

Geruchsemissionsmodell für Biogasanlagen

BFE-Tagung «Biomasseforschung in der Schweiz»
Ittingen, 3. November 2011

Holger Frantz



Was Sie erwartet

- Das Forschungsprojekt
 - **Ziel**
 - **Beteiligte**
 - **Vorgehen**
- Die Ergebnisse
 - **Emissionsmodell**
 - **Software**

Forschungsprojekt

„Messung von Geruchsemissionen und Entwicklung eines Geruchsemissionsmodells für Biogasanlagen“

Im Auftrag des
Bundesamts für Energie BFE

Co-Finanzierung durch
BAFU, AG, SG, TG, ZH



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Ziel des Projekts

- **Abschätzung** der Geruchsemissionen einer Biogasanlage im Genehmigungsfall
- **Wirkungsabschätzung** von Massnahmen zur Geruchsminderung
- **Planung** von Biogasanlagen hinsichtlich geruchsmindernder Massnahmen

→ Erleichterung des Vollzugs

Entwicklung eines Modells

- für Geruchsstoff-Emissionen
- für landwirtschaftliche Biogasanlagen
- in der Schweiz
- in Screening-Qualität
- für frühes Stadium der Anlagenplanung, d.h. wenn nur wenige Daten vorliegen
- die Ergebnisse im Sinne einer Abschätzung eher konservativ



Beteiligte Stellen

Ernst **Basler + Partner** AG

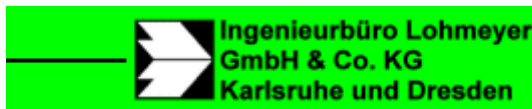
Holger Frantz, Reto Steiner

- Gesamtleitung
- Emissionsmodellierung



Prof. Dr. J.-M. Stoll, Josef Hunkeler

- Geruchsmessungen, Olfaktometrie



Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Christine Sörgel, Dr.-Ing. Thomas Flassak

- Emissionsmodellierung
- Softwareerstellung

Vorgehen

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| Phase 1 | Erstellung Messpflichtenheft |
| Phase 2 | Durchführung Messungen |
| Phase 3 | Erstellung Geruchsemissionsmodell |
| Phase 4 | Softwareentwicklung |

Projektdauer: Okt. 2009 bis Dez. 2011

Ergebnisse

- Emissionsmodell
- Software

Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Umwelt BAFU, Kantone Aargau, St. Gallen, Thurgau und Zürich

Messung von Geruchsemissionen und Entwicklung eines Geruchsemissionsmodells für Biogasanlagen

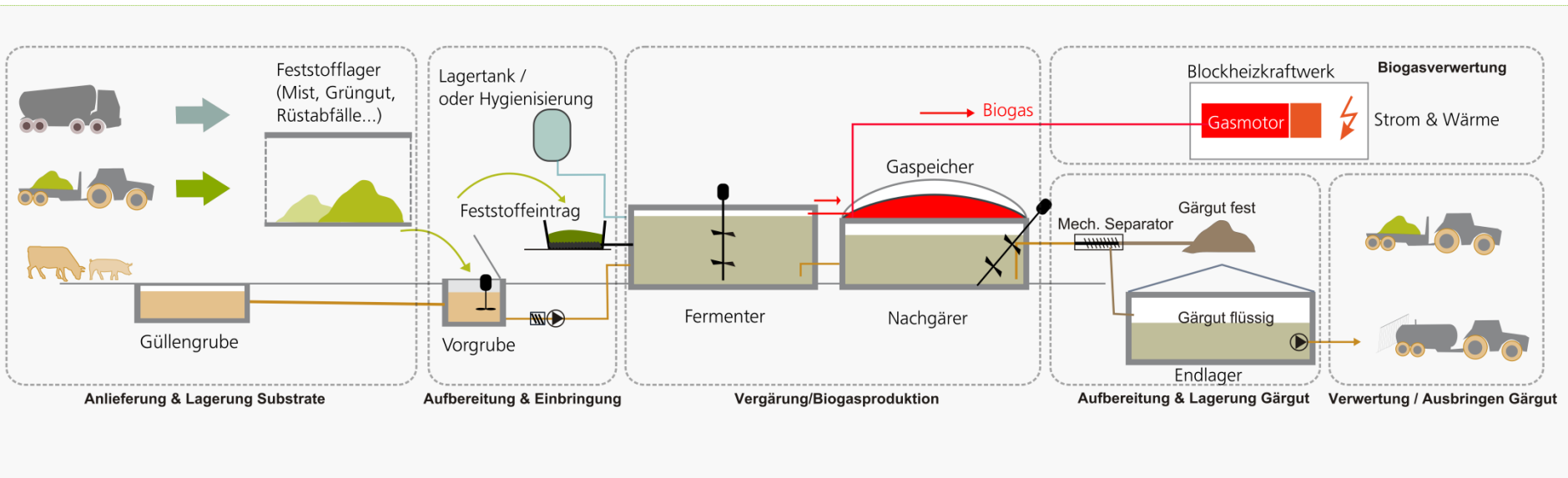
Etappe 3: Geruchsemissionsmodell für Biogasanlagen, Stand 30. Juni 2011



Ernst Basler + Partner.

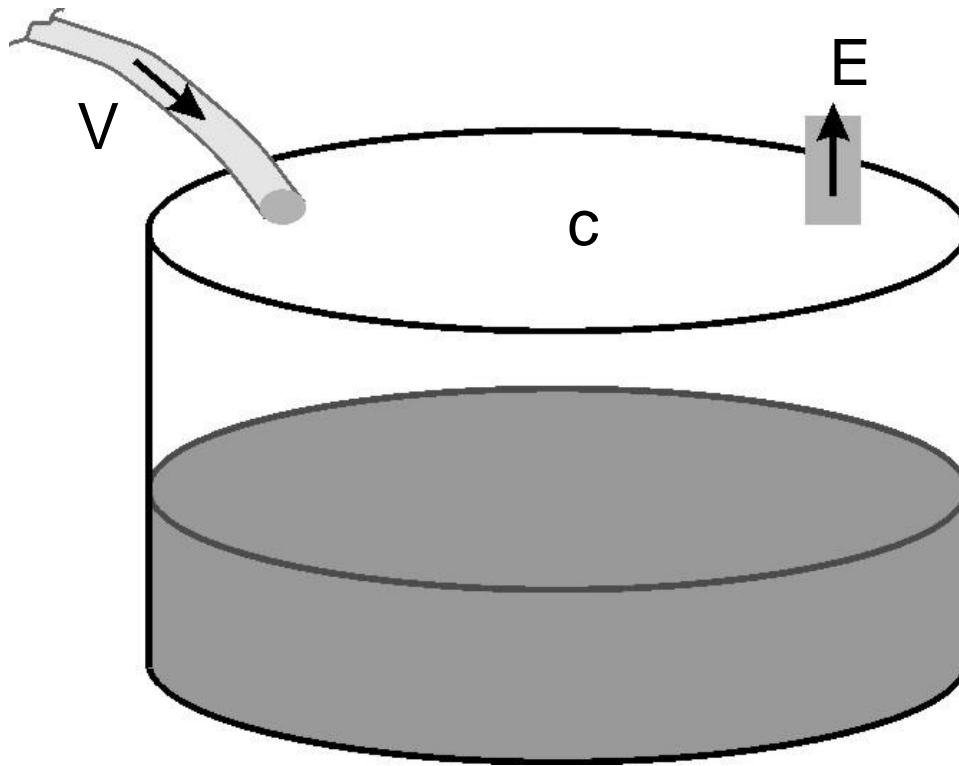
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsysteme

Verfahrensschritte einer Biogasanlage



Verdrängungsemissionen

$$\text{Emissionsmassenstrom } E \text{ [GE/h]} = c \text{ [GE/m}^3\text{]} \times V \text{ [m}^3\text{/h]}$$

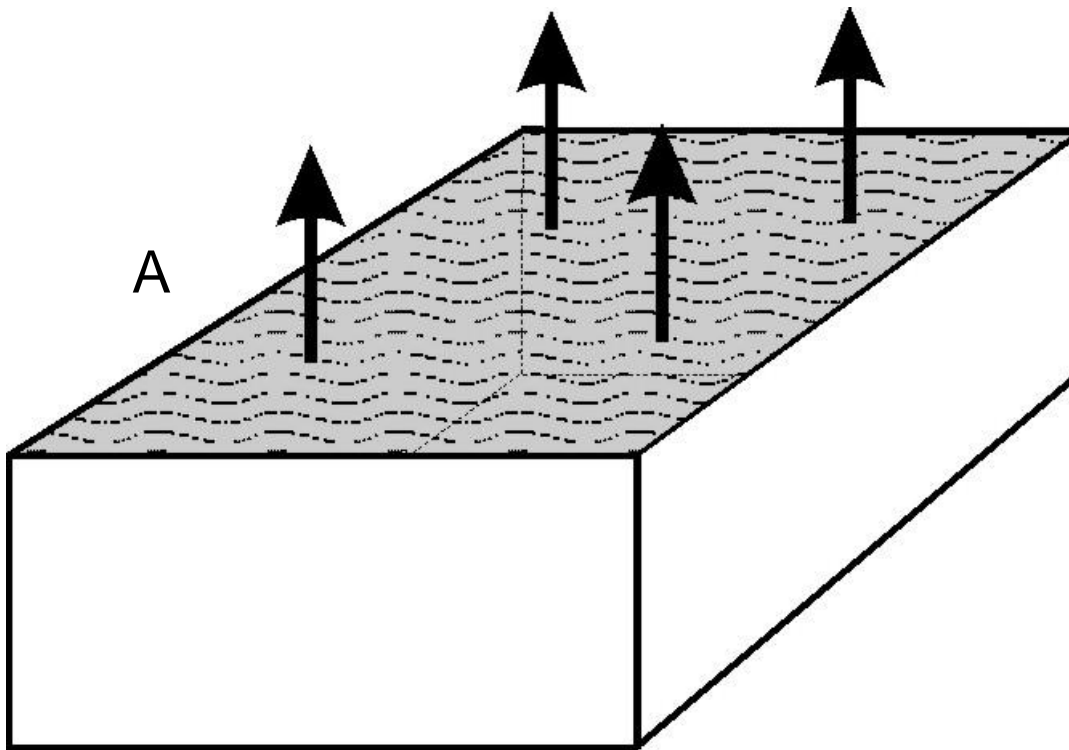


z.B. beim Befüllen von

- geschl. Güllegrube
- Vorgrube
- geschl. Gärgutendlager
- Güllefässer

Flächenemissionen

Emissionsmassenstrom E [GE/h] = EFA [GE/(m² s)] x A [m²] x 3600 [s/h]

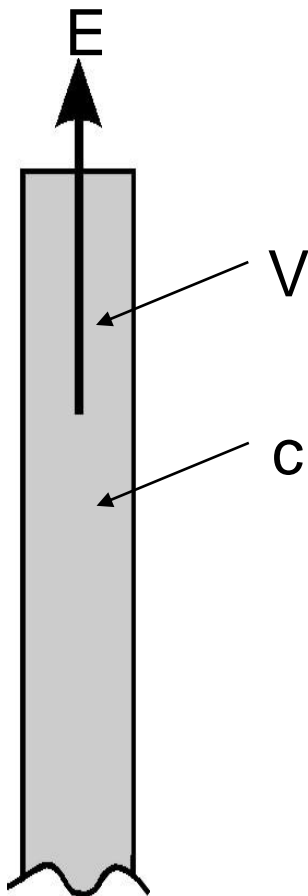


z.B.

- offenes Güllelager
- Halden/Lager
- Feststoffeintrag
- Kompostmieten

Aktive Punktquelle

$$\text{Emissionsmassenstrom } E \text{ [GE/h]} = c \text{ [GE/m}^3\text{]} \times V \text{ [m}^3\text{/h]}$$



z.B.

- BHKW-Abgas

Diffuse Emissionen

Emissionsmassenstrom E [GE/h] = E [GE/h] x 10%



z.B.

- Anlieferung/Lagerung Substrate
- Einbringung in Anlage

Beispiel Geschlossene Güllegrube

Durchschnittliche Emission

$$E_{\text{jährlich}}[GE/a] = \frac{c_1[GE/m^3] \cdot x_{\text{Gülle}}[t/a]}{\rho_{\text{Gülle}}[t/m^3]}$$

$$E_{\text{stündlich}}[GE/h] = \frac{c_1[GE/m^3] \cdot x_{\text{Gülle}}[t/a]}{\rho_{\text{Gülle}}[t/m^3] \cdot 365[d/a] \cdot 24[h/d]}$$

Emission in y Stunden pro Tag

$$E_{\text{stündlich}}[GE/h] = \frac{c_1[GE/m^3]}{\rho_{\text{Gülle}}[t/m^3] \cdot 365} \cdot \frac{x_{\text{Gülle}}[t/a]}{y[h/d]}$$



Beispiel Co-Substratlager

Emissionen Lageroberfläche

für $365 \times (24 - 4n)$ h

$$E_{\text{stündlich}} [\text{GE/h}] = efa_i [\text{GE}/(\text{m}^2 \text{s})] \cdot B_i [\text{m}^2] \cdot 3600 [\text{s/h}]$$

für $365 \times 4n$ h

$$E_{\text{stündlich}} [\text{GE/h}] = efa_i [\text{GE}/(\text{m}^2 \text{s})] \cdot (B_i - D_i) [\text{m}^2] \cdot 3600 [\text{s/h}]$$



Emissionen frische Lageroberfläche

für $365 \times 4n$ h

$$E_{\text{stündlich}} [\text{GE/h}] = efa_i [\text{GE}/(\text{m}^2 \text{s})] \cdot m_i \cdot D_i [\text{m}^2] \cdot 3600 [\text{s/h}]$$

B: Lageroberfläche

D: frische Lageroberfläche

n: Beschickungen pro Tag

Beispiel BHKW-Abgas

Daueremissionen über das ganze Jahr (8760 h)

$$E_{\text{stündlich}} [\text{GE/h}] = c_i [\text{GE/m}^3] \cdot F [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{kW})] \cdot P_{el} [\text{kW}]$$

Faktor F^*

$$F = 6 [\text{m}^3 / (\text{h} \cdot \text{kW})]$$



* Bestimmt aus «Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Sachsen; Gerüche aus Abgasen bei Biogas-BHKW; Heft 35/2008»

Minderungs-/Verstärkungsfaktoren

- Güllelagerschwimmdecke $m=(1-0.7)$
- Abdeckung Lager mit Folien $m=1/3$
- Vliesabdeckung Feststoffeintrag $m=1/3$
- Rührvorgänge Gülle $m=3$
- Frische Oberfläche Co-Substrate $m=2, 3, 5, 10$



Softwarevorstellung

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

Fragen?



Berücksichtigte Einsatzstoffe

Einsatzstoff Nr.	Gruppe	Einsatzstoff
1	Hofdünger	Schweinegülle
2	Hofdünger	Rindergülle
3	Hofdünger	Mischgülle
4	Hofdünger	Schweinemist
5	Hofdünger	Rinderfestmist
6	Hofdünger	Hühnermist
7	Co-Substrat	Fruchtabfälle
8	Co-Substrat	Gemüse- und Rüstabfälle
9	Co-Substrat	Getreideabgang
10	Co-Substrat	Getreideganzpflanzensilage
11	Co-Substrat	Getreidekörner
12	Co-Substrat	Gewürztreber
13	Co-Substrat	Grassilage
14	Co-Substrat	Grüngut und Rasenschnitt
15	Co-Substrat	Kaffeesatz
16	Co-Substrat	Maissilage
17	Co-Substrat	Panseninhalt

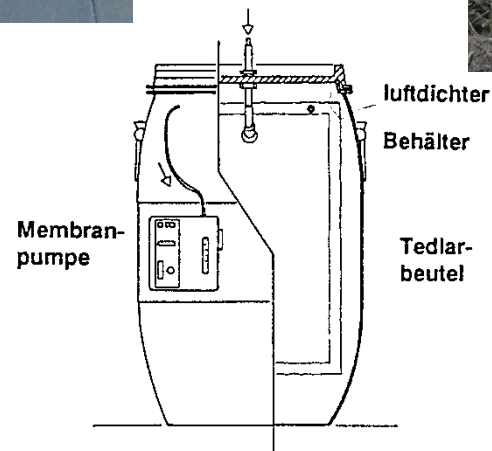
Von der Konzentration zur Emission (VDI 3880)

$$\begin{aligned}\text{Vol.-strom}_{\text{Haube}} &= \text{Fläche}_{\text{Zuluft/Abluft}} \times \text{Geschwindigkeit}_{\text{Zuluft/Abluft}} \\ &= 0.01 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m/s} = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

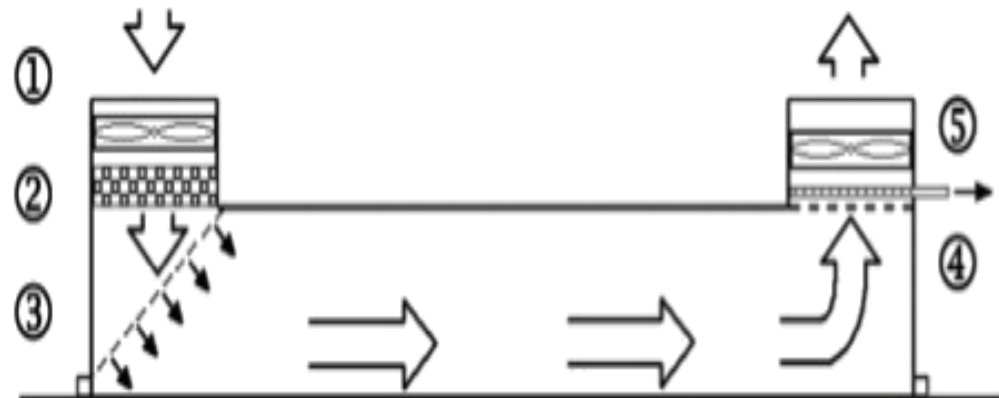
$$\begin{aligned}\text{Geschwindigkeit}_{\text{Haube}} &= \text{Vol.-strom}_{\text{Haube}} / \text{Fläche}_{\text{Haube}_{\text{senkr.}}} \\ &= 0.005 \text{ m}^3/\text{s} / (0.15 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 0.067 \text{ m/s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{EFA} &= \text{Geruchskonzentration} \times \text{Vol.-strom}_{\text{Haube}} / \text{Fläche}_{\text{Haube}} \\ &= 20'000 \text{ GE/m}^3 \times 0.005 \text{ m}^3/\text{s} / 0.25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Olfaktometrie: Probenahme aktiver Geruchsquellen



Olfaktometrie: Probenahme passiver Geruchsquellen



Olfaktometrie: Bestimmung der Geruchsschwelle

- Proben werden in geruchsneutralen Säcken eingefangen
- Messung mit 8 Probanden am Olfaktometer
- Gerüche werden mit aufsteigender Konzentration dargeboten
- Entscheid: Geruch ja oder nein
- Wechsel von nicht wahrnehmbar zu wahrnehmbar
-> Geruchsschwelle
- Verdünnung wird umgerechnet in GE/m^3



Olfaktometrie: Internationale Standardisierung

- Messung mit Versuchspersonen ist naturgemäss grossen Streuungen unterworfen
- Standardisierung gemäss Norm DIN EN 13725
- Vergleichsmessungen von Standardgerüchen in Ringversuchen
- Probandentraining

