

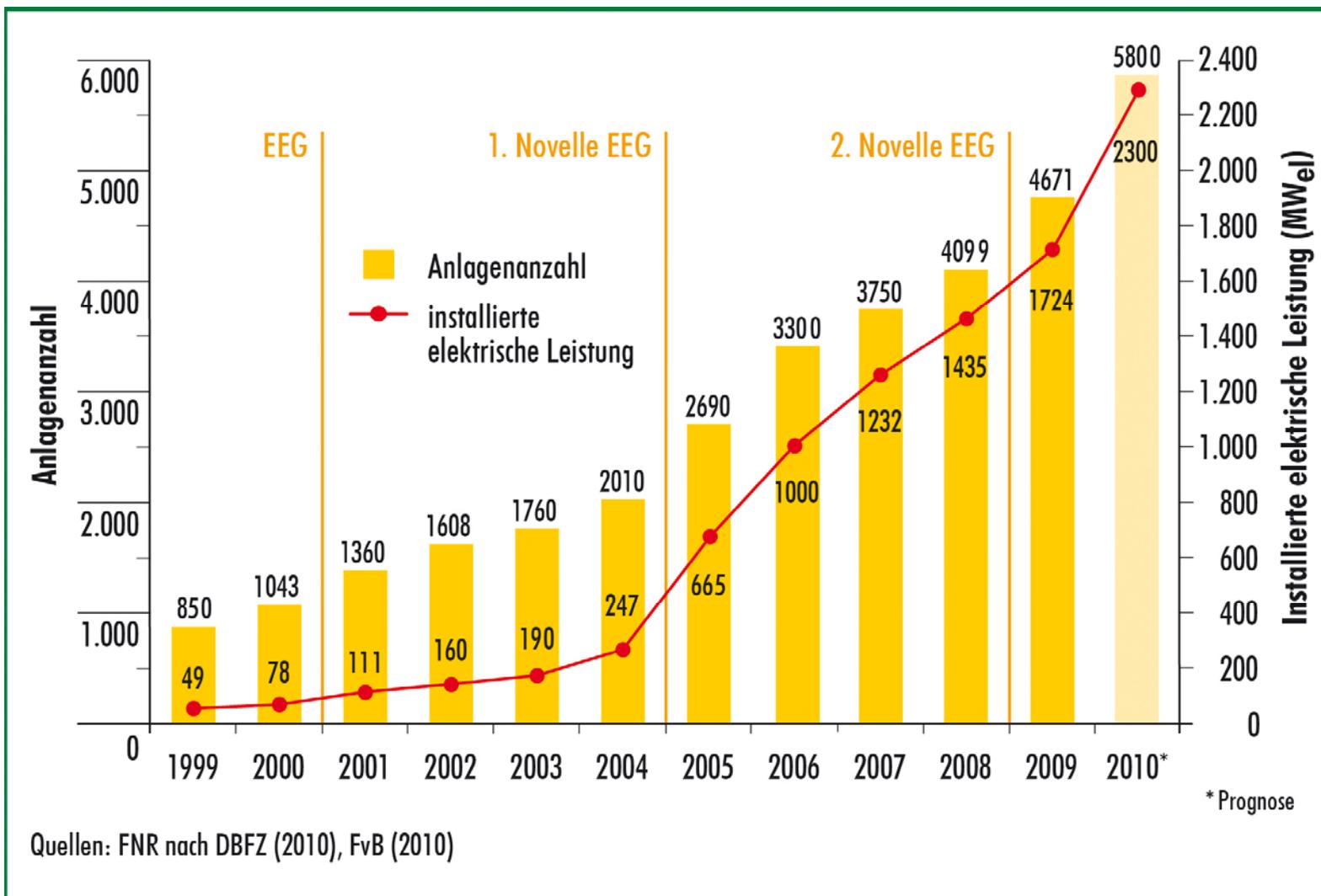
**Berliner Immissionsschutzkonferenz -
Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen
Berlin, 15. und 16. Dezember 2010**

Stand der Technik der Emissionsminderung bei Biogasanlagen

**Prof. Dr. Uwe Lahl, Dr. Barbara Zeschmar-Lahl
BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten**

- Emissionen aus Biogasanlagen
- Biologische Emissionen aus Abfall-Vergärungsanlagen
- Techniken und Konzepte der Emissionsminderung
- Rechtliche Anforderungen an den Immissionsschutz
- Fazit

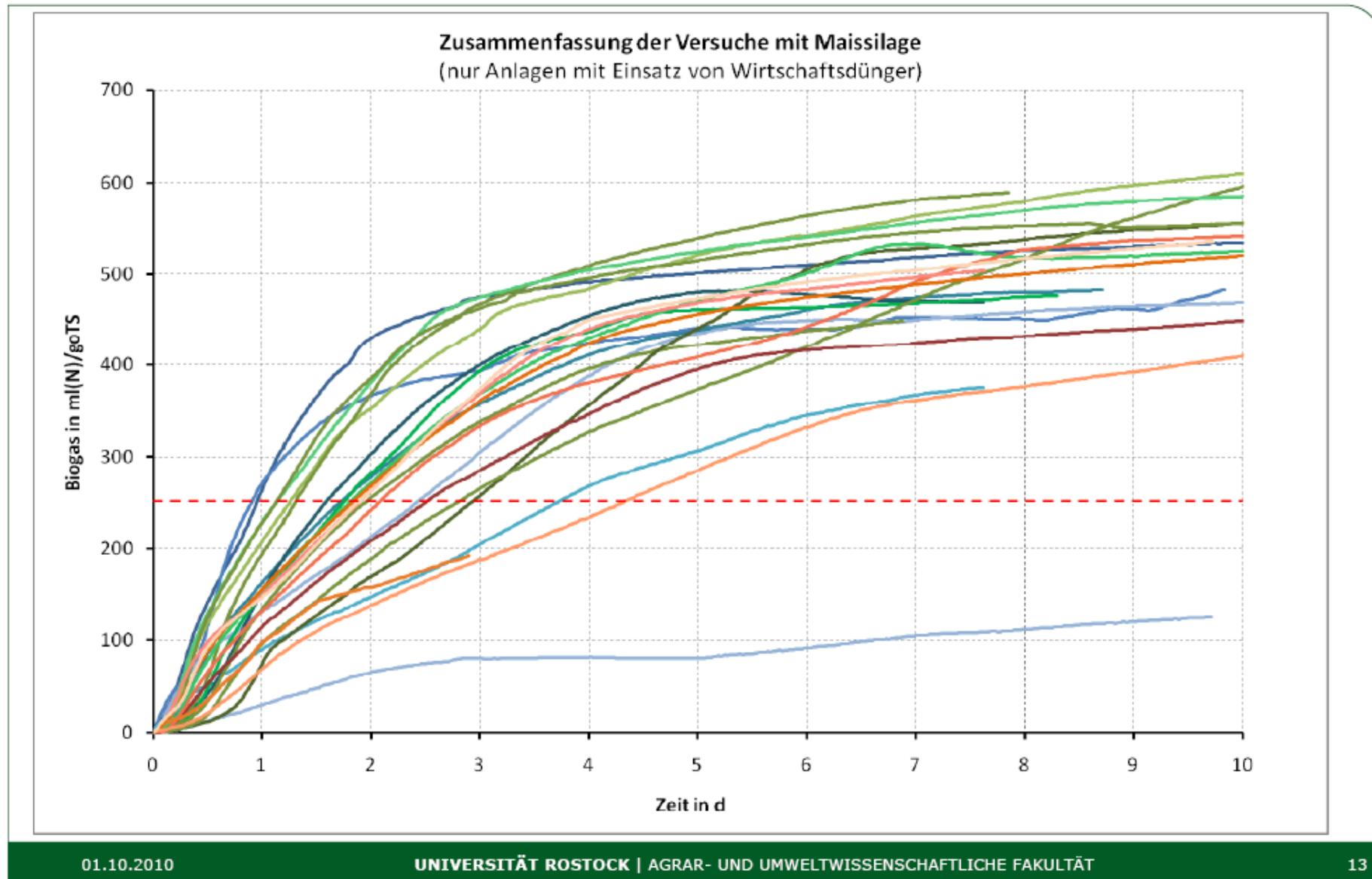
Bestandsentwicklung der Biogasanlagen in Deutschland



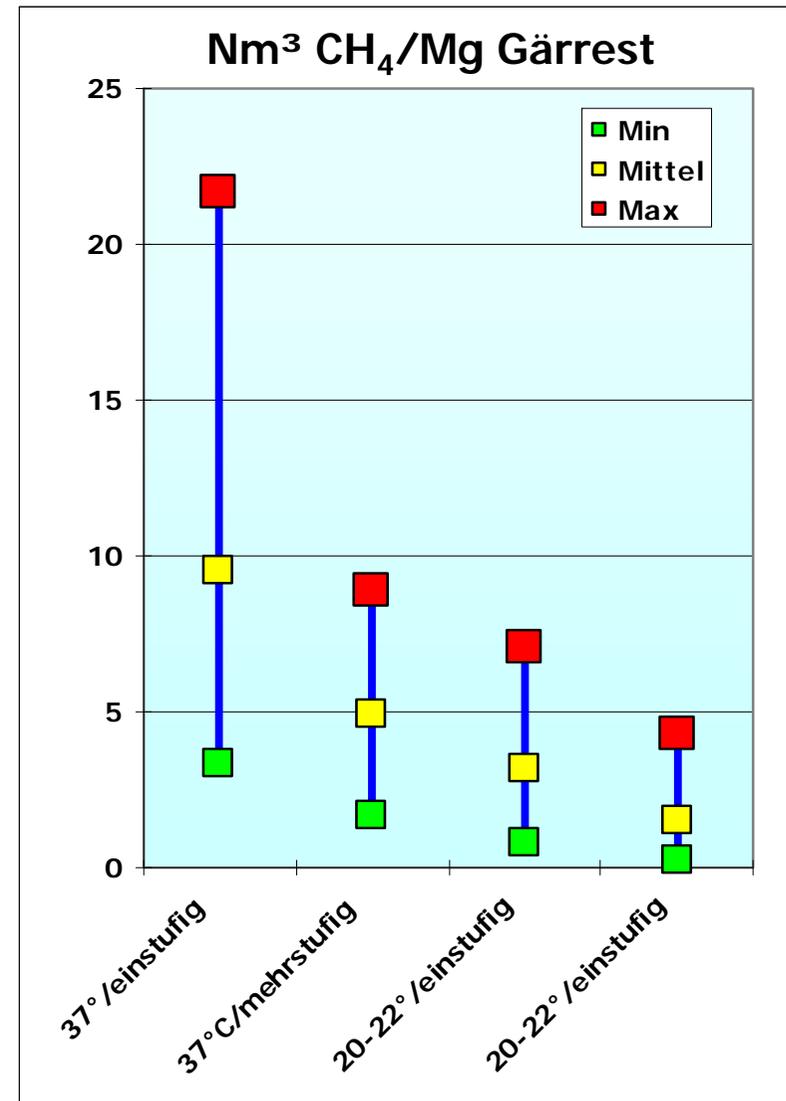
Mögliche Emissionsquellen entlang der Prozesskette

- Anlieferung und Lagerung der Substrate: Geruchsstoffe, Ammoniak (Güllelager), Methan (Sickerwasser)
- Gasreinigung: Methanschlupf
- Betriebsweise (Teillastbetrieb, Fahrweise des Gasspeichers, Substratversorgung)
- Abgas BHKW: Formaldehyd $> 60 \text{ mg/m}^3$ (Grenzwert TA Luft), Methanschlupf $> 1 \%$ möglich
- Stillstand, Wartung, Reparatur: Überdrucksicherung: Methan, Fackel: andere
- Lagerung Gärrückstände: Geruch, Ammoniak, Methan
- Ausbringung der Gärreste auf landwirtschaftlichen Flächen: Lachgas, Ammoniak.

Biogasertrag in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer

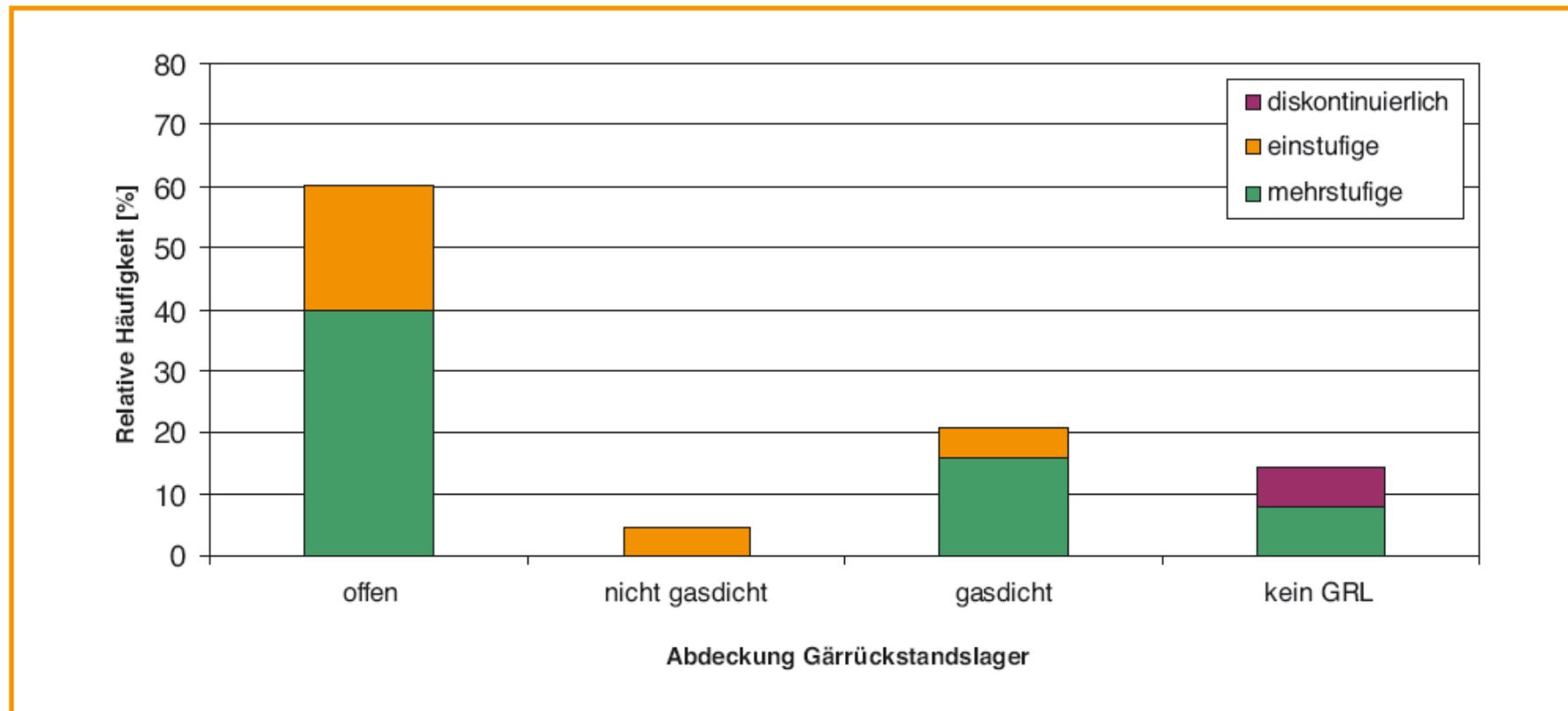


- Faustgröße aus der Praxis: 80 bis 100 Tage Verweilzeit.
- Im Rahmen des Bundesmessprogramms II gemessene Verweilzeiten in der Vergärung :
 - ◆ in der Hälfte der Fälle weniger als 100 Tage
 - ◆ in knapp 20 % der Fälle sogar weniger als 50 Tage
- Folge: hohes Restgaspotenzial in den Gärresten
- Konsequenz: hohe Emissionen insbesondere bei fehlender Abdeckung der Gärrückstände

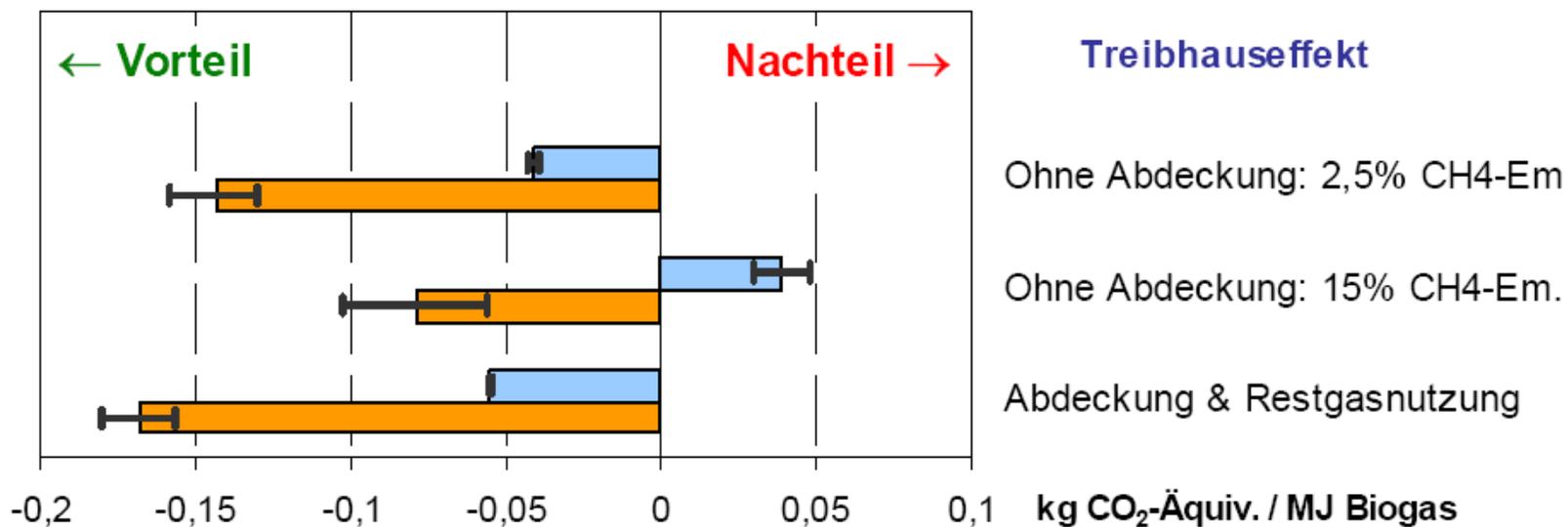


Restgaspotenzial nach Anlagentyp

Relative Häufigkeitsverteilung der Biogasanlagen in Bezug auf die Abdeckung der Gärrückstandslager differenziert für ein- und mehrstufige Anlagen sowie diskontinuierlich betriebene Garagenanlagen [Biogas-Messprogramm II, 2009]



Vergleich Biogasproduktion mit offenem Gärrestlager gegenüber gasdichter Abdeckung mit Restgasnutzung;
MJ PE = MJ Primärenergie



→ Hoher Handlungsbedarf für eine verbesserte Abgasfassung und -reinigung an Biogasanlagen

Parameter / Begrenzung TA Luft	Massenstrom	Massenkonzentration
Nr. 5.2.5 Organische Stoffe (TOC)	0,50 kg/h	50 mg/m ³
Nr. 5.2.4 Gasförmige anorganische Stoffe, Klasse III (Ammoniak)	0,15 kg/h	30 mg/m ³

- Hintergrund: Einhaltung der Vorgaben der NEC-Richtlinie; nationale Höchstmengen für Deutschland:
 - ◆ 995.000 Mg VOC/a
 - ◆ 550.000 Mg Ammoniak/a
- Grenzwerte TA Luft gelten alternativ.
- Begrenzung der TOC-Fracht wird von den Biogasanlagen der heute üblichen Anlagengrößen häufig überschritten.
- → Besondere Bedeutung des TOC-Konzentrationswertes.
- Vollzugsproblem.

Stand der Technik für nawaRo-Anlagen

- TA Luft definiert den Stand der Technik des Immissionsschutzes auch für Biogasanlagen
- Begrenzung des TOCs in Abschnitt 5.2.5 als Mindeststandard
- Auch gültig für nawaRo-Anlagen?
- Technik zur Einhaltung ist verfügbar und in anderen Anwendungsbereichen (MBA) Stand der Technik
- Erkenntnislage bezogen auf das Emissionsverhalten von Biogasanlagen in der Vergangenheit gering
- Messungen jüngeren Datums zeigen hohes Emissionspotenzial
- Einhaltung TA Luft muss von Behörde gefordert/durchgesetzt werden
- **Einhaltung TA Luft ist bei einer klugen Planung auch zu vertretbaren Kosten möglich!**

Minimierung Emissionen

- Keine offene Lagerung der Gärreste
- Abdeckung bzw. vollständige Kapselung und Absaugung der Emissionen aus den Gärrestlagern
- Zuführung der gefassten Abgase zum Biogasbehälter bzw. zur Biogasnutzung
- Undichtigkeiten führen nur zu geringen Emissionen (Schätzungen in der Literatur: 1 % des produzierten Methans)
- Hohe Emissionen bei Ausbringung der Gärreste aus den Lagern in die Landwirtschaft – Reduzierung über moderne Techniken zur Einbringung der Materialien in die Böden möglich

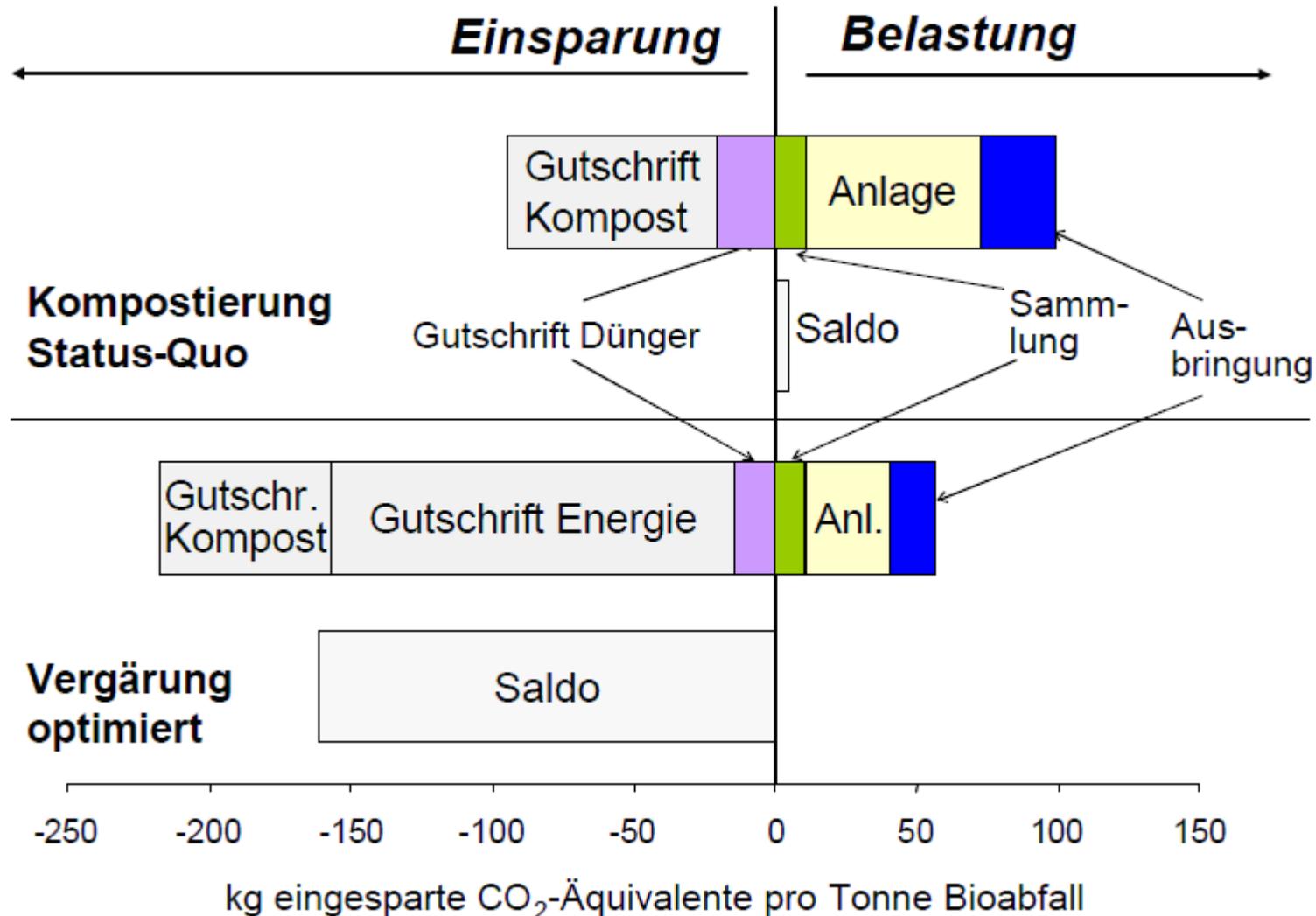
Problem

- Incentivierung des Gesetzgebers in der Vergangenheit hat zu relativ klein dimensionierten Anlagen geführt.
- Die eingesetzten Techniken sind unter Immissionsschutzgesichtspunkten zudem unzulänglich.
- Technische und finanzielle Spielräume für Verbesserungen der heutigen Situation sind dadurch sehr eingeengt.
- Festlegung des Standes der Technik auch für Kleinanlagen unterhalb der TA Luft ist überfällig, kann aber zu Verschiebungen am Markt führen.

Entwicklung der biologischen Abfallbehandlungsanlagen 2006-2008

Biologische Behandlungsanlagen	2006	2007	2008
Anlagen für gefährliche Abfälle	7	12	13
Bioabfallkompostierungsanlagen	325	316	289
Grünabfallkompostierungsanlagen	633	663	665
Biogas- und Vergärungsanlagen	661	698	969
Klärschlammkompostierungsanlagen	107	102	100
Sonstige	16	14	18
Summe Anlagen	1.742	1.793	2.041
Massenströme (1.000 Mg)			
Input alle biologische Behandlungsanlagen	12.382	13.234	13.044
Input Biogas- und Vergärungsanlagen	3.423	3.905	3.955
Biologisch behandelte Siedlungsabfälle (AVV-Gruppe 20)	8.155	8.511	8.421

Status quo Kompostierung im Vergleich mit einer optimierten Vergärung (BMU 2008)



- Methanemissionen an unterschiedlichen Stellen der Prozesskette; hauptsächlich „handling“ der Gärreste
- Noch unklares Gesamtbild
- Zu wenig belastbare Messungen
- Erste Ergebnisse (Cuhls) zeigen je nach Technik sehr hohe Methanemissionen
- Die Klimabilanz der Vergärung wird verschlechtert
- Kann im ungünstigsten Fall, wie bei nawaRo-Anlagen, bis hin zur „Aufzehrung“ der energetischen Erträge gehen

Abgasreinigung bei MBA-Anlagen

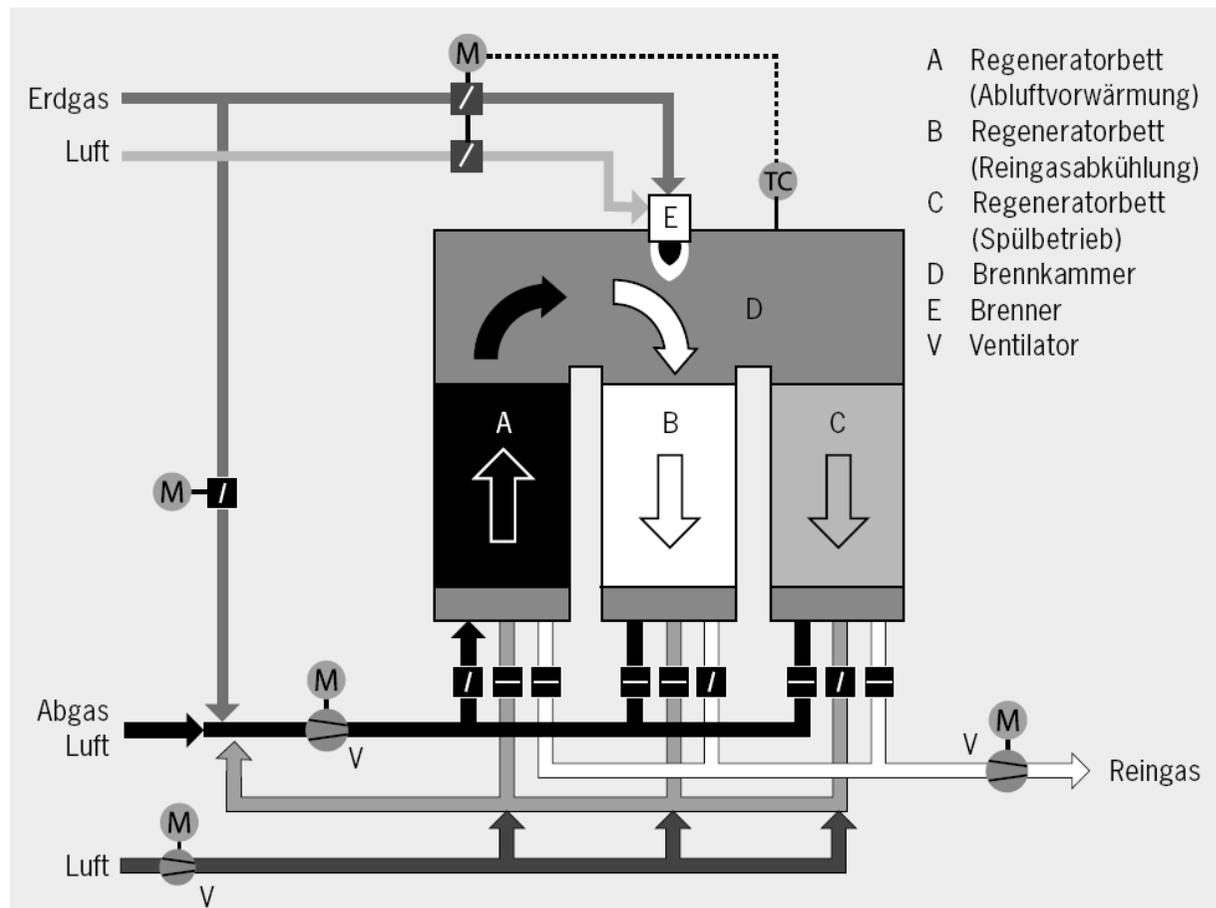
Grenzwerte 30. BImSchV:

- TOC-Konzentration: 20 mg/m³ als Tagesmittelwert
- TOC-Fracht: 55 g/Mg Abfall-Input als Monatsmittelwert
- Lachgas-Fracht: 100 g/Mg Abfall-Input als Monatsmittelwert

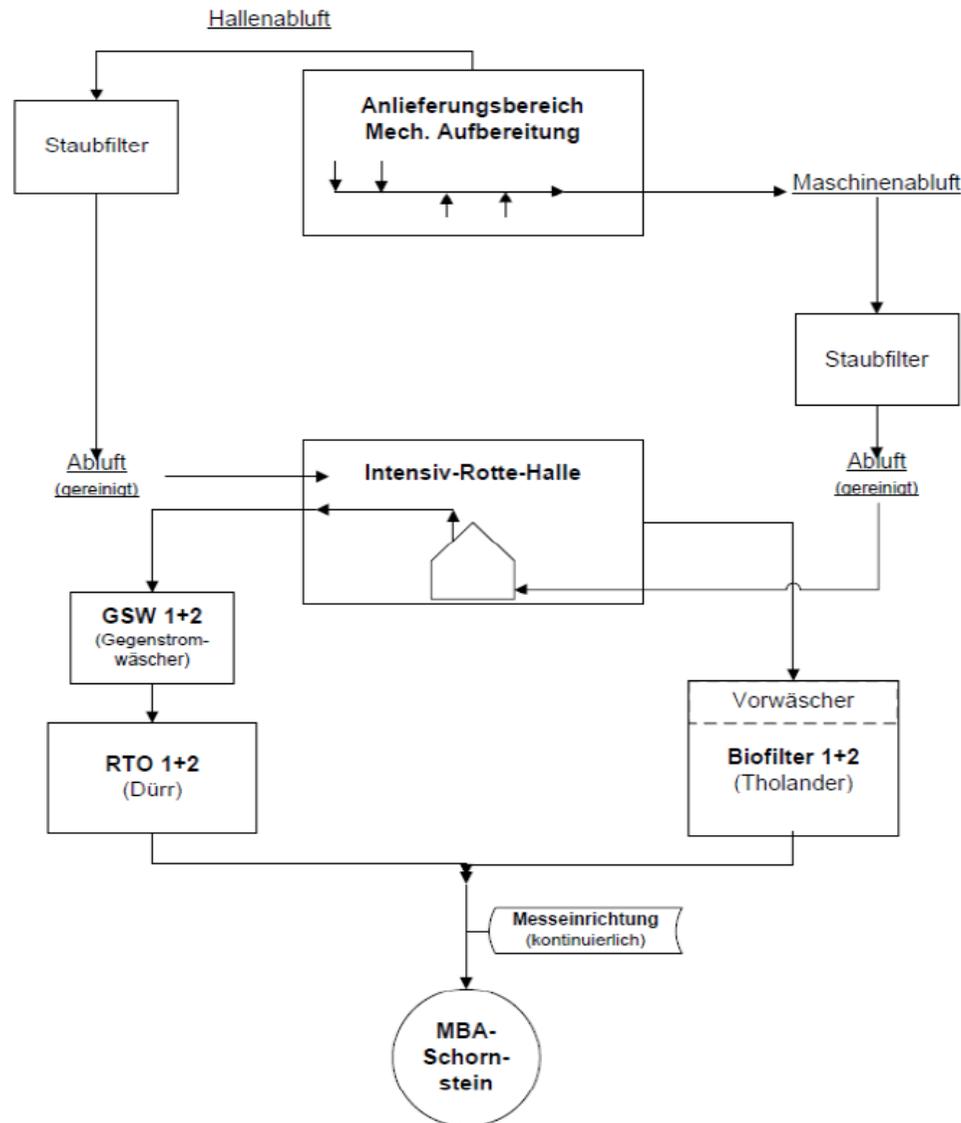
Status quo:

- mittlerweile über 60 Einzelanlagen
- TOC-Begrenzungen der 30. BImSchV werden eingehalten
- wird im Wesentlichen über die thermische Behandlung des Abgases bzw. der höher belasteten Abgasteilströme erreicht

Verfahrensschema einer RTO-Anlage zur thermischen Behandlung von MBA-Abgas (nach Carlowitz, 2008)



Mehr als 90 %ige Reduzierung des TOC-Gehalts im Abgas sicher erreichbar



Schema der Abgasbehandlung der MBA Neumünster

Korrosion

- Oftmals zurückzuführen auf technische Unzulänglichkeiten der Werkstoffe (verwendete Stähle, Isolierungen); Lösungsmöglichkeiten:
 - ◆ Ventilator im Reingas (Drucksprung vor RTO vermeiden)
 - ◆ Spülgas nicht rücksaugen, sondern (vorgewärmte) Frischluft einblasen
 - ◆ Verzicht auf heißen Bypass zur Vorwärmung des Abgases
 - ◆ Aufheizung des Rohgases vor RTO

Verbackungen (SiO_2)

- Siloxane im Biogas nicht im Umfang wie bei MBA zu erwarten

Reduzierung Erdgasverbrauch

- Vermeidung von
 - ◆ ungleichmäßiger Durchströmung der Speichermassen
 - ◆ Flüssigkeitströpfchen im Abgas (Potenzial: ~ 30 % Brennstoffminderverbrauch)
 - ◆ Brennerluft (Potenzial: 15 – 25 % Brennstoffminderverbrauch)
 - ◆ Reingasauskopplung
- Minimierung Spülgasmengenstrom
- **Erhöhung Vorwärmwirkungsgrad**

Abgasvermeidung:

- Kapselung bzw. Abdeckung von Aggregaten
- Gezielte Erfassung des Abgases von Aggregaten, beispielsweise ein Gärrest-Zwischenspeicher,
- Zuführung geringer Emissionen (z.B. aus Zwischenspeicher) zum Biogas

Minimierung (thermisch) zu behandelnder Abgasvolumina:

- Getrennte Erfassung hoch belasteter Abgasteilströme
- Kreislaufführung von Abgasströmen (u.a. Aufkonzentrieren von Belastungen)
- im Fall der energetischen Nutzung des erzeugten Biogases in BHKWs: Zuführen des belasteten Abgases aus der Anlage als Zuluft für den Verbrennungsmotor
- Einbeziehung benachbarter thermischer Anlagen

Probleme von Biofiltern:

- Umwandlung von Stickstoffverbindungen in Lachgas (GWP = 310)
 - ◆ → saurer Wäscher zur Abscheidung
 - ◆ Produkt Ammoniumsulfat-Lösung kann als Dünger verwertet werden
- Keine Methanabscheidung/-reduzierung
 - ◆ Mechanismus Methanoxidation bekannt
 - ◆ Forschung mit spezialisierten Mikroorganismen läuft
 - ◆ Umsetzungszeiten zu langsam

Problem Methanschlupf

- Bei Verstromung in BHKW
 - ◆ Lösbar durch Einsatz von Oxikat
 - ◆ Reduziert auch zugleich die Emissionen an Formaldehyd

- Bei Aufbereitung auf Erdgasqualität und Einspeisung ins Erdgasnetz:
 - ◆ Druckwasserwäsche: 2 bis 6 %
 - ◆ Druckwechseladsorption: 3 bis 8 %
 - ◆ Aminwäsche: nicht relevant

Fazit

Vergärungsanlagen (n = 5)	TA Luft		
	Grenzwert	Überschreitung	
		Anzahl	Anteil
Massenkonzentration TOC	50 mg/m ³	5	100%
Massenstrom TOC	0,5 kg/h	4	80%
Massenstrom Ammoniak	0,15 kg/h	2	40%

Cuhls, C., Mähl, B., Berkau S., Clemens, J. (Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH) (2009):
Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. Abschlussbericht im Auftrag des
Umweltbundesamtes. Förderkennzeichen: 206 33 326, Berlin

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH

Lindenstr. 33

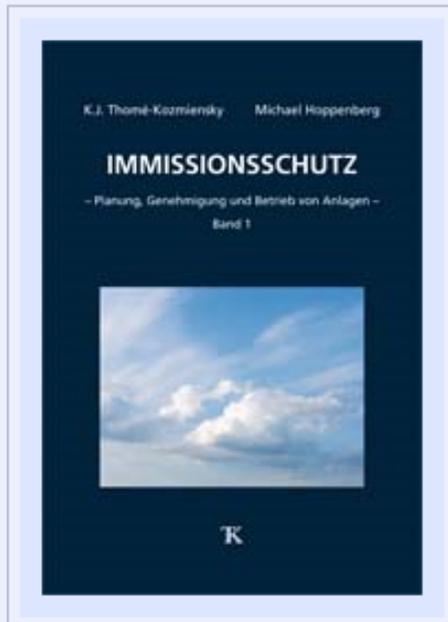
D - 28876 Oyten

Tel. +49 4207 699 837/838

ul@bzl-gmbh.de

www.bzl-gmbh.de

Immissionsschutz



Herausgeber Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Hoppenberg

Erscheinungsjahr 2010

ISBN 978-3-935317-59-7

Seiten 632

Ausstattung Gebundene Ausgabe

Preis 40.00 €

Inhaltsverzeichnis --> PDF-Dokument öffnen