

**22. Gemeinsame Tagung der Amtsärzte und Amtstierärzte
Schlemmin, den 25. Juni 2014**

Gesundheitsgefahren durch Biogasanlagen aus humanmedizinischer Sicht

Dr. med. Gerhard Hauk

Inhalt

- 1. Funktionsprinzip einer Biogasanlage
- 2. Gesetzlichkeiten/Zuständigkeiten
- 3. „Gesundheitsgefahren“



Quelle: [Martina Nolte](#) - Eigenes Werk



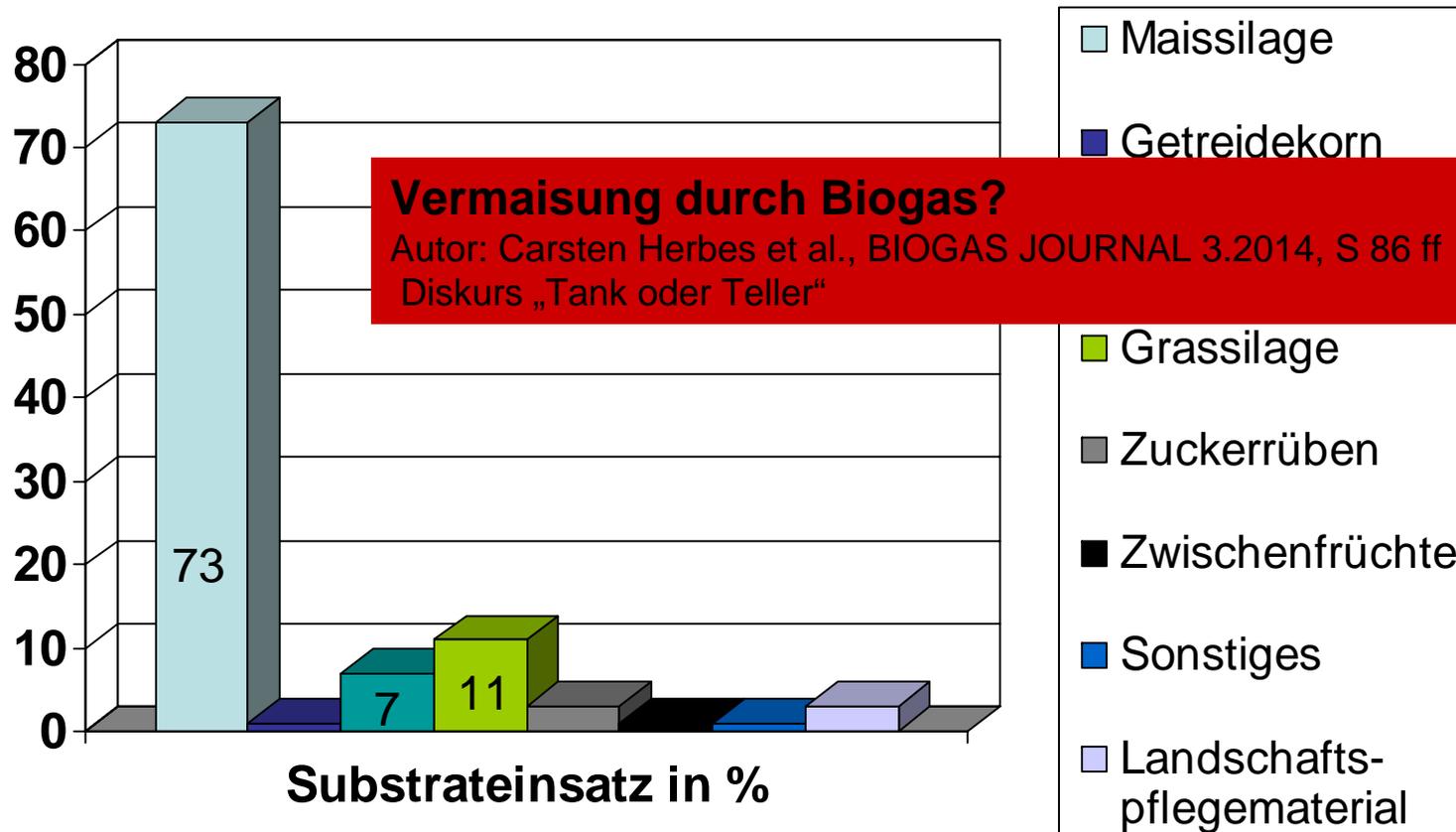
Quelle: [Axel Hindemith](#) - Eigenes Werk
Halde mit Biomasse einer Biogasanlage bei Hannover

Funktionsprinzip einer Biogasanlage

- Erzeugung von **Biogas** durch Vergärung von Biomasse/Substrat
- Anaerober mikrobieller Abbau von
 - ⇒ nachwachsenden Rohstoffen (Nawaro)
 - ⇒ Rückstände aus der Tierhaltung
 - ⇒ biogene Abfälle
- Mikrobielle Prozesse
 1. Hydrolyse
 2. Versäuerungsphase (Acidogenese)
 3. Essigbildende Phase (Acetogenese)
 4. Methanbildende Phase (Methanogenese)

Massebezogener Substrateinsatz von NawaRo in Biogasanlagen

(Quelle: DBFZ Betreiberumfrage 2013, FNR 2013)



Vergleich von Biogasrohstoffen (Quelle: FNR)

Material	Biogasertrag [m ³ /Tonne Frischmasse]	Methangehalt [%]
Maissilage	202	52
Grassilage	172	54
Getreidesilage (Roggen)	163	
Futtermübe	111	
Bioabfall		
Hühnermist		60
		72
	60	60
	45	60
Schweinegülle	28	65
Rindergülle	25	60

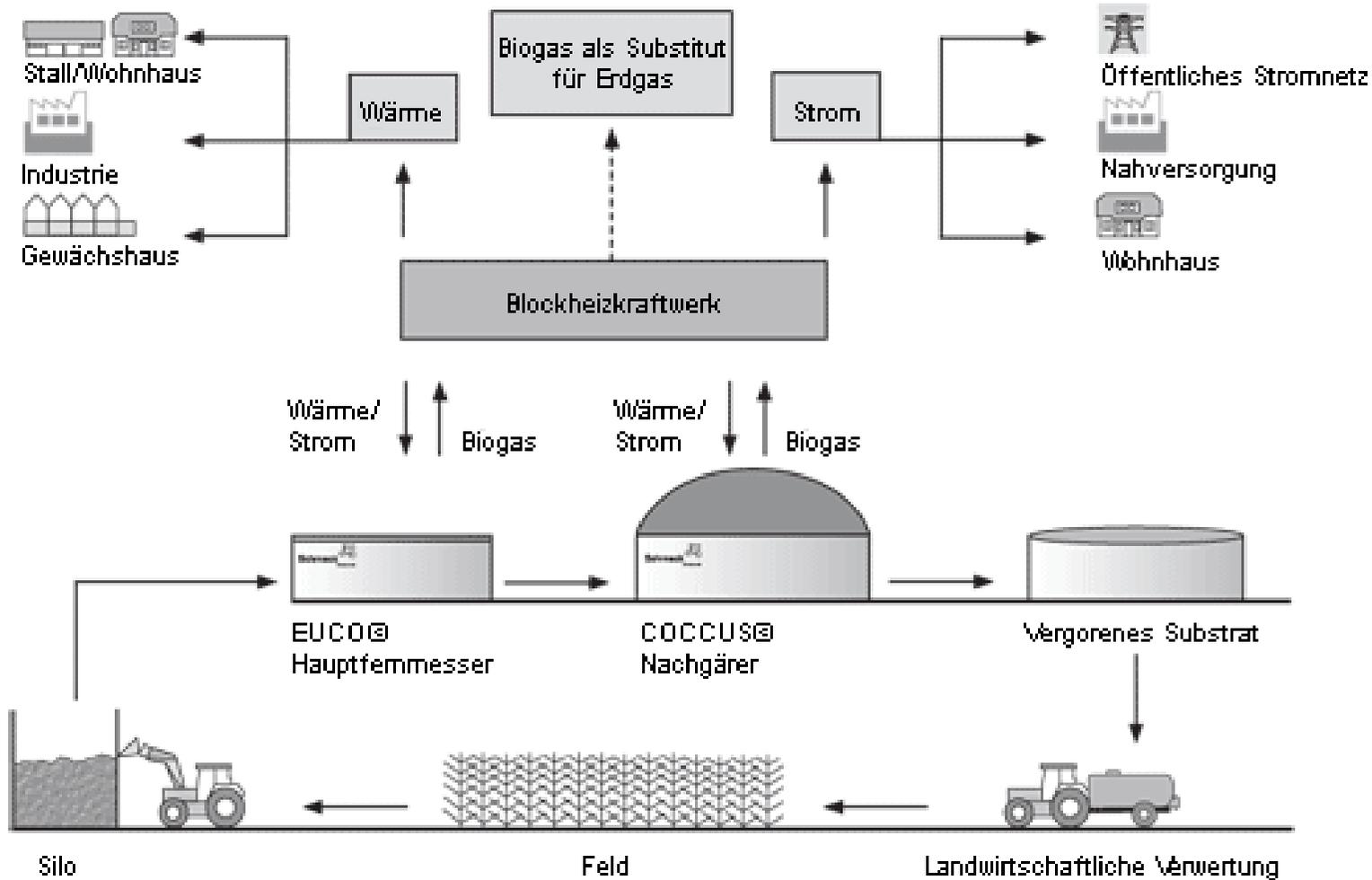
VG Oldenburg 5. Kammer v. 06.05.2013:
 Futtermais mit grenzwertüberschreitendem Aflatoxin-B1-Gehalt unterliegt dem
 Abfallrecht!
 Verwertung als Biomasse zur Energiegewinnung etc. in Biogasanlagen verboten!

Funktionsprinzip einer Biogasanlage

- **Hauptprodukte** des anaeroben Abbaus
 - a) \Rightarrow Biogas [Methan (CH_4) und Kohlendioxid (CO_2)]
 - b) \Rightarrow Gärsubstrat

- Nassfermentation
- Trockenfermentation

- **Verwendung**
 - aa) Blockheizkraftwerk (BHKW); dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung
 - ab) Biomethan (Aufbereitung zu Bioerdgas)
 - Netzeinspeisung, Kraftstoff, BHKW
 - b) Düngemittel (weniger aggressiv)



Quelle: <http://www.regas-regensburg.de/pages/hintergrund.htm>

„Leitfaden“ für Biogasanlagen in Mecklenburg- Vorpommern

- **Hinweise zur Genehmigung und Überwachung von Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern**

Anforderungen zur Vermeidung und Verminderung von Gerüchen, Lärm und sonstigen Emissionen, Vorsorge vor sonstigen Gefahren, Zuständigkeiten

Erlass des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus vom 30.09.2009, zuletzt geändert am 20.12.2013

Rechtsgrundlagen ⇒ drei DIN A4-Seiten

- **Abfallrecht** (AbfBodSchZV, AbfLwZustLVO M-V, AVV, BioAbfV, KrW-/AbfG)
- **Baurecht** (BauGB, BauNVO, LBauO M-V)
- **Boden** (BBodSchG, BBodSchV, LwBodSchZustLVO M-V)
- **Immission** (BImSchG, 4./9./12. BImSchV, TA Luft, TA Lärm, GIRL M-V)
- **Chemikalien** (ChemG, ChemG ZustV, DüMG, DüMV, DüV, DüngemZustVO M-V, GefStoffV, GasHDrLtgV)
- **Energie** (EEG, EnWG)
- **Tierneben-
produktrecht** (TierNebG, TierNebV, TierNebZustVO M-V)
- **Sicherheit** (BetrSichV, VAwS [AnlagenVO])
- **UVPG**
- **EU-Recht** (VO Nr. 1774/2002, Nr. 810/2003)

- unterrepräsentiert: **Wasserrecht; Arbeitsschutz** und **Gerätesicherheitsrecht**

Genehmigungsverfahren – **zu beteiligende Behörden**

- der **Landrat** als untere Behörde
Bauaufsichtsbehörde, Denkmalbehörde, Immissionsschutzbehörde, Wasserbehörde, Naturschutzbehörde, Abfallbehörde, Veterinärbehörde, Gesundheitsbehörde, Straßenverkehrsbehörde
- die **Gemeinde** als Bauplanungsbehörde
- **LAGuS**
- **Amt für Landwirtschaft**
- Landwirtsch. Fachbehörde (Gärrest Verwendung als Dünger außerhalb des eigenen Betriebes)
- **LALLF** (Verwendung von tierischen Nebenprodukten)
- **StAUN** als Abfall-, Wasser- und Bodenschutzbehörde
- **LUNG** (Landesamt f. Umwelt, Naturschutz u. Geologie) als Artenschutzbehörde
- **Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus MV**
(falls Biogas ins öffentliche Netz eingespeist wird)

4.1 Allgemeine Anforderungen

Mindestabstände zur nächstgelegenen Wohnbebauung für Gärbehälter, Gasspeicher und Gasaufbereitungsanlagen

- Anlagen mit einer **FWL* < 1MW** oder einer produzierten Jahresmenge an Biogas < 1,2 Mio. m³: **100 m**
- Anlagen mit einer **FWL 1 - 2 MW** oder einer produzierten Jahresmenge an Biogas von 1,2 – 2,3 Mio. m³: **150 m**
- Anlagen mit einer **FWL > 2 MW** oder einer produzierten Jahresmenge an Biogas von mehr als 2,3 Mio. Kubikmeter: **300 m**

* **FWL = Feuerungswärmeleistung**

4.1 Allgemeine Anforderungen

3) Gülle- und Gärrestelager sind hinsichtlich der bautechnischen Anforderungen gleichgestellt. Sofern eine Fest- Flüssig- Trennung des Gärrestes erfolgt, **sind für den Feststoff** die Anforderungen in Anlehnung an **Nummer 5.4.8.5 der TA Luft** einzuhalten.

Mindestabstände zur nächstgelegenen Wohnbebauung

- 5.4.7.15 Kottrocknungsanlagen: 500m
- 5.4.8.5 Kompostieranlagen: 300-500m
- 5.4.8.6 biolog. Abfallbehandlungsanlagen 300-500m
- 5.4.9.36 Güllebehälter 300 m.

Generalklausel der **Möglichkeit einer Unterschreitung** ohne eine Untergrenze zu benennen, **wenn geruchsmindernde Maßnahmen** ergriffen werden und mit Gutachten belegt wird, dass rechtliche Vorgaben eingehalten werden

„Gesundheitsgefahren“

- Gerüche
- Lärm
- Emissionen/Immissionen

- Gärreste/Bakterielle Belastungen

Gerüche

- **physiologische Reaktionen** ⇒ „Alarmsignale“
 - **Belästigungen**, also **psychologische Wirkungen**, sind die wichtigste Wirkungskategorie.
 - **Hedonik**= Geruchsqualität
Bewertung als angenehm oder unangenehm.
- ⇒ Persönliche Erfahrungen und Erinnerungen
Beispiel - Bauernhof: Geruch
- | | | |
|---------------|---|-----------------------------------|
| Landwirt | → | „normal“, |
| Nachbarn | → | Belästigung |
| Stadtbewohner | → | „Gestank“ bis „gesunde Landluft“. |
- ⇒ Veränderung der Bewertung von Gerüchen im Lauf der Zeit
→ „Aromatische“ Gerüche werden manchmal mit der Zeit lästig.
- ⇒ Einfluss der gesundheitlichen, physischen und psychischen Verfassung

Gerüche

- **keine unmittelbar krankmachende Wirkung** von Gerüchen
- Wahrnehmung bereits bei Konzentrationen, die noch keine gesundheitsschädliche oder gar tödliche Wirkung haben.

Beispiel: → Schwefelwasserstoff, den man bereits in sehr geringen Konzentrationen riechen kann, wenn er noch nicht toxisch wirkt. Im Bereich der tödlichen Dosis ist Schwefelwasserstoff für den Menschen jedoch geruchlos.

- Viele toxische Luftschadstoffe sind geruchlos, z. B. Kohlenmonoxid.

Gerüche - Biogasanlagen

- **geruchsintensiven Stoffe:**
 - Ammoniak, niedermolekulare Aminverbindungen, organische Säuren, Phenole und Schwefelwasserstoff

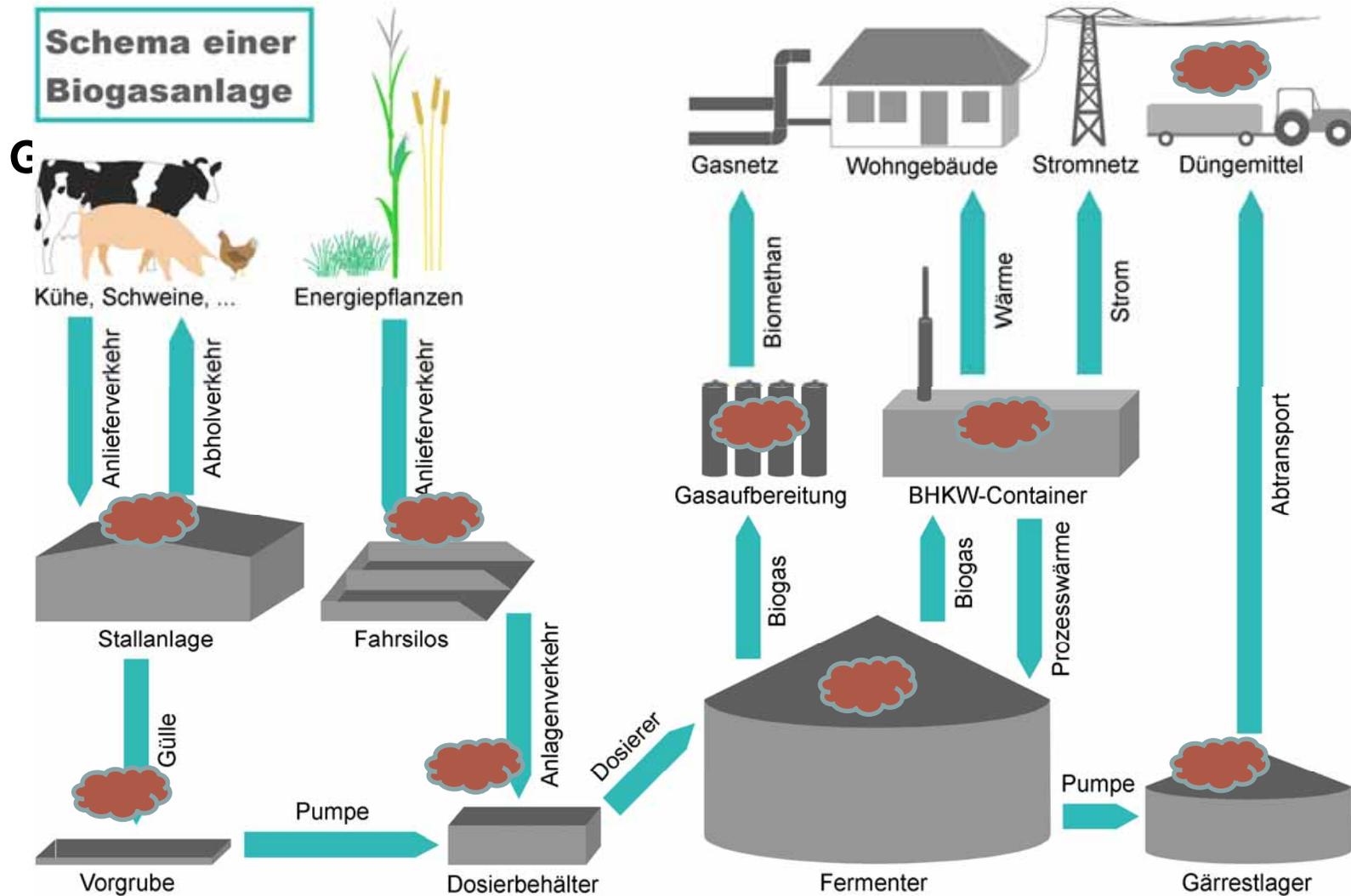
- Geruchsemissionen stark abhängig von der Zusammensetzung der Einsatzstoffe
 - Zusammensetzung der Gülle:
 - Tierart, Stalltechnik, Fütterung und Wasserverbrauch bei der Reinigung des Stalles (Verdünnung).
 - mitvergorene Substrate (Kofermente wie Fettabscheider, Speiseabfälle, Schlachtabfälle)

- Generell werden die geruchsbildenden Substanzen durch die Vergärung in der Biogasanlage verringert (ca. -30 %).

Gerüche - Biogasanlagen

Geruchsquellen: Beispiele

- beim Transport (An- und Ab-)
- bei der Lagerung,
- beim Zusatz von Kofermenten,
- bei Betriebsstörungen mit Gasaustritt,
- bei der Nachgärung von nicht ausreichend vergorenen Einsatzstoffen im Endlager,
- bei undichten Endlagern,
- bei Verunreinigungen im Annahme-/Abgabebereich,
- bei Einspülverfahren für Kofermente im offenen System kommen, wie sie früher häufiger eingesetzt wurden,
- falls vorhanden im BHKW!!!!



Gerüche - Biogasanlagen

- **Geruchsimmissions-Richtlinie v. 15.08.2011 (GIRL M-V)**

- Immissionswerte (Punkt 3.1)

Wohn-/Mischgebiete	0,10
Gewerbe-/Industriegebiete	0,15
Dorfgebiete	0,15

- Von einer **erheblichen Belästigung** ist auszugehen, wenn in einer **Ortslage** Geruchsstundenhäufigkeiten von mehr als 10 oder gar 15 % im Jahr auftreten.
- „Falls innerhalb einer Stunde in einem Zehntel der Zeit erkennbare Gerüche aus emittierenden Anlagen/Betrieben auftreten, liegt eine Geruchsstunde vor, d.h. die gesamte Stunde wird als Stunde mit Geruchsbelastung gezählt

Lärm

- Wirkungsebene – unerwünschter Schall
- **Lärmwirkungen:**
 - a) Neuropsychologische Effekte ⇒ Stress, Konzentrationsstörungen, Schlafstörungen etc.
 - b) Kardiovaskuläre Effekte ⇒ Bluthochdruck, Infarkt, etc.
 - c) Effekte auf das Gehör ⇒ Ohrgeräusche, Hörschwelle, Hörschaden

Vorschriften: Biogasanlagen

- TA Lärm
- DIN ISO-9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien
- Erlass M-V

Lärm - Biogasanlagen

„Erlass M-V“

- ❖ Schwerpunktsetzung auf tieffrequente Geräusche
Motor BHKW → Kamin, Abgasleitung, Lüftungsöffnungen, undichte Stellen
- ❖ Immissionsrichtwerte der TA Lärm sind einzuhalten
- ❖ Festlegung eines von der Betriebseinheit Motorhaus/Containermodul abgestrahlten immissionswirksamen Schallleistungspegels (L_{WA})
von 90 dB(A)
- ❖ Darstellung von dem Stand der Technik entsprechenden Schallschutzmaßnahmen



Kühler, L_{WA} : 80-90 dB(A)



**Gasmotor, Maschinenraum,
Innenpegel L_i : 90-100 dB(A)**



**Kamin mit Schalldämpfer,
 L_{WA} : 70-75 dB(A)**



Dosierer, L_{WA} : 65-95 dB(A)



**Lüftungsöffnung, L_{WA} : 75-85 dB(A)
Pro Öffnung**



Rührwerk, L_{WA} : 65-85 dB(A)



**Traktor, Aufnahme von Substrat,
Dosiererbeschickung, L_{WA} : 100-107 dB(A)**



**Radlader, Dosiererbeschickung mit
Substrat, L_{WA} : 95-105 dB(A)**

Immissionen - Biogasanlagen

- Emissionsquelle: → **BHKW / Motorenabgase**
- ⇒ TA Luft! → „**Erlass M-V**“, Emissionsminderungsmaßnahmen
- Problemfall Formaldehydemission: „**Erlass M-V**“, **40 mg/m³**
- Studie in Sachsen:
 - ca. **65 %** der landwirtschaftlichen Biogas-BHKW überschritten den **GW** der TA Luft für Formaldehyd (**60 mg/m³**)
- BHKW-Wartungszustand
- Biogaszusammensetzung
- Motorprozesse → unvollständige Verbrennung

Zusammensetzung von Biogas

Komponente	Chem. Symbol	Gehalt	Einheit
Methan	CH ₄	50 - 75	Vol.-%
Kohlendioxid	CO ₂	25 - 50	Vol.-%
Wasserdampf	H ₂ O	1 - 5	Vol.-%
Stickstoff	N ₂	0 - 5	Vol.-%
Sauerstoff	O ₂	0 - 2	Vol.-%
Wasserstoff	H ₂	0 - 1	Vol.-%
Schwefelwasserstoff	H ₂ S	0 - 5000	ppmV
Ammoniak	NH ₃	0 - 500	ppmV
Staubpartikel	-	50	mg/Nm ³
Chlor	Cl	Spuren	-
Fluor	F	Spuren	-
Si-Verbindungen	Si-n	Spuren	-

Quelle: Pingel 2006

Schwefelwasserstoff (H₂S), Ammoniak (NH₃), Methan (CH₄) und Kohlendioxid (CO₂)

- **Schwefelwasserstoff:**
wasserlösliches, farbloses brennbares und nach faulen Eiern riechendes Gas. Höhere Konzentrationen riechen süßlich. Schwerer als Luft. Hochtoxisch!
- **Ammoniak:**
stark stechend riechendes, farbloses Gas. Leichter als Luft und sehr gut wasserlöslich. Ammoniak-Luftgemische sind im Bereich über 15.5 Volumen-% explosionsfähig.
- **Methan:**
farb- und geruchloses Gas, brennbar. Leichter als Luft und verursacht Unfälle bei Öffnen von Verschlussdeckeln, Dung- und Jauchegruben. Bei einem Luftvolumenanteil von über 5 % bildet es explosive Gemische.
- **Kohlendioxid:**
farbloses und säuerliches Gas. Schwerer als Luft .

Schwefelwasserstoff

ppm H ₂ S	Symptome beim Menschen
0.02 - 0.13	Geruch nach faulen Eiern
50	Schleimhaut Irritationen (Augen und Atemwege)
100	Rachenreizungen, <u>Betäubung der Geruchsrezeptoren!!!</u>
100 – 150	Kopfschmerzen, Schwindel
250 – 500	Bewusstlosigkeit, Zyanose, Lungenödem
500 – 1000	Ataxie, Übelkeit, Beeinträchtigung der geistigen Fähigkeiten
>1000	Apnoe, Lähmung des Nervensystems Tod in wenigen Minuten
>5000	tödlich

- **ACHTUNG:** ab 100 ppm riecht der Mensch nichts mehr!!!
(kein Geruch nach faulen Eiern mehr).
Dann ist die Belastung wirklich gefährlich!

Ammoniak

- Reizgas vom Soforttyp mit starker lokaler Ätzwirkung auf Haut, Augen und bes. obere Atemwege
- **ppm NH₃** **Symptome beim Menschen**
- 1-50** erkennbarer Geruch
- 57-72** keine signifik. Änderung der Atmung
- 96** leichte Nasen-, Rachen- und Augenreizung
- 100** Arbeit durch Anpassung möglich
- 200** Schleimhautreizung
- 500-1000** starke Reizung der oberen Atemwege
- 2000** tödlich
- Geruchschwelle: 1 ppm

Güllegase

- ❖ Methan ist nicht toxisch.
- ❖ Die drei Güllegase Schwefelwasserstoff, Methan und Ammoniak (unter hohem Druck) sind in Verbindung mit Sauerstoff **hochexplosiv**.

Vorsicht beim Umgang mit offenem Feuer geboten und
Vermeidung von Funkenbildung

Bodenschutz - Biogasanlagen

„Erlass M-V“ - lapidare Feststellung

(1) Biogasanlagen und die zugehörigen Nebenanlagen, wie Lagerplätze für Substrate und Gärreste sowie Verkehrsflächen, sind so zu errichten und zu betreiben, **dass eine schädliche Verunreinigung des Bodens und des Grundwassers nicht zu befürchten sind.**

Die Vorsorgegrundsätze des § 1 des Landesbodenschutzgesetzes sind zu beachten.

(2) Zuständige untere Bodenschutz- und Wasserbehörde sind die Landräte und Oberbürgermeister der kreisfreien Städte. Das LUNG ist technische Fachbehörde.

➤ UBA 2010:

2460 Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen angezeigt	6 % ↑
24100 m ³ wassergefährdende Stoffe	3fach ↑

1 Unfall in einer Biogasanlage – 14 Mio. Liter Gülle ausgelaufen!

Gärreste - „Erlass M-V“

- Lagerkapazität von mindestens 6 Monaten (nicht nur Gülle)
- Sperrfristen sind einzuhalten
- Ausbringung – gute fachliche Praxis beim Düngen (DüngeVO)
pflanzengerecht, Einfluss auf die Verminderung von Emissionen
Vermeidung von Geruchemissionen
Vorsorgepflicht des BBodSchG
- Düngemittel dürfen nach dem Düngemittelrecht nur in den Verkehr gebracht werden, wenn keine Schädigung der Gesundheit von Mensch und Tier sowie keine Gefährdung des Naturhaushaltes eintreten.

Gärreste

- Bioabfälle in Biogasanlagen
- Anhang 2 der **BioabfallV** (seuchen- und phytohygienische Anforderungen)
 - ⇒ Durchführung einer **Hygienisierung** vorgeschrieben
 - ⇒ Reduktion potentieller Krankheitserreger
 - Pasteurisierung (Erhitzen auf 70 °C für eine Stunde)
 - andere geeignete Behandlungsverfahren (z.B. geringere Temperaturen über einen längeren Zeitraum in thermophilen Anlagen)
- direkte Prozessprüfung mit relativ temperaturresistenten Testkeim (Salmonella senftenberg W775)
- kontinuierliche Prozessüberwachung (Aufzeichnung der Temperatur/Einwirkzeit)
- Endproduktkontrolle der hygienisierten Bioabfälle.
- Gärung in der Anlage führt zu Keimreduktion pathogener Bakterien in der Gülle.

Gärreste - Viszeraler Botulismus

BfR, 1.9.2010

Sachverständigengespräch

- ❖ auch: chronischer Botulismus
 - Seit Mitte der 1990er Jahre – Rinderbeständen (Hochleistungsrindern)
 - Ursachen bislang ungeklärt
 - große Bandbreite an klinischen Symptomen
 - Krankheitsbilder sind bislang wissenschaftlich nicht gesichert. Ursache
 - Toxiko-Infektion mit *Clostridium (C.) botulinum* vermutet, die bis heute als nicht bestätigt gilt.

- ❖ Eintrag über Futtermittelkette über Biogasanlagen, Gülle und Mist
 - Nachweis von pathogenen Clostridien-Stämmen in Klärschlamm und Gärresten
 - Keine Vermehrung festgestellt
 - Mischflora hemmt Wachstum von *C. botulinum*

Gärreste - Viszeraler Botulismus

BfR, 1.9.2010

Sachverständigengespräch

- Im Rahmen eines Forschungsverbundes weisen aktuelle Beobachtungen auf einen Verdacht hin, dass auch bei Landwirten und ihren Familienmitgliedern, in deren Tierbeständen diese chronische Form des Botulismus vorkommt, klinische Symptome mit einem neurologischen Bezug auftreten können.
- Datenlage nicht ausreichend.
- Ursachen gelten zurzeit als nicht gesichert bzw. ungeklärt.
- Die wesentlichen Kriterien für einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Krankheitsbild und einer Toxiko-Infektion aufgrund einer Besiedlung mit *C. botulinum* sind nicht erfüllt.
(z.B. Kohärenz, Konsistenz, Spezifität, Stärke des Zusammenhangs)

Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit