



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

Schlussbericht 18. Oktober 2013

---

# Geruchsquellen bei Biogasanlagen

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Biomasse und Holzenergie  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Auftragnehmer:**

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART  
Forschungsgruppe Bau, Tier und Arbeit  
PD Dr. habil. Matthias Schick  
Tänikon 1  
CH-8356 Ettenhausen  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

**Autoren:**

Dr. Margret Keck, [margret.keck@agroscope.admin.ch](mailto:margret.keck@agroscope.admin.ch)  
Dr. Sabine Schrade, [sabine.schrade@agroscope.admin.ch](mailto:sabine.schrade@agroscope.admin.ch)  
Matthias Frei  
Markus Keller  
Katharina Weber  
Kerstin Mager

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

**BFE-Bereichsleiter:** Dr. Sandra Hermle

**BFE-Programmleiter:** Dr. Sandra Hermle

**BFE-Vertrags- und Projektnummer:** 154356 / 103306

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren/innen dieses Berichts verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>9</b>
1.1. Problemstellung.....	9
1.2. Ziele.....	9
<b>2. Kenntnisstand</b> .....	<b>11</b>
2.1. Geruchsstoffkonzentrationen.....	11
2.2. Empfehlungen zur Geruchsminderung.....	14
<b>3. Situationsanalyse bei Anlagenbetreibern in der Schweiz</b> .....	<b>21</b>
3.1. Vorgehen bei der Befragung.....	21
3.1.1. Fragebogen.....	21
3.1.2. Durchführung.....	21
3.1.3. Auswertung.....	21
3.2. Ergebnisse.....	22
3.2.1. Allgemeine Betriebsdaten, Anlagenkomponenten und Verfahrenstechnik.....	22
3.2.2. Substrate, Gärrest und deren Lagerung.....	23
3.2.3. Tierhaltung.....	27
3.2.4. Standorte der Betriebe und Erfahrungen der Landwirte mit der Geruchsthematik.....	28
3.3. Folgerungen.....	30
<b>4. Geruchsstoffkonzentration von Einzelquellen landwirtschaftlicher Betriebe mit Biogasanlagen</b> .....	<b>31</b>
4.1. Vorgehen.....	31
4.1.1. Betriebsübersicht.....	31
4.1.2. Ablauf der Erhebungen.....	34
4.1.3. Beschreibende Parameter.....	34
4.1.4. Probenahme.....	35
4.1.5. Olfaktometrie.....	35
4.2. Ergebnisse.....	36
4.2.1. Beschreibende Parameter.....	36
4.2.2. Geruchsstoffkonzentration.....	37
4.3. Diskussion.....	42
<b>5. Berechnung der erforderlichen Mindestabstände für den Bereich Tierhaltung</b> .....	<b>44</b>
5.1. Vorgehen.....	44
5.2. Ergebnisse, Diskussion und Folgerungen.....	44
<b>6. Geruchswahrnehmung des Gesamtbetriebs bei Fahnenbegehungen</b> .....	<b>46</b>
6.1. Vorgehen.....	46
6.1.1. Geruchsfahnenbegehungen.....	47
6.1.2. Beschreibende Parameter.....	49
6.1.3. Datenaufbereitung und -auswertung.....	49
6.2. Ergebnisse.....	50
6.2.1. Beschreibende Parameter.....	50
6.2.2. Geruchswahrnehmung.....	53
6.3. Diskussion und Folgerungen.....	60
6.3.1. Methodisches Vorgehen.....	60
6.3.2. Ergebnisse.....	61
<b>7. Ausblick, Forschungsbedarf und Empfehlungen</b> .....	<b>64</b>
7.1. Ausblick.....	64
7.2. Forschungsbedarf.....	64
7.3. Empfehlungen für die Praxis.....	64
<b>8. Zusammenfassung</b> .....	<b>66</b>
<b>9. Literatur</b> .....	<b>68</b>
<b>10. Anhang</b> .....	<b>70</b>

## Abstract (D)

Landwirtschaftliche Biogasanlagen in der Schweiz sind meist auf Betrieben mit Tierhaltung ergänzt. Anlagen in der Nähe von Wohngebieten können zu Geruchsklagen von Anwohnern führen.

Ziel dieser Untersuchung war, die Geruchsstoffkonzentration relevanter Flächenquellen von Biogasanlagen zu quantifizieren. Die Geruchsimmissionen sind mittels Fahnenbegehungen mit Testpersonen bei Betrieben mit Biogasanlage und Tierhaltung untersucht. Hinweise zur Geruchsminderung sind aufgezeigt.

Eine Befragung bei 38 Anlagenbetreibern in der Schweiz zeigte eine grosse Heterogenität bei Anlagen- und Verfahrenstechnik sowie bei Substraten. Zu den Flächenquellen im Bereich der Biogasanlage zählen Substrat- und Gärrestlager. Aus der Tierhaltung kommen als Geruchsquellen emittierende Stall- und Auslaufflächen, Futter- und Hofdüngerlager hinzu.

Auf acht Betrieben mit landwirtschaftlichen Biogasanlagen und Tierhaltung erfolgten Erhebungen an 25 Tagen. Die Geruchsstoffkonzentration von Flächenquellen wurde am Olfaktometer mit Testpersonen bestimmt. Zu den geruchsintensiven Quellen zählten Festmist von Geflügel, Rind und Pferd, Rasenschnitt, Gemüserüstabfälle, Sickersaft, Gärrest und Biogas.

An denselben Erhebungsterminen erfolgten immissionsseitig Geruchsfahnenbegehungen des Gesamtbetriebs. Sechs Testpersonen in verschiedenen Distanzen zum geruchsgewichteten Flächenschwerpunkt registrierten in 10-Sekunden-Intervallen ihre Geruchswahrnehmung. Als signifikante Einflussgrössen auf die immissionsseitige Wahrnehmung der Geruchsintensitäten resultierte in einem linearen Gemischte-Effekte-Modell die Distanz, die Windgeschwindigkeit und die Anströmsituation. Weiter wirkten Situationen mit Austritt von Biogas erhöhend. Biogasgeruch wurde von den Testpersonen als eindeutig unangenehm eingestuft.

Die Integration der Ergebnisse der Geruchsstoffkonzentrationen von Einzelquellen und der Abklingkurven aus Fahnenbegehungen bei Betrieben mit Tierhaltung und Biogasanlage in die «Empfehlungen Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen» ist erforderlich, damit belastbare Entscheidungsgrundlagen vorliegen und bereits in der Planungsphase eine Betrachtung der Gesamtanlage möglich wird. Bei der Standortwahl sind Abstände zu bewohnten Zonen ausreichend zu bemessen. Dabei sind spezielle Ausbreitungssituationen wie Kaltluftabfluss oder Talwind zu berücksichtigen.

Zur Geruchsminderung ist vor allem bei geruchsintensiven Flächenquellen anzusetzen. Emittierende Oberflächen sollten möglichst gering gehalten werden. Bei geruchsintensiven Substraten empfiehlt sich ein Vermischen mit weniger geruchsintensiven Substraten oder Abdecken. Um den Austritt von Biogas zu vermeiden, ist bei Prozessoptimierung und Wartung anzusetzen.

## Abstract (F)

Les installations de biogaz agricoles en Suisse sont souvent venues compléter des exploitations de production animale. Les installations situées à proximité des zones d'habitation peuvent entraîner des plaintes de la part des riverains pour nuisances olfactives.

La présente étude avait pour objectif de quantifier la concentration d'odeurs dans les principales surfaces d'émissions des installations de biogaz. La dispersion du panache des immissions est examinée par des testeurs qui se rendent dans les exploitations avec installations de biogaz et de détention animale. Des indications sont fournies en vue de réduire les odeurs.

Une enquête réalisée auprès de 38 exploitants de ce type d'installations en Suisse a montré une grande hétérogénéité de la technique des installations, des méthodes et aussi des substrats. Dans le périmètre de l'installation de biogaz, les surfaces d'émission sont le stock de substrats et de résidus de fermentation. Les principales sources d'émissions en production animale sont les surfaces de l'étable et de l'aire d'exercice extérieure ainsi que les stocks de fourrage et d'engrais de ferme.

Les relevés ont été effectués pendant 25 jours dans huit exploitations avec des installations de biogaz agricoles et de production animale. La concentration d'odeurs des surfaces émettrices a été déterminée à l'olfactomètre par des testeurs. Les sources dégageant les odeurs les plus intenses étaient les fientes de volaille, le fumier de bovins et le crottin de cheval, les coupes de gazons, les déchets de parage de légumes, le jus et les résidus de fermentation ainsi que le biogaz.

Aux mêmes dates de relevés, l'ensemble de l'exploitation a été parcourue par des testeurs qui ont examiné la dispersion du panache des immissions. Six testeurs à différentes distances du point de référence par rapport à l'odeur et à la surface ont enregistré leur perception des odeurs à dix secondes d'intervalle. Un modèle linéaire à effets mixtes a indiqué que les grandeurs qui influençaient significativement la perception de l'intensité des odeurs étaient la distance, la vitesse du vent et la situation du flux entrant. Enfin, les émanations de biogaz intensifiaient la situation. L'odeur du biogaz a été classée comme clairement désagréable par les testeurs.

Il est nécessaire d'intégrer les résultats des concentrations d'odeurs émanant des sources uniques et les gradients de décroissance tracés à partir des relevés de panache dans les exploitations avec production animale et installation de biogaz dans la recommandation «Distances minimales à observer pour les installations d'élevage». Ceci permettra d'avoir des bases de décision solides et de pouvoir prendre en compte l'ensemble de l'installation dès la phase de projet. Lors du choix du site, les distances par rapport aux zones d'habitation doivent être suffisamment mesurées. Les mesures doivent également tenir compte des situations spéciales pour la propagation comme les flux d'air froid ou le vent de vallée.

Pour réduire les odeurs, il faut avant tout agir sur les surfaces d'émission qui dégagent les odeurs les plus intenses. Il est important de minimiser la superficie des surfaces émettrices. Lorsque les substrats utilisés ont une odeur très intense, il est recommandé de les mélanger avec des substrats dont l'odeur est moins intense ou de les couvrir. Pour éviter le dégagement de biogaz, il est essentiel d'optimiser les processus et de l'entretenir.

## Abstract (E)

Agricultural biogas facilities in Switzerland generally complement livestock farms. Facilities in the vicinity of residential areas can lead to complaints from residents about odours.

The aim of this study was to quantify the odour concentration of relevant area sources of biogas facilities. The odour impact was investigated using field plume inspections by assessors on livestock farms with a biogas facility. Pointers to odour reduction were identified.

A survey of 38 facility operators in Switzerland revealed very heterogeneous plant and process technology as well as a wide diversity of substrates. Area sources in the biogas plant zone included storage facilities of substrates and fermentation residues. Additional odour sources from animal farming were emissions from stable and outdoor exercise areas, feed and manure stores.

Investigations were carried out on 25 days on eight livestock farms with agricultural biogas facilities. The odour concentration of area sources was determined at the olfactometer by assessors. Odour-intensive sources included solid poultry, cattle and horse manure, grass cuttings, vegetable waste, effluent, fermentation residues and biogas.

Field plume inspections in the ambient air of the farm as a whole were carried out on the same survey dates. Six assessors at various distances from the odour- and surface-weighted reference point registered their odour perception at 10-second intervals. In a linear mixed effects model the significant influencing variables on the perception of odour intensity in ambient air turned out to be distance, wind speed and inflow situation. Biogas leakage situations further increased the effect. Biogas odour was rated as definitely unpleasant by the assessors.

It is essential to incorporate the results of odour concentrations from individual sources and of decay curves from plume inspections on livestock farms with biogas facilities into the «Recommendations for minimum distances from animal housing systems» so as to provide a solid basis for decision-making and enable the facility to be considered as a whole even in the planning phase. Allowance should be made for sufficient distances to residential areas when selecting a site, with special dispersion situations such as cold air flow or valley wind being factored in.

The very first step in odour reduction should be to tackle odour-intensive area sources. Emitting surfaces should be kept to a minimum. It is recommended that odour-intensive substrates should be mixed with less odour-intensive substrates or covered. Process optimisation and maintenance should be addressed in order to prevent biogas leakage.