



# Einsatzmöglichkeiten von Deponiestabilisierungsmaßnahmen auf kleineren Siedlungsabfaldeponien

Marco Ritzkowski, Kai-Uwe Heyer\*

HiCCE – Hamburg Institute for Innovation, Climate Protection and Circular Economy GmbH  
Bullerdeich 19, 20537 Hamburg

\*IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Prof. R. Stegmann und Partner  
Schellerdamm 19-21, 21079 Hamburg

- Hintergrund
- Leistungsspektrum und Konzepte der Deponiebelüftung
- Modellannahmen
- Szenarien und Sanierungsvarianten
- Ergebnisse
- Fazit

- Erste Deponiebelüftungsprojekte in D seit 1999
- Erfolgsnachweise geführt (Laborbedingungen und großtechnisch)
- Hinweis zur Deponiebelüftung im österreichischen Abfallrecht
  - DepV 2008
- Hinweis zur Deponiebelüftung im deutschen Abfallrecht
  - DepV 2009
- Berücksichtigung als Maßnahme zum Klimaschutz
  - International: UNFCCC mit der CDM-Methodik AM0083 (2009)
  - National: NKI mit der Kommunal-RL (seit 2014)



- Forschungsk Kooperation mit der Deponie Teuftal AG in der Schweiz (2012 – 2020)
  - Aktive Belüftung des Altdeponiekörpers seit 2014
- Beauftragung durch das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (2019)
  - Potential und Möglichkeiten einer aktiven Aerobisierung – Erstellung einer Situationsanalyse für den Standort Deponie Gummersloch, Köniz
- Erstellung einer “**Expertise Aerobisierung von Siedlungsabfalldeponien**” für das schweizerische Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2021-2022)
  - Kooperation mit IFAS, Sieber Cassina + Partner AG sowie Carbotech AG

- 15.000 alte Ablagerungsstandorte in der Schweiz
  - ca. 50% davon Siedlungsabfalldeponien
- **Ablagerungsverbot** für unbehandelte Siedlungsabfälle und organische Abfälle seit 2000
- Gemäß der Verordnung für die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) müssen **Umweltgefährdungen** aktuell unterbunden und (spätestens) **50 Jahre** nach Abschluss **ausgeschlossen** werden.
- Vor diesem Hintergrund werden **Deponiebelüftungsmaßnahmen** untersucht.



- **Prüfung und Beurteilung**, ob und ggf. unter welchen Randbedingungen das **Aerobisieren** von Siedlungsabfalldéponien im Vergleich zu anderen Sanierungsvarianten (**Fortführung Status Quo, Déponierückbau, aktive Entgasung ohne Aerobisierung**) eine geeignete Sanierungsvariante darstellt.
- Belüftung als Maßnahme zur **Reduktion der Nachsorgedauer** und/oder zur **Sanierung eines Standorts**

1. **Bestandsaufnahme**
2. **Ermittlung** des noch vorhandenen **Emissionspotenzials** mit ergänzenden Untersuchungen (Erkundungsbohrungen mit Abfallfeststoffuntersuchungen, Absaug- und Belüftungsversuche).
3. **Planung** geeigneter **Maßnahmen** zur beschleunigten und kontrollierten Reduzierung des Restemissionspotenzials (Aerobe in situ Stabilisierung, ggf. ergänzend Befeuchtungsmaßnahmen), Angaben zu Technik und Betriebsführung.
4. **Überwachungsprogramm** zur Optimierung und zum **Nachweis** der erfolgreichen Durchführung der Maßnahme(n).

Der Gehalt an **bio-verfügbarem Kohlenstoff ( $C_{\text{bio}}$ )** bestimmt

- den **Einsatzbereich** technischer Maßnahmen *und*
- die **Bilanzierung** der Maßnahme im Hinblick auf deren Abschluss.

$C_{\text{bio}}$ (kg/Mg TS)	Maßnahme
> 12	aktive Gaserfassung (Absaugung via Gasbrunnen) und Gasverwertung
6 - 12	übergangsweise noch Deponiegasabsaugung und Gasbehandlung, oder in vielen Fällen direkt Deponiebelüftung
2,5 - 6	Deponiebelüftung oder passive Gasbehandlungsverfahren
< 2,5	Prüfung, ob Deponiebelüftung technisch und wirtschaftlich realisierbar

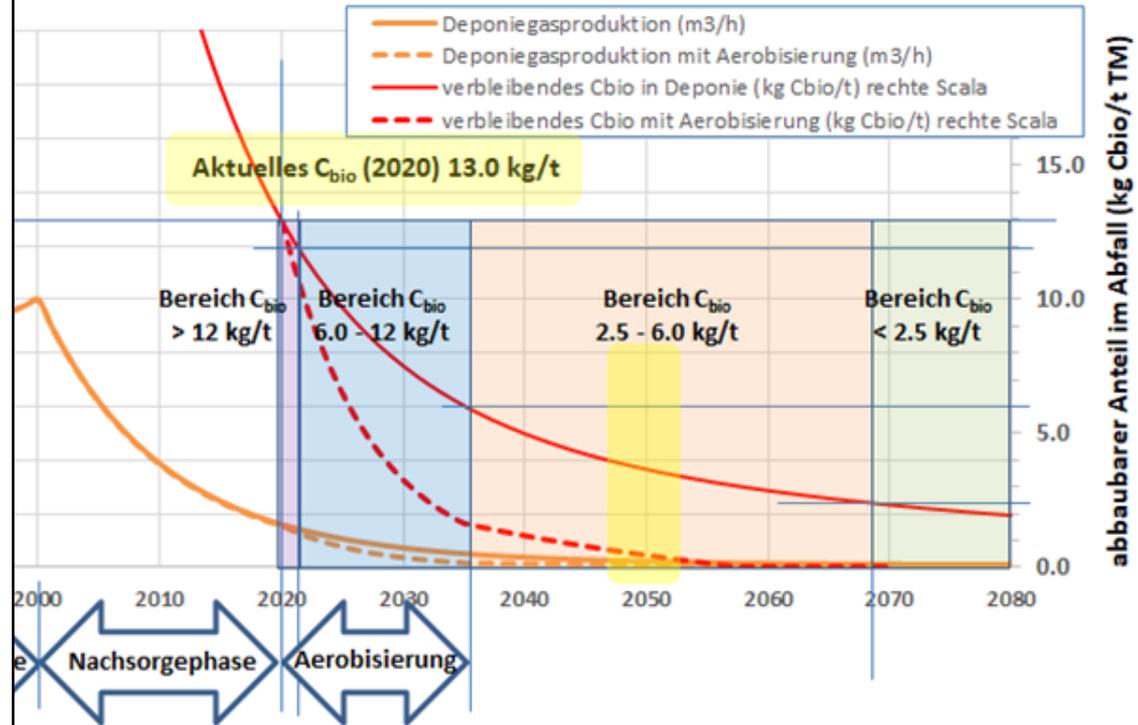
- **Klassische Siedlungsabfalldeponie der 80er-Jahre**, mit einem Deponievolumen von 500.000 m<sup>3</sup> (entspricht ca. 600.000 Mg FM bzw. 450.000 Mg TM bzw. einer Fläche von 6,5 ha bei einer Ablagerungsmächtigkeit von bis zu 15 m)
- **Sickerwasserrate** beträgt **30%** des Jahresniederschlags
- konventionelle **Oberflächenabdeckung** ( $k_f$ -Wert =  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s) Rekultivierung
- **Abfallinventar** entsprechend Erhebung des BAFU
- **Deponiegasproduktion** nach der IPCC-Methode berechnet
- Kein Ansatz der **Methanoxidation** in der Abdeckung
- **Deponieabschluss** vor 20, 30 bzw. 50 Jahren

1. **Status Quo**; Die Deponie wird sich selbst überlassen und die Abbauprozesse klingen über die nächsten 50 Jahre allmählich ab.
2. **Deponierückbau**; Die Deponie wird ausgehoben, die Abfälle sortiert, transportiert, behandelt und extern entsorgt.
3. **Aerobisierung**; Der Deponiekörper wird aktiv belüftet und die Abluft gefasst und behandelt (mittels Gasmotors oder Gasfackel, soweit brennbar und mittels katalytischer Oxidation, wenn nicht mehr selbst brennbar).
4. **Aktive Entgasung ohne Aerobisierung**; Der Deponiekörper wird aktiv entgast und die Deponiegase gefasst und behandelt (mittels Gasmotors oder Gasfackel, soweit brennbar und mittels katalytischer Oxidation, wenn nicht mehr selbst brennbar).

## Szenario 1: C<sub>bio</sub> > 12 kg/t TM

### THG-Emissionen (Langzeitbetrachtung über 50 Jahre bis 2070)

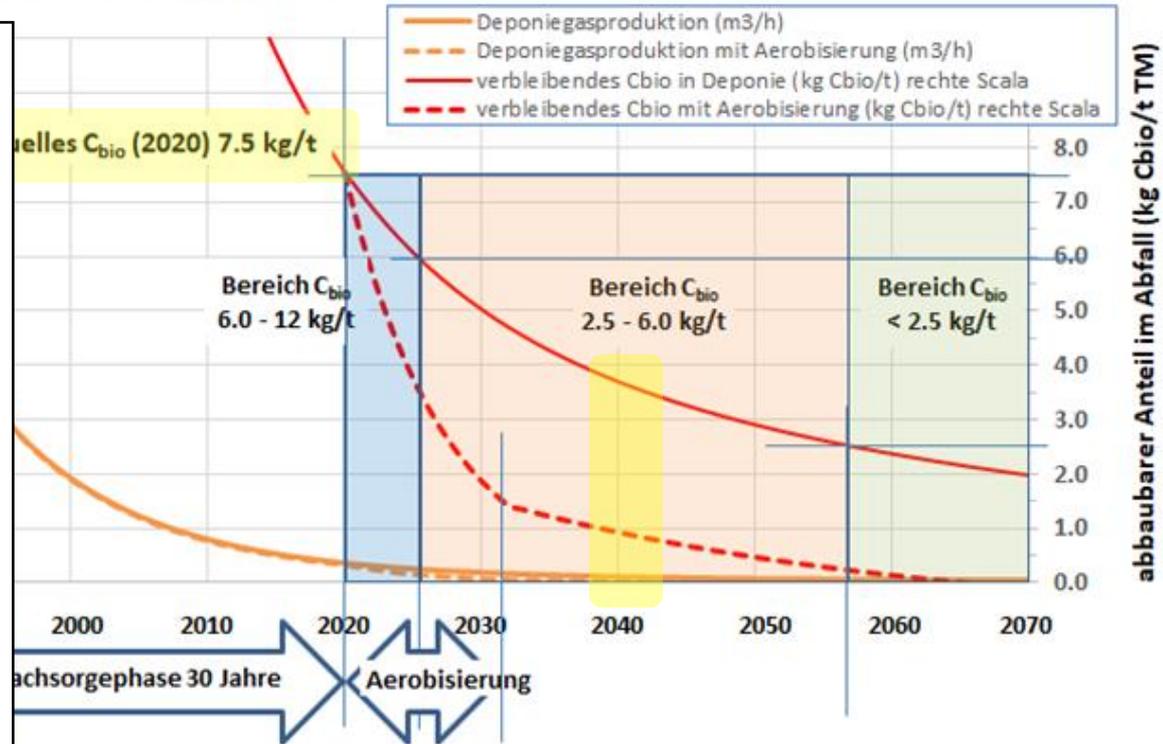
- **Variante 1** (Status quo)  
105.464 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 3** (Belüftung)  
34.138 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 4** (Entgasung +  
Fackel)  
43.111 Mg CO<sub>2,e</sub>



## Szenario 2: $12 \text{ kg/t TM} > C_{\text{bio}} > 6 \text{ kg/t TM}$

### THG-Emissionen (Langzeitbetrachtung über 50 Jahre bis 2070)

- **Variante 1** (Status quo)  
54.834 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 3** (Belüftung)  
19.728 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 4** (Entgasung +  
Fackel)  
24.563 Mg CO<sub>2,e</sub>

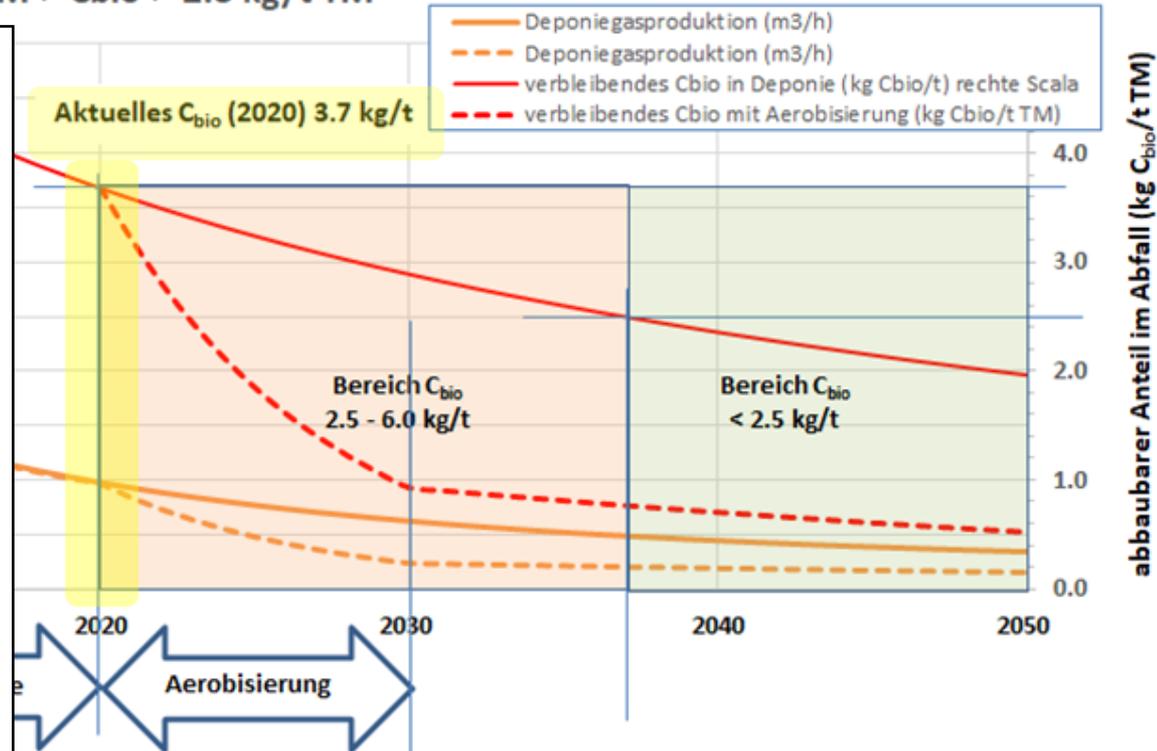


## Szenario 3: $6 \text{ kg/t TM} > C_{\text{bio}} > 2.5 \text{ kg/t TM}$

### THG-Emissionen

(Langzeitbetrachtung über 50 Jahre bis 2070)

- **Variante 1** (Status quo)  
21.994 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 3** (Belüftung)  
7.229 Mg CO<sub>2,e</sub>
- **Variante 4** (Entgasung + Fackel)  
10.962 Mg CO<sub>2,e</sub>



- Im Rahmen der Studie wurden die Umweltauswirkungen der verschiedenen Sanierungsvarianten mit der Methode der **Ökobilanz** (Life Cycle Assessment, LCA) modelliert.
- Vergleichsbasis (Funktionelle Einheit):
  - exemplarische Siedlungsabfalldeponie über einen **Zeitraum von 50 Jahren** ab Sanierungsbeginn
  - Die Systemgrenzen umfassen alle **relevanten direkten und indirekten Prozesse**, welche für die Sanierung notwendig sind sowie deren vor- und nachgelagerten Prozesse.

D.h. es werden z.B. nicht nur die Emissionen der Baumaschinen oder Transporte betrachtet, sondern auch die Bereitstellung der Treibstoffe, die Herstellung der Maschinen und der Infrastruktur, wie z.B. Strassen sowie die Bereitstellung und ggf. Entsorgung der benötigten Materialien.

## Rahmenbedingungen:

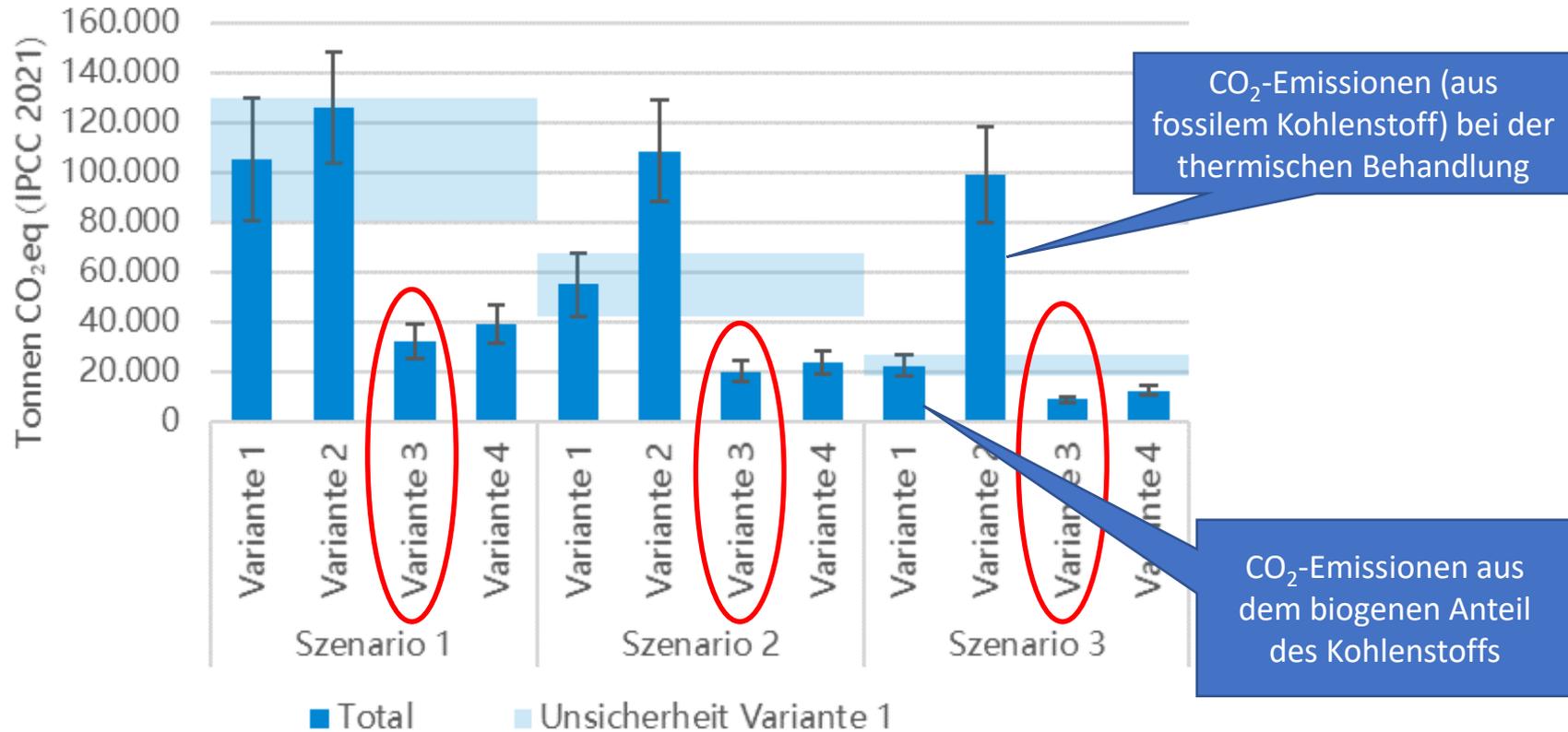
- Deponieinfrastruktur ausgeklammert (alle Szenarien gleich)
- (zusätzliche) Bohrungen für Gasbrunnen berücksichtigt
- Gasemissionen je Variante und Szenario
- Sickerwasseremissionen über 100 Jahre (linear)
- Nach Rückbau keine weiteren deponiespezifischen Umweltbelastungen
- Energierückgewinnung bei thermischer Behandlung berücksichtigt

## Methode der ökologischen Knappheit:

- Treibhausgasemissionen
- weitere Luftschadstoffe
- Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen
- Versauerungs-Emissionen
- Emissionen ins Wasser und Boden

werden zu einer einzigen Kenngröße  
(**Umweltbelastungspunkte [UBP]**) zusammengefasst.

# Klimabelastungen (nach IPCC)



- Deponierückbau verursacht die höchsten Klimabelastungen
- Belüftung und Entgasung (ohne Belüftung) reduzieren die THG-Emissionen zwischen 45 und 70%

Szenario 1 C <sub>bio</sub> > 12 kg/t TM		Szenario 2 12 kg/t TM > C <sub>bio</sub> < 6 kg/t TM		Szenario 3 6 kg/t TM > C <sub>bio</sub> < 2.5 kg/t TM	
Variante 3	Variante 4	Variante 3	Variante 4	Variante 3	Variante 4
69%	63%	64%	57%	61%	45%

- Reduzierungspotenzial ist äquivalent zum C<sub>bio</sub>
- THG-Emissionen aus technischen und betrieblichen Maßnahmen spielen nur untergeordnete Rolle

- Mit der Belüftung einer 20-Jahre geschlossenen Deponie können ca. 73.200 Tonnen CO<sub>2-eq</sub> eingespart werden.
- Das entspricht ca. den jährlichen CO<sub>2-eq</sub> Emissionen von 13.500 Menschen in der Schweiz.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Marco Ritzkowski**

marco.ritzkowski@hiicce.hamburg



Hiicce – Hamburg Institute for Innovation, Climate Protection and Circular Economy