

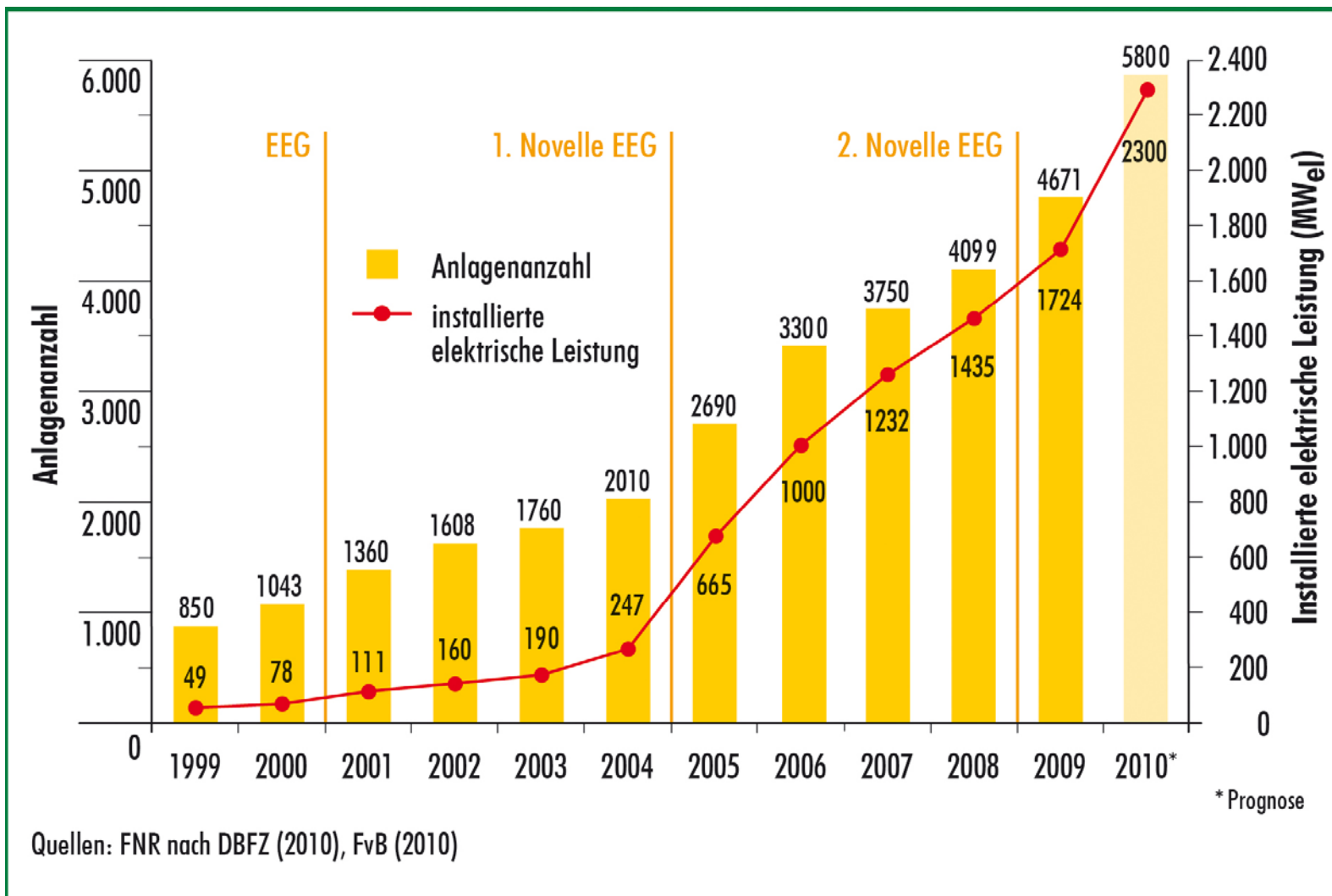
**Berliner Immissionsschutzkonferenz -  
Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen  
Berlin, 15. und 16. Dezember 2010**

## **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

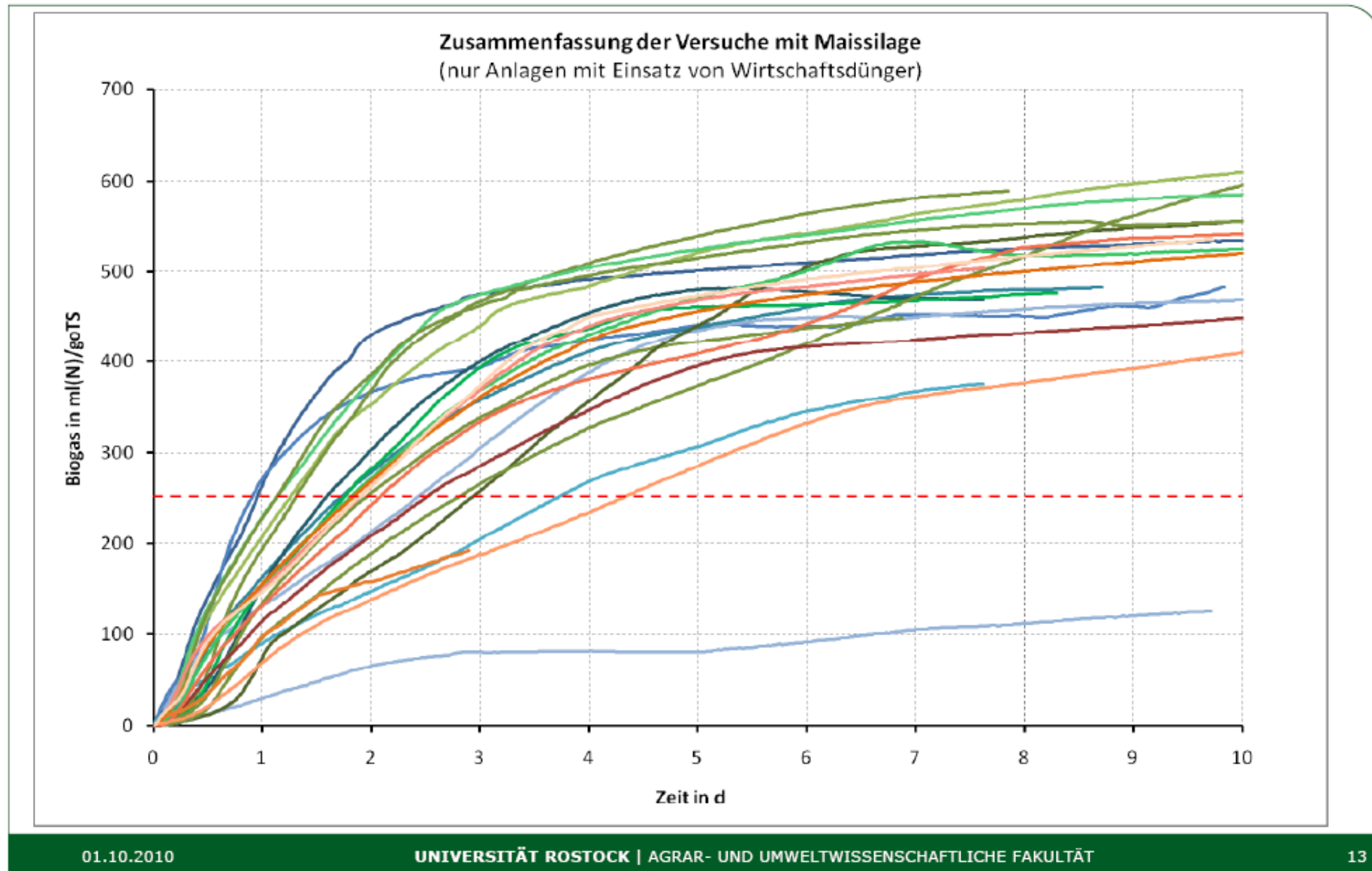
## Bestandsentwicklung der Biogasanlagen in Deutschland



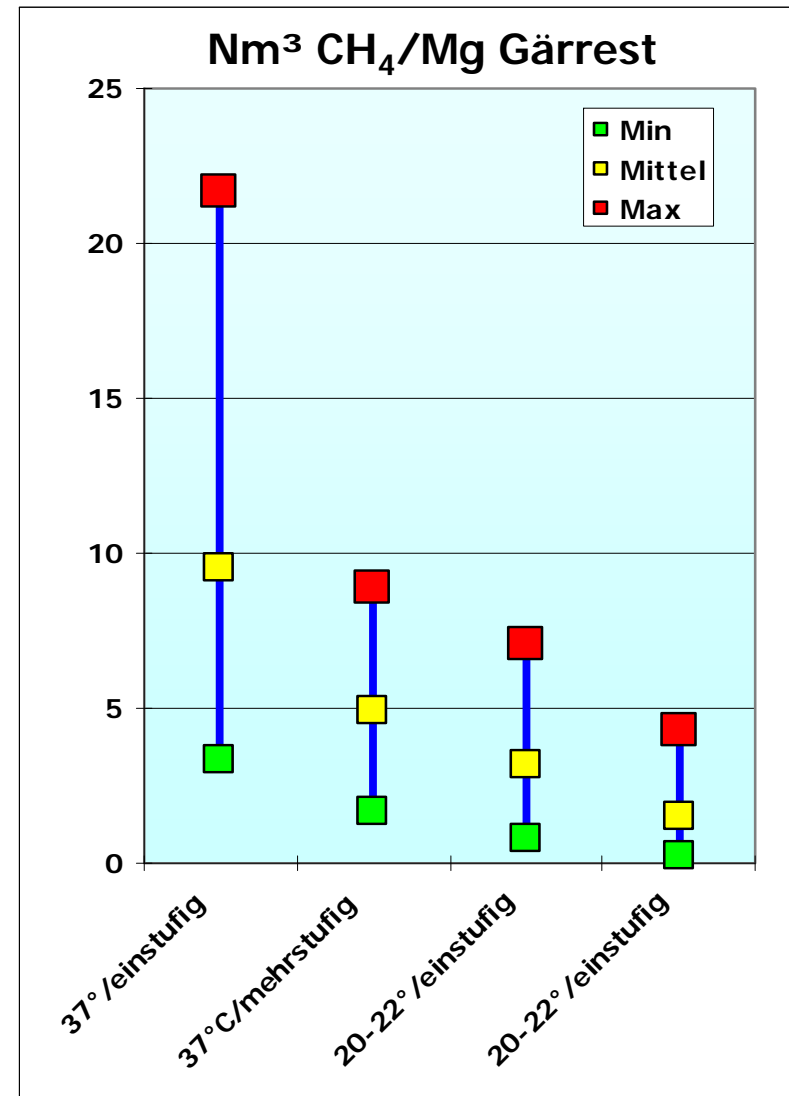
## Mögliche Emissionsquellen entlang der Prozesskette

- Anlieferung und Lagerung der Substrate: Geruchsstoffe, Ammoniak (Güllelager), Methan (Sickerwasser)
- Gasreinigung: Methanschluß
- Betriebsweise (Teillastbetrieb, Fahrweise des Gasspeichers, Substratversorgung)
- Abgas BHKW: Formaldehyd  $> 60 \text{ mg/m}^3$  (Grenzwert TA Luft), Methanschluß  $> 1 \%$  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

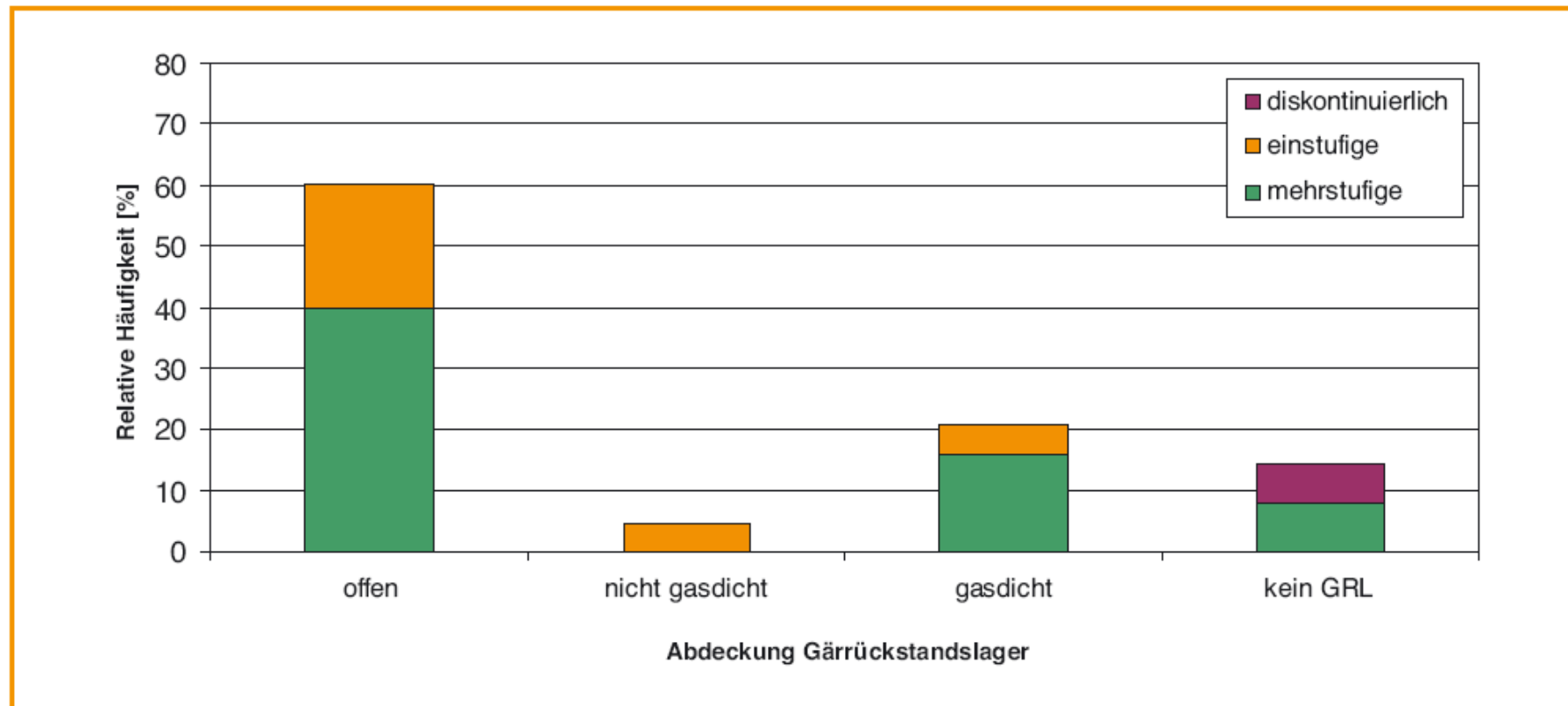


- Faustgröße aus der Praxis: 80 bis 100 Tage Verweilzeit.
- Im Rahmen des Bundesmessprogramms II gemessene Verweilzeiten in der Vergärung :
  - ◆ in der Hälfte der Fälle weniger als 100 Tage
  - ◆ in knapp 20 % der Fälle sogar weniger als 50 Tage
- Folge: hohes Restgaspotenzial in den Gärresten
- Konsequenz: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

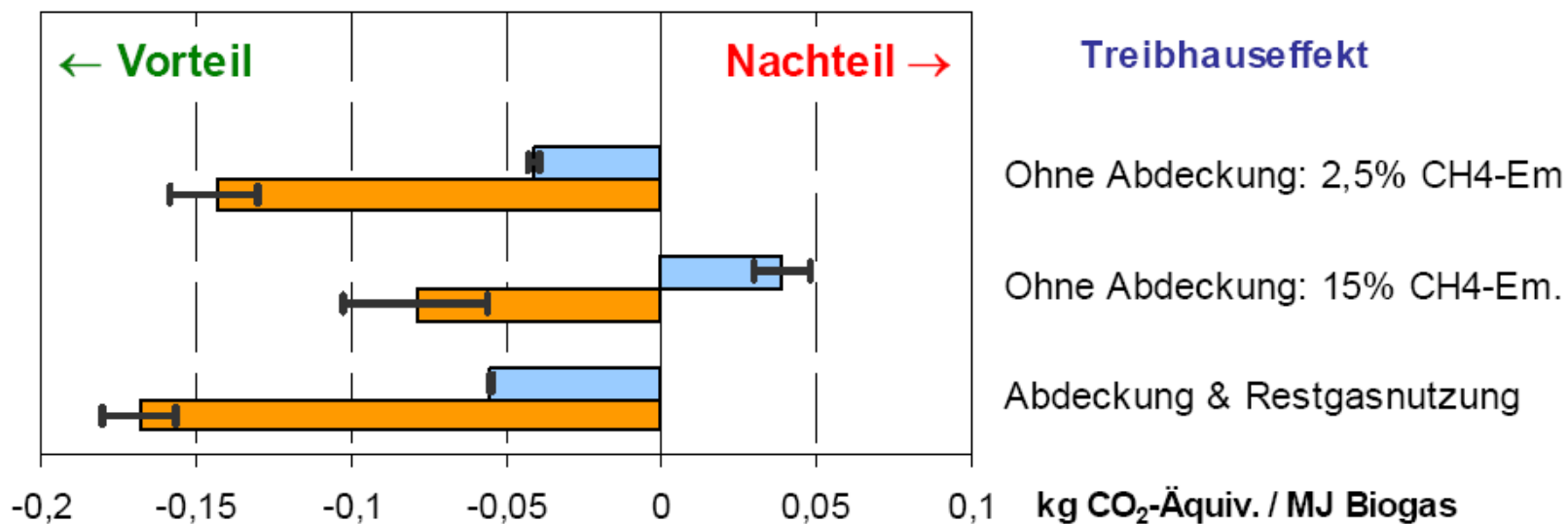


Restgaspotenzial nach Anlagentyp

**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 <sup>3</sup>
Nr. 5.2.4 Gasförmige anorganische Stoffe, Klasse III (Ammoniak)	0,15 kg/h	30 mg/m <sup>3</sup>

- 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

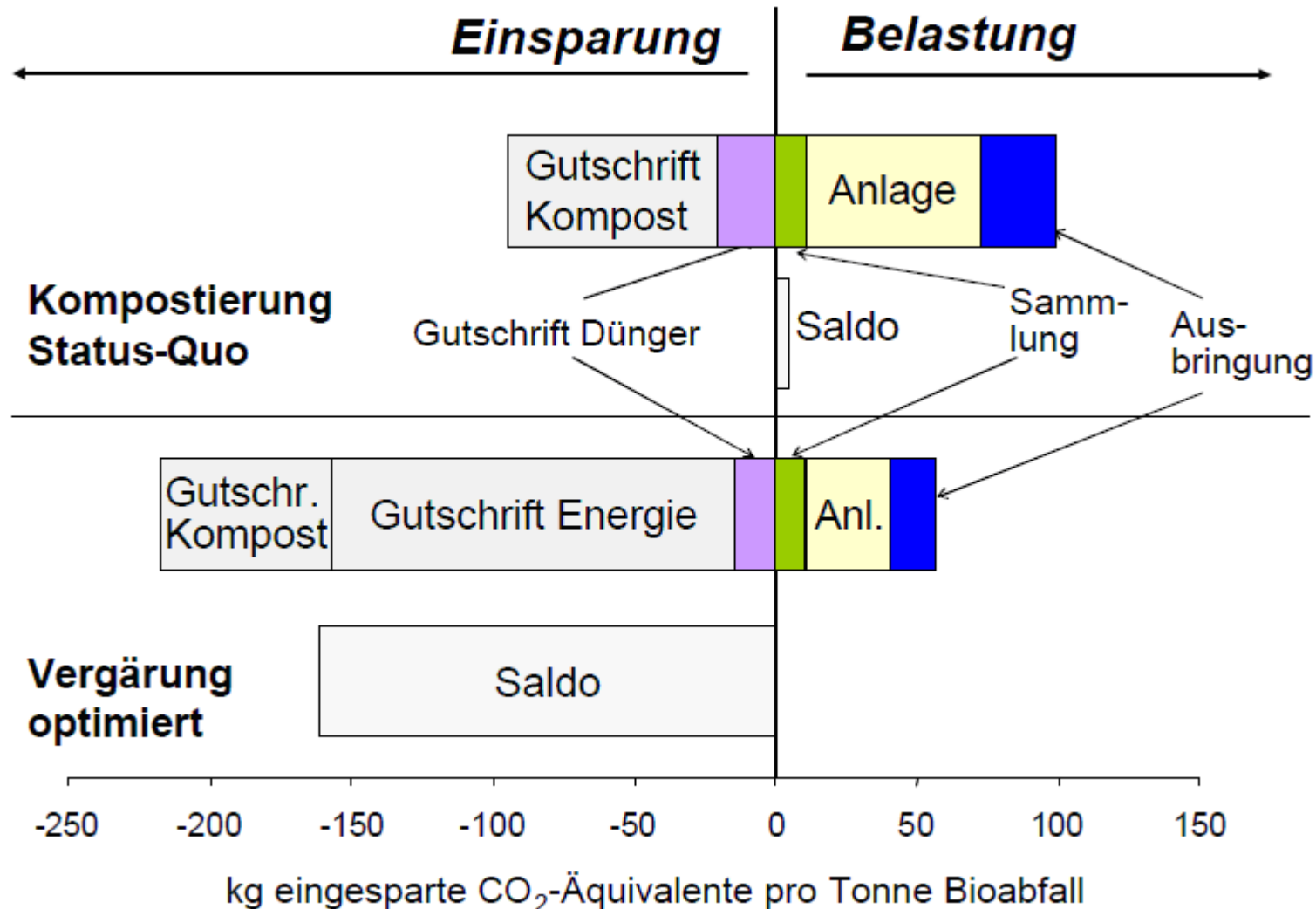
## Problem

- 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
<b>Biogas- und Vergärungsanlagen</b>	<b>661</b>	<b>698</b>	<b>969</b>
Klärschlammkompostierungsanlagen	107	102	100
Sonstige	16	14	18
<b>Summe Anlagen</b>	<b>1.742</b>	<b>1.793</b>	<b>2.041</b>
<b>Massenströme (1.000 Mg)</b>			
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:

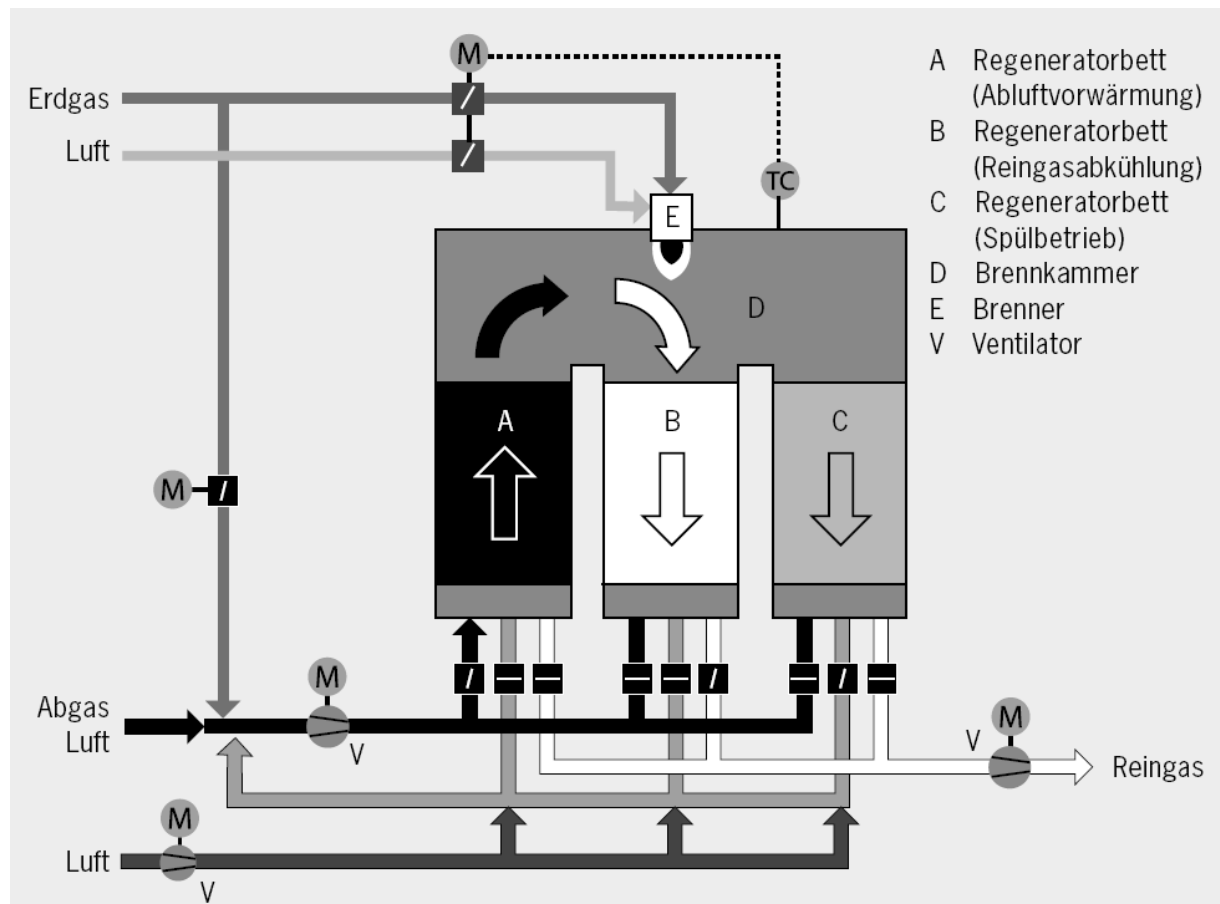
- TOC-Konzentration: 20 mg/m<sup>3</sup> als Tagesmittelwert
- TOC-Fracht: 55 g/Mg Abfall-Input als Monatsmittelwert
- Lachgas-Fracht: 100 g/Mg Abfall-Input als Monatsmittelwert

### Status quo:

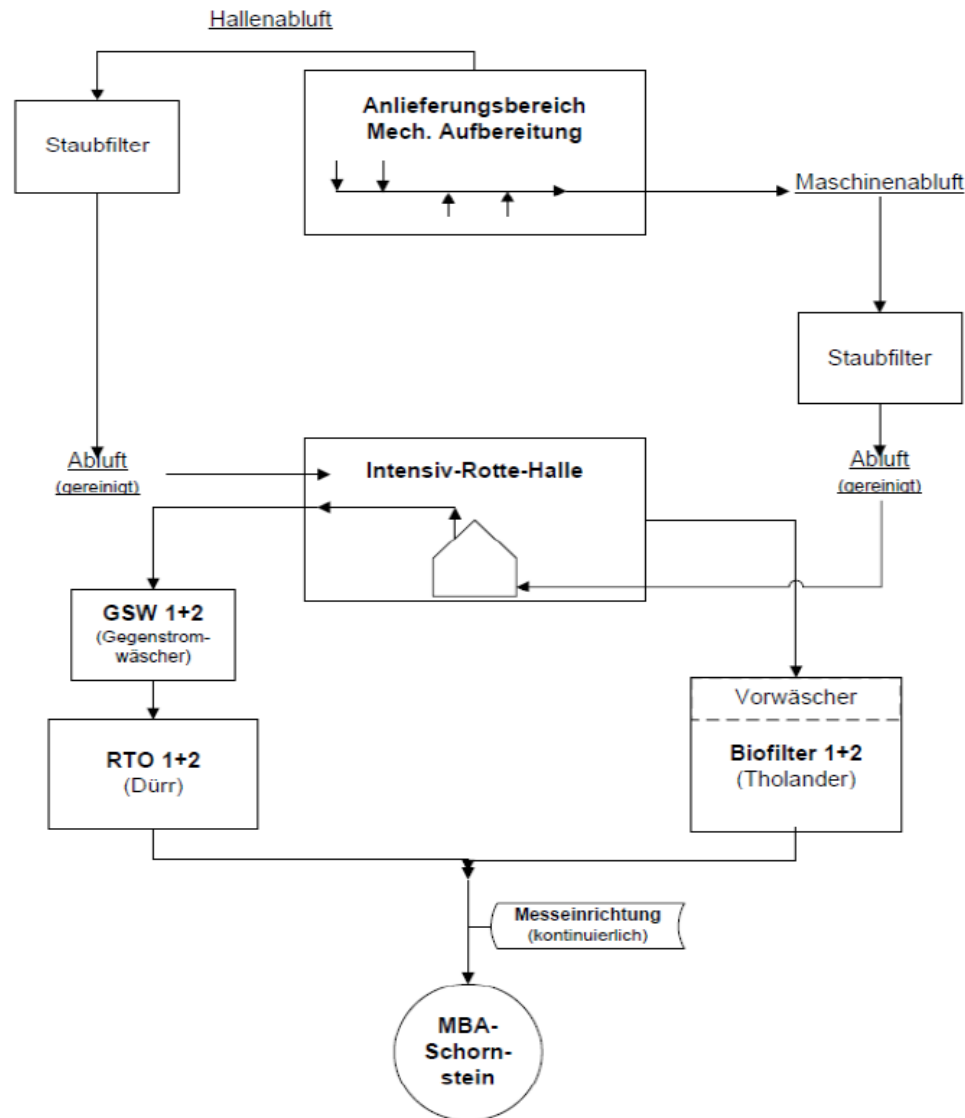
- mittlerweile über 60 Einzelanlagen
- TOC-Begrenzungen der 30. BImSchV werden eingehalten
- wird im Wesentlichen über die thermische Behandlung des Abgases bzw. der höher belasteten Abgasteilströme erreicht



## 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 ( $\text{SiO}_2$ )

- 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 <sup>3</sup>	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