalten von Abdeckungen/Toren (insbesondere bei Reklamationen oder Klagen).
  - Bei eingehauster Gärproduktaufbereitung: Emissionsmessungen an der Abluft zur Überprüfung der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte.

<sup>5</sup> Dieser Wert wird bereits durch den SVGW (Gasverband) gemessen. Die Daten können dort angefragt werden. Die Anforderungen des SVGW liegen aber höher als in dieser Empfehlung.

<sup>6</sup> Rein rechnerische Nachprüfung über das eingesetzte Substratvolumina und die Volumina der Behälter.

### **3.4 BESCHWERDEN ODER KLAGEN**

- Abklären, ob alle vorsorglichen Emissionsbegrenzungen eingehalten werden, insbesondere:
  - Anlieferung:
    - 1) Erfolgt die Anlieferung von geruchsintensiven oder staubenden Substraten in geschlossenen Behältern?
    - 2) Ist die Anlieferungsrouten günstig gewählt?
  - Minimierung von verschmutzten Flächen (allgemeine Sauberkeit)
  - Substratlagerung, - aufbereitung, -einbringung
    - 1) Vorgaben nach Ziffer 4.3.1 und Anhang 1 der BAFU-Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen" eingehalten?
    - 2) Konsequente Schliessung Vorgruben, Einbringvorrichtungen, Hallentore, ausser während des Einbringens?
    - 3) Ist der Füllstand des Fermenters zu niedrig (Biogasaustritt durch Eintragsöffnung in den Fermenter)?
  - Gasführende Systeme
    - 1) Leckagen/Gasaustritte vorhanden? (z.B. durch falsche Dimensionierung Foliendächer, Alterungsprozesse, mechanische Einflüsse, fehlende Wartung, Korrosion)
    - 2) Springt die Überdrucksicherung öfter an? (z.B. durch Nichtanspringen des redundanten Verbrauchers vor Ansprechen der Überdrucksicherung, Biogasüberproduktion, nicht ausreichender Sperrflüssigkeitsstand)
  - Gärproduktlagerung:
    - 1) Wird die mittlere hydraulische Verweilzeit im gasdichten Bereich eingehalten?
    - 2) Werden feste Gärprodukte korrekt gelagert (verdichtet, abgedeckt und nur kurz)?
  - Gärproduktaufbereitung: Funktioniert die Abluftbehandlung korrekt?
- Bei vollständig umgesetzten vorsorglichen Emissionsbegrenzungen und Verdacht auf Übermässigkeit: Allenfalls Ausbreitungsberechnung, Begehung oder Befragung gemäss Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen (Geruchsempfehlung) des BAFU, Entwurf vom Dezember 2015.

## **4 DATENABLAG**

- Übersichtliches Verfahrensschema mit Verfahrensbeschreibung
- Typ und Fabrikat der Einzelanlagen / Anlagenteile
- Baujahr
- Angaben zum redundanten Verbraucher
- Art und Menge der eingesetzten Substratmenge / Jahr
- Für Substrat nutzbares Volumen der gasdichten und an die Gasverwertung angeschlossenen Behälter
- Biogasmenge / Jahr
- Bei Abluftbehandlung: Art der Abluftbehandlung
- Messdaten von durchgeführten Emissionsmessungen
- Protokolle der regelmässigen Prüfungen der Dichtheit gasführender Teile, Nachweise bezüglich beseitigten Leckagen
- elektronische Aufzeichnungen des Überdruckventils und des Betriebsstundenzählers des redundanten Verbrauchers

<b>Vollzugsblätter Emissionsüberwachung</b> <b>Biogasanlagen</b>	<b>Cercl'Air</b> Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute
---	--

## ANHANG

Übersichtstabelle mit den vorsorglichen Emissionsbegrenzungen

<b>Definition kleine und grosse Anlagen</b>	<b>kleine Anlage</b>	<b>grosse Anlage</b>
Input Frischsubstanz in t	bis 5'000 Tonnen pro Jahr	ab 5'000 Tonnen pro Jahr
FW-Leistung BHKW	bis 100 kW	ab 100 kW
el. Leistung BHKW	bis 33 kW	ab 33 kW
Gasproduktion in m3/a	bis 200'000 m3 Rohgasproduktion	ab 200'000 m3 Rohgasproduktion

<b>Emissionsbegrenzungen nach Anlagentypen</b>	<b>rein landwirtschaftliche Anlage</b>	<b>Co-Vergärung in der Landwirtschaft</b>	<b>industrielle Vergärung</b>
<b>Materialannahme und -Aufbereitung</b>	gemäss Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen", keine ungedeckten Güllesilos für die Lagerung der Gülle vor und nach der Vergärung gemäss Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul baulicher Umweltschutz"	gemäss Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen", keine ungedeckten Güllesilos für die Lagerung der Gülle vor und nach der Vergärung gemäss Vollzugshilfe "Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul baulicher Umweltschutz"	analog zu den Vollzugshilfen "Umweltschutz in Landwirtschaft, Modul Biogasanlagen" und "Umweltschutz in Landwirtschaft, Modul Baulicher Umweltschutz"
<b>zusätzliche Massnahmen bei Geruchsklagen</b>	Einzelfallbeurteilung (Mindestabstände prüfen, Abluftbehandlung bei Stallanlagen prüfen, etc.). Vgl. zudem Ziffer 3.4 des Vollzugsblatts	Einzelfallbeurteilung. Allenfalls Installation eines Biofilters für die Vorgrube und weitere Quellen (z.B. Annahmehalle). Bei grossen Anlagen sind zusätzlich die Anschlüsse für die Installation und der Platz für eine Abluftbehandlung bei der Baubewilligung zu prüfen resp. zu verfügen. Vgl. zudem Ziffer 3.4 des Vollzugsblatts	Einzelfallbeurteilung. Allenfalls Installation eines Biofilters für die Vorgrube und weitere Quellen (z.B. Annahmehalle). Bei grossen Anlagen sind zusätzlich die Anschlüsse für die Installation und der Platz für eine Abluftbehandlung bei der Baubewilligung zu prüfen resp. zu verfügen. Vgl. zudem Ziffer 3.4 des Vollzugsblatts
<b>Aufenthaltszeit im gasdichten Bereich</b>	keine Vorgaben	min. 100 Tage (oder oder mind. 60 Tage und nachweislich weniger als 1.5% Restmethangehalt)	min. 100 Tage (oder oder mind. 60 Tage und nachweislich weniger als 1.5% Restmethangehalt)
<b>Grösse Gasspeicher</b>	bei grossen Anlagen: keine Vorgabe, da stationäre Gasfackel bei kleinen Anlagen: min 12h Kapazität oder stationäre Gasfackel	keine Vorgabe, da stationäre Gasfackel	keine Vorgabe, da stationäre Gasfackel

<b>Vollzugsblätter Emissionsüberwachung</b> <b>Biogasanlagen</b>	<b>Cercl'Air</b> Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute
---	--

<b>Emissionsbegrenzungen nach Anlagentypen</b>	<b>rein landwirtschaftliche Anlage</b>	<b>Co-Vergärung in der Landwirtschaft</b>	<b>industrielle Vergärung</b>
<b>Weitere Anforderungen Gasspeicher</b>	Gasspeicher müssen gasdicht, druckfest, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein. Die Gasdurchlässigkeit der Membran für Methan soll $< 1000 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 * \text{d} * \text{bar}$ sein. Als Stand der Technik gelten geeignete Doppelfolien oder gleichwertige Lösungen.	Gasspeicher müssen gasdicht, druckfest, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein. Die Gasdurchlässigkeit der Membran für Methan soll $< 1000 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 * \text{d} * \text{bar}$ sein. Als Stand der Technik gelten geeignete Doppelfolien oder gleichwertige Lösungen.	Gasspeicher müssen gasdicht, druckfest, UV-, temperatur- und witterungsbeständig sein. Die Gasdurchlässigkeit der Membran für Methan soll $< 1000 \text{ cm}^3 / \text{m}^2 * \text{d} * \text{bar}$ sein. Als Stand der Technik gelten geeignete Doppelfolien oder gleichwertige Lösungen.
<b>Kontrolle Dichtigkeit der gasführenden Systeme</b>	regelmässig durch den Betreiber, bei grossen Anlagen: zusätzlich mind. alle 3 Jahre durch externe Fachperson	regelmässig durch den Betreiber, bei grossen Anlagen: zusätzlich mind. alle 3 Jahre durch externe Fachperson	regelmässig durch den Betreiber, bei grossen Anlagen: zusätzlich mind. alle 3 Jahre durch externe Fachperson
<b>Überdruckventil überwacht und mit Aufzeichnung</b>	bei grossen Anlagen: ja bei kleinen Anlagen: ja, sofern keine Gasfackel	ja	ja
<b>stationär installierte Gasfackel</b>	bei grossen Anlagen: ja (oder redundanter Zweitverbraucher) bei kleinen Anlagen: nein, falls Lagerkapazität erfüllt (falls keine stationäre Gasfackel: Anschlussflansch und Standplatz für mobile Notfackel vorsehen und bewilligen lassen)	ja (oder redundanter Zweitverbraucher)	ja (oder redundanter Zweitverbraucher)
<b>mit autom. Anspringen</b>	nein	bei grossen Anlagen: ja bei kleinen Anlagen: nein	bei grossen Anlagen: ja bei kleinen Anlagen: nein
<b>Betriebsstundenzähler Fackel</b>	bei grossen Anlagen: ja (Fackelbetrieb möglichst $< 100 \text{ h/a}$ ) bei kleinen Anlagen: nein	ja (Fackelbetrieb möglichst $< 100 \text{ h/a}$ )	ja (Fackelbetrieb möglichst $< 100 \text{ h/a}$ )
<b>Blockheizkraftwerk (BHKW)</b>	gemäss LRV-Vorgaben	gemäss LRV-Vorgaben	gemäss LRV-Vorgaben
<b>Anforderungen an Methanschlupf bei Gasaufbereitung</b>	Methanemissionen bei Gasaufbereitung: Bei Membrantechnologie max. 0.5% (bezogen auf das Methan im Rohbiogas), bei grossen Anlagen zu prüfen max. 0.2 %. Bei Aminwäsche können Werte $< 0.1 \%$ erreicht werden.	Methanemissionen bei Gasaufbereitung: Bei Membrantechnologie max. 0.5% (bezogen auf das Methan im Rohbiogas), bei grossen Anlagen zu prüfen max. 0.2 %. Bei Aminwäsche können Werte $< 0.1 \%$ erreicht werden.	Methanemissionen bei Gasaufbereitung: Bei Membrantechnologie max. 0.5% (bezogen auf das Methan im Rohbiogas), bei grossen Anlagen zu prüfen max. 0.2 %. Bei Aminwäsche können Werte $< 0.1 \%$ erreicht werden.

<b>Vollzugsblätter Emissionsüberwachung</b> <b>Biogasanlagen</b>	<b>Cercl'Air</b> Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute
---	--

<b>Emissionsbegrenzungen nach Anlagetypen</b>	<b>rein landwirtschaftliche Anlage</b>	<b>Co-Vergärung in der Landwirtschaft</b>	<b>industrielle Vergärung</b>
<b>Separierung der Gärreste</b>	Falls technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar, oder falls aufgrund übermässiger Geruchimmissionen notwendig: Einhausung und Abluftreinigung (betr. Geruch und wenn möglich auch Ammoniak). Der flüssige Teil ist über eine Rohrleitung einem geschlossenen Behälter zuzuführen.	Falls technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar, oder falls aufgrund übermässiger Geruchimmissionen notwendig: Einhausung und Abluftreinigung (betr. Geruch und wenn möglich auch Ammoniak). Der flüssige Teil ist über eine Rohrleitung einem geschlossenen Behälter zuzuführen.	Falls technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar, oder falls aufgrund übermässiger Geruchimmissionen notwendig: Einhausung und Abluftreinigung (betr. Geruch und wenn möglich auch Ammoniak). Der flüssige Teil ist über eine Rohrleitung einem geschlossenen Behälter zuzuführen.
<b>Emissionsbegrenzungen Ammoniak</b> (Verschärfte Emissionsbegrenzung nach Art. 5, nicht im Rahmen der Vorsorge anwendbar)	bei Nähe zu Naturschutzzonen und Wald: Abschätzung der Ammoniakemissionen verlangen und CLE und CLO anwenden (Eintrag der Anlage allein darf nicht übermässig sein). Falls übermässig, so müssen Massnahmen zur Minderung getroffen werden (saurer Wäscher, etc).	bei Nähe zu Naturschutzzonen und Wald: Abschätzung der Ammoniakemissionen verlangen und CLE und CLO anwenden (Eintrag der Anlage allein darf nicht übermässig sein). Falls übermässig, so müssen Massnahmen zur Minderung getroffen werden (saurer Wäscher, etc).	bei Nähe zu Naturschutzzonen und Wald: Abschätzung der Ammoniakemissionen verlangen und CLE und CLO anwenden (Eintrag der Anlage allein darf nicht übermässig sein). Falls übermässig, so müssen Massnahmen zur Minderung getroffen werden (saurer Wäscher, etc).
<b>Ausbringen der Gärgülle</b>	Gärgülle muss mit emissionsarmen Verfahren wie z.B. Schleppschlauch ausgebracht werden. Der Abgeber von Gärgülle ist für die Einhaltung dieser Auflage verantwortlich.	Gärgülle muss mit emissionsarmen Verfahren wie z.B. Schleppschlauch ausgebracht werden. Der Abgeber von Gärgülle ist für die Einhaltung dieser Auflage verantwortlich.	Gärgülle muss mit emissionsarmen Verfahren wie z.B. Schleppschlauch ausgebracht werden. Der Abgeber von Gärgülle ist für die Einhaltung dieser Auflage verantwortlich.
<b>Dieselmotoren</b>		(Vorgaben gemäss Anhang 4 Ziffer 4 LRV)	Vorgaben gemäss Anhang 4 Ziffer 4 LRV