

**Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme**

**ORKESTRA2-Workshop 25. März 2014 Kassel**

**15 Jahre Praxiserfahrung mit der Deponiebelüftung:  
Aufwand, Kosten, NKI-Investitionsförderung und  
Kostensenkungspotenziale in der Stilllegung und  
Nachsorge**

**Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer**

**Dr.-Ing. Karsten Hupe**

**Dipl.-Ing. A. Koop**

**Dipl.-Ing. R. Hiemstra**

**Prof. Dr.-Ing. Rainer Stegmann**

**IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft**

***Prof. R. Stegmann und Partner, Hamburg***



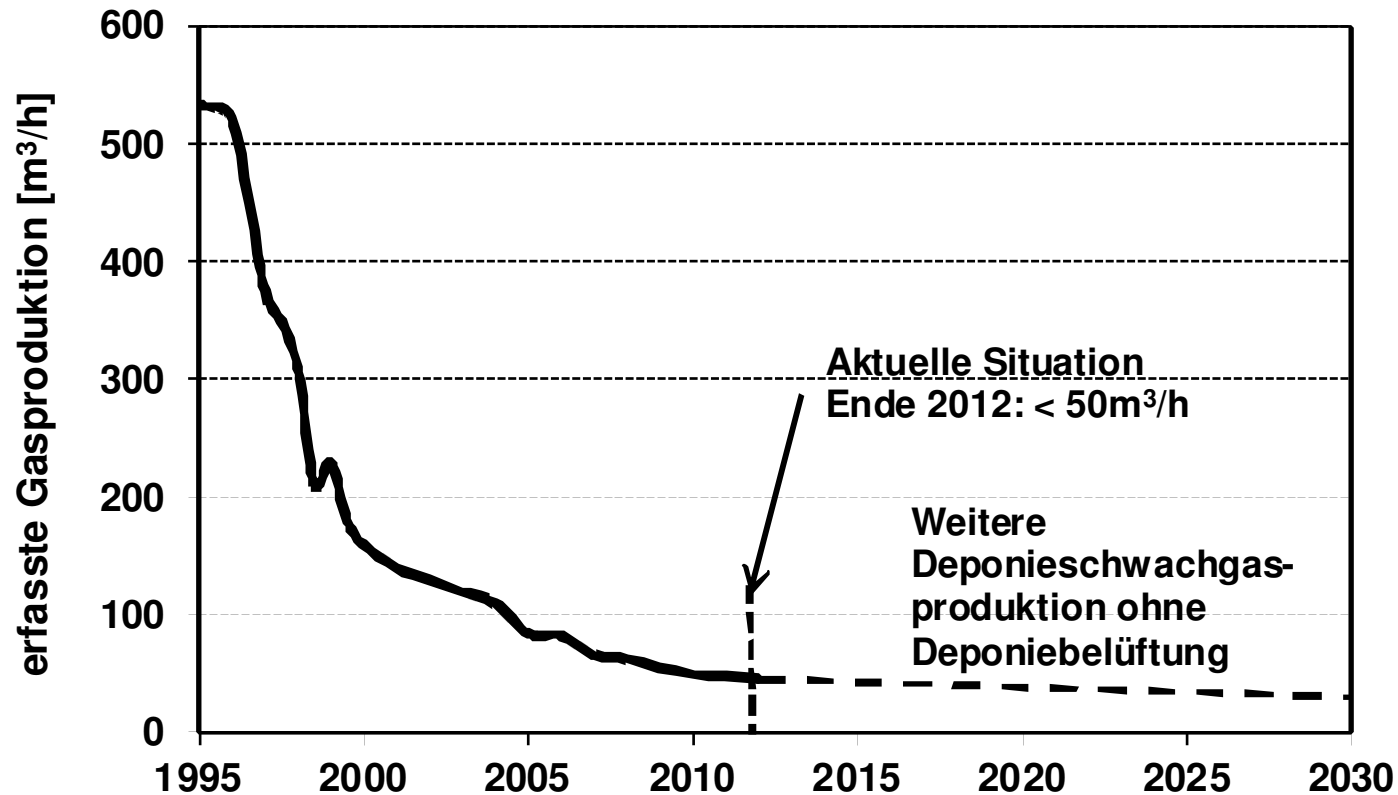


## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

- **Projektentwicklung:**
  - **Potenzialanalyse**
  - **Förderantrag**
- **Projektumsetzung:**
  - **Installation, Betrieb, Überwachung**
- **Weiteres Vorgehen**



## Erfasste Deponiegasproduktionsraten 1995 bis 2013, weitere Entwicklung ohne Deponiebelüftung

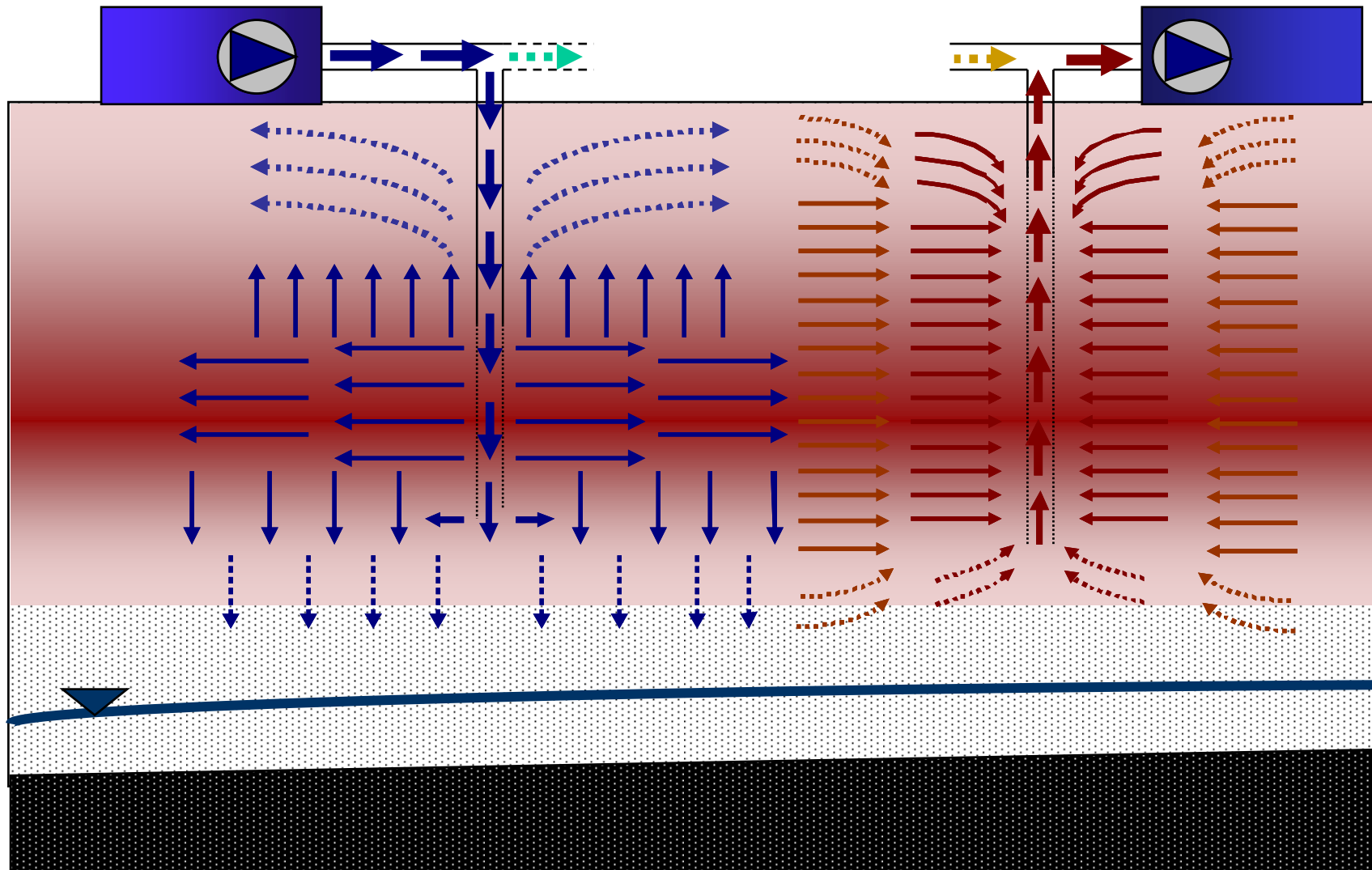




# Beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung

Belüftungsaggregat

Ablufferfassung und -behandlung





## § 25, Abs. 4 Deponieverordnung

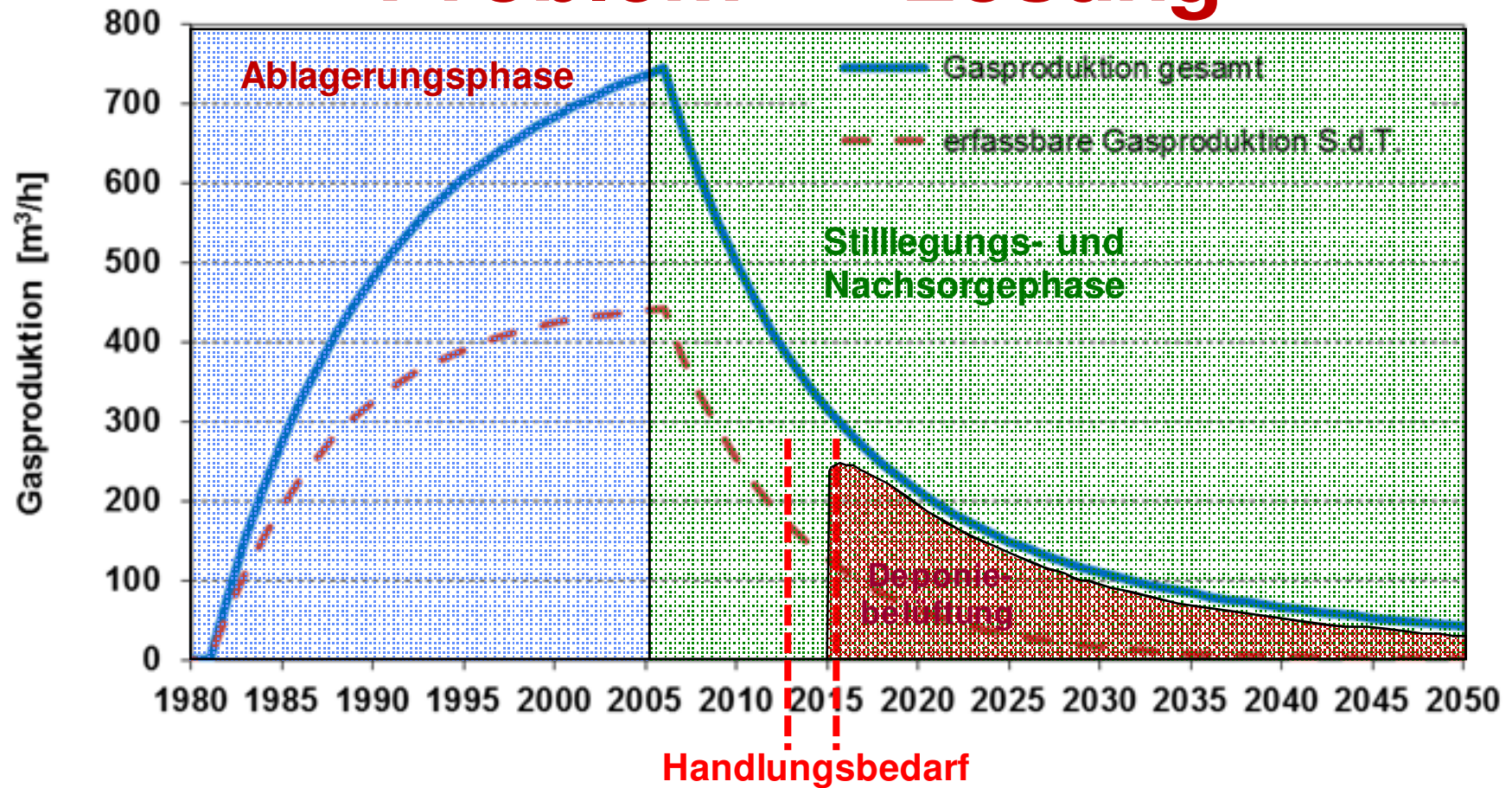
Bei Deponien oder Deponieabschnitten, auf denen Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme und andere Abfälle mit hohen organischen Anteilen abgelagert worden sind, kann zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens eine gezielte Befeuchtung durch Infiltration, eine Belüftung des Abfallkörpers oder eine Kombination der Verfahren zugelassen werden, wenn nachfolgende Mindestanforderungen erfüllt sind:

2. Bei einer Belüftung des Abfallkörpers:
  - a) sind **Einrichtungen zur gezielten und kontrollierten Belüftung und Ablufferfassung** vorhanden, so dass unkontrollierte gasförmige Emissionen weitgehend vermieden werden,
  - b) wird eine an die **Abluftbeschaffenheit angepasste Abluftbehandlung** durchgeführt, so dass schädliche Emissionen weitgehend vermieden werden,
  - c) sind **relevante Mengen noch biologisch abbaubarer organischer Substanz im Deponiekörper nachgewiesen.**
3. Bei einer gezielten Befeuchtung oder Belüftung des Abfallkörpers sind der **Wasserhaushalt, der Gashaushalt, die Temperaturentwicklung und die Setzungen des Deponiekörpers zu kontrollieren.**

**Niederdruckbelüftung AEROflott erfüllt alle Anforderungen der Deponieverordnung!**

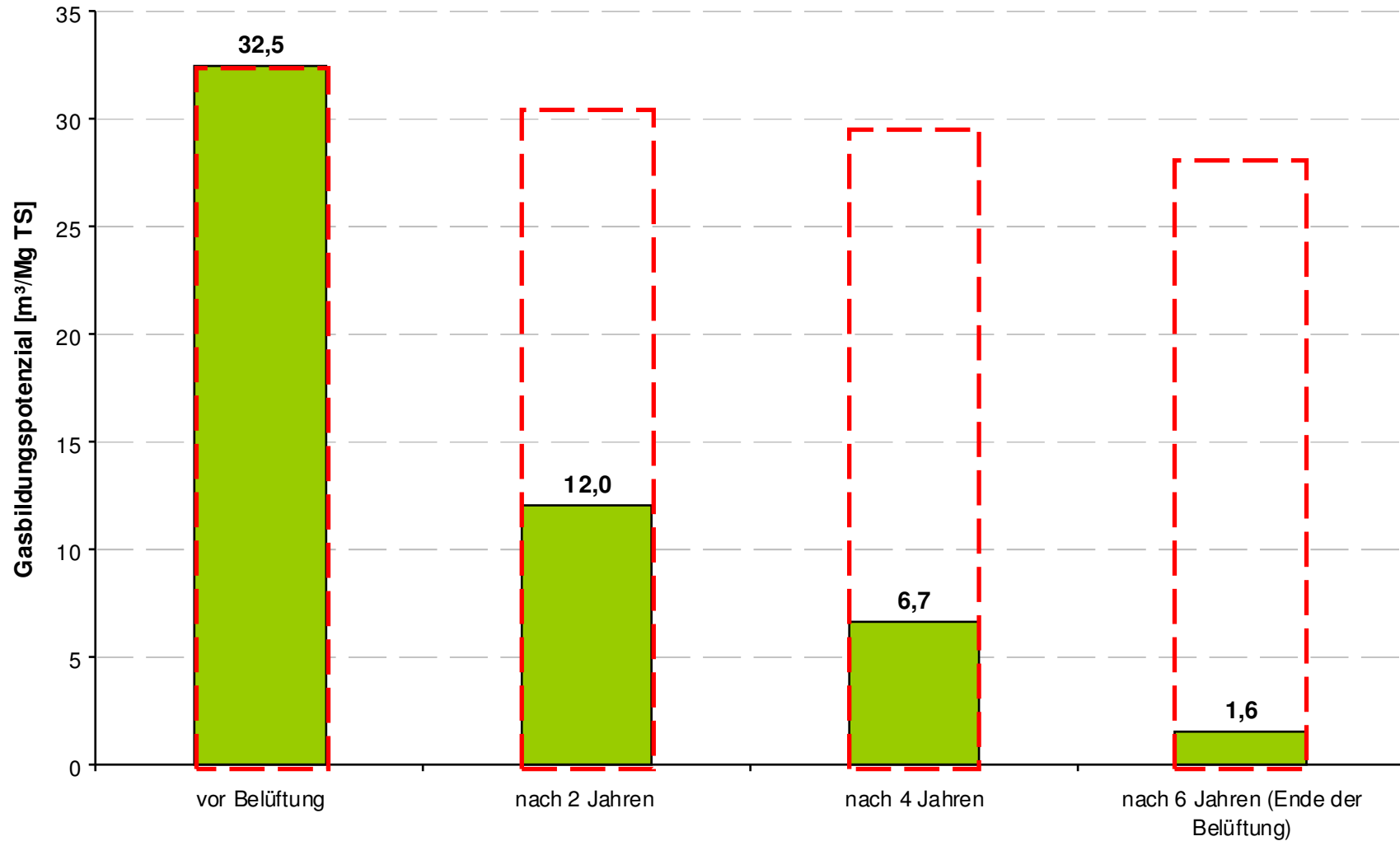


# Problem – Lösung





## Beschleunigte Reduzierung des Methanbildungspotenzials Vermiedene langfristige Deponiegasproduktion



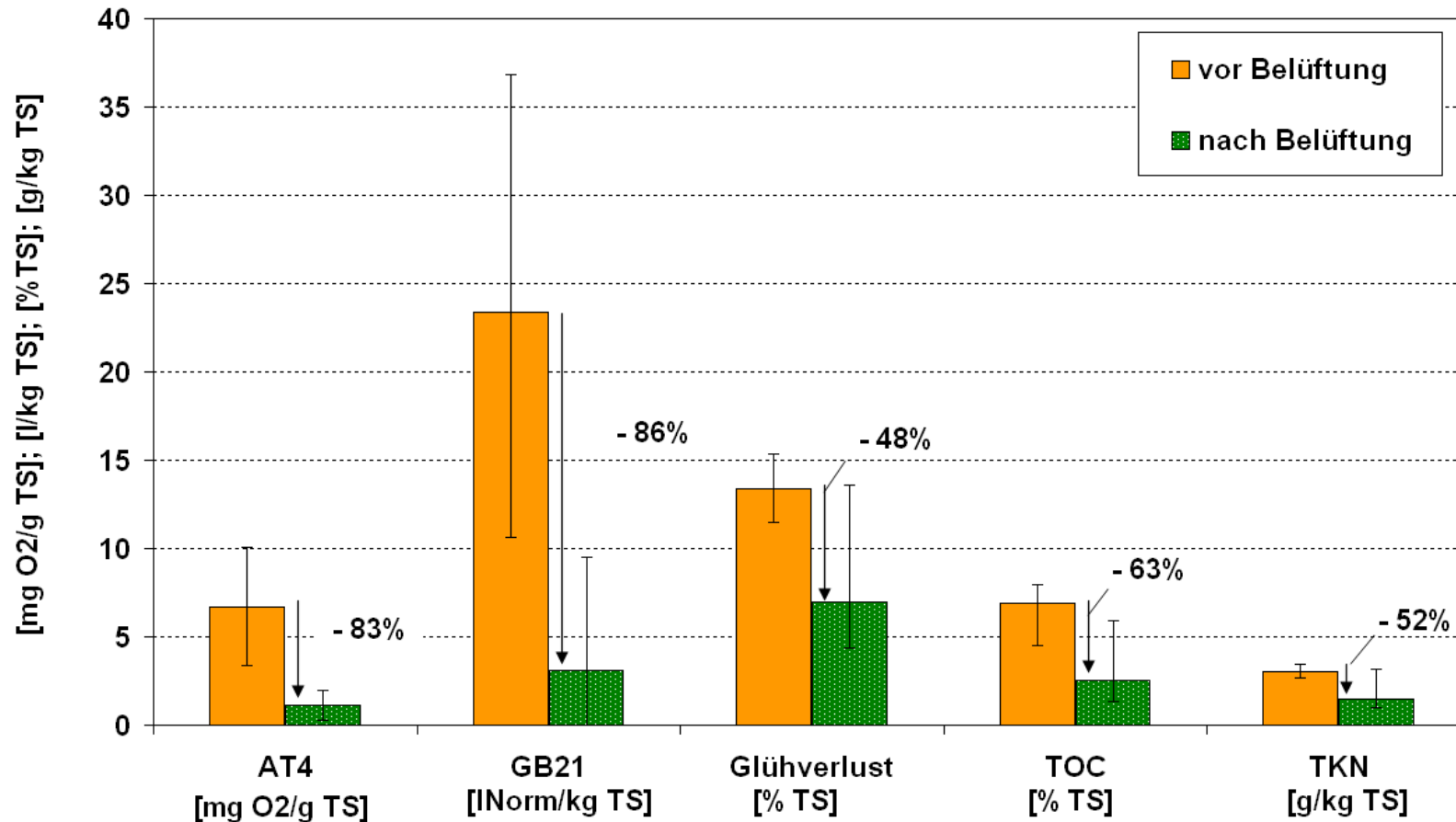
 Deponiebelüftung / Aerobisierung

 anaerobe Verhältnisse (baseline)



## Erfolgskriterium „Biologische Restaktivität“

Vergleich chemisch/physikalischer (GV, TOC, TKN) und biologischer Parameter (AT<sub>4</sub>, GB<sub>21</sub>) vor und nach sechsjähriger in situ Belüftung der Altdeponie Kuhstedt



Quelle: Ritzkowski (TU Hamburg-Harburg) – Beispiel: Kuhstedt





## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

- **Projektentwicklung:**
  - **Potenzialanalyse mit Voruntersuchungen**
  - **Förderantrag**
- **Projektumsetzung:**
  - **Installation, Betrieb, Überwachung**
- **Weiteres Vorgehen**



Internet: [www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen](http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen)



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen  
Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative

# Merkblatt Erstellung von Klimaschutz- Teilkonzepten

Hinweise zur Antragstellung

Fassung vom 15.10.2013



## Anforderungen an die Inhalte der Potenzialanalyse:

1. Bestandsaufnahme
2. Potenzialanalyse
3. Maßnahmenkatalog
4. Monitoring-Konzept

**Erkundungsmaßnahmen  
(bereits förderfähig zu 50%)**



## 1. Bestandsaufnahme

- Deponiefläche, Form und Volumen
- Ablagerungsmasse und -zeitraum
- Abfallinventar
- Barrieren, insbesondere Basis- und Oberflächenabdichtung
- technische Bestandsaufnahme inkl. Funktionalitätsprüfung der vorhandenen Einrichtungen zur Deponiegaserfassung und -behandlung
- Untersuchung der Gasbrunnen
- Angaben zum Deponieverhalten wie Deponiegasemissionen
- Aussagen zu Setzungen
- Anteil an der Organik
- Gasqualität, mindestens anhand der Parameter CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>



## 2. Potenzialanalyse

- **Bewertung des Emissionspotenzials** durch Ermittlung des **Gasbildungspotenzials** nach der First Order Decay Methode (IPCC Guidelines 1996).
- **Analyse der Optimierungspotenziale** bestehender technischer Einrichtungen zur **Deponiegaserfassung und -behandlung** sowie Prüfung des Einsatzes von Schwachgasbehandlungsanlagen.
- **Voruntersuchung zur technischen Umsetzung** geeigneter Methoden zur gezielten Beeinflussung und Reduzierung des **Methan-Gasbildungspotenzials**.



## Vorgehen zur Potenzialanalyse:

### 2. Potenzialanalyse – Abschätzung der klimarelevanten Emissionsminderungen

*Bewertung des Potenzials des Organikanteils, der zu den klimarelevanten Deponiegasemissionen führt*

Dazu in der Regel Erkundungsmaßnahmen:

- **Aufschlussbohrungen zur Beurteilung Deponiekörper (z.B. Temperaturen, Gashaushalt, Wasserhaushalt)**
- **Abfallfeststoffprobenahme und Abfallanalyse zur Bestimmung der biologisch abbaubaren Restorganik (Bioverfügbarer Kohlenstoff)**

**Damit wird die Mindestanforderung 2. c) des § 25, Abs. 4 DepV erfüllt.**



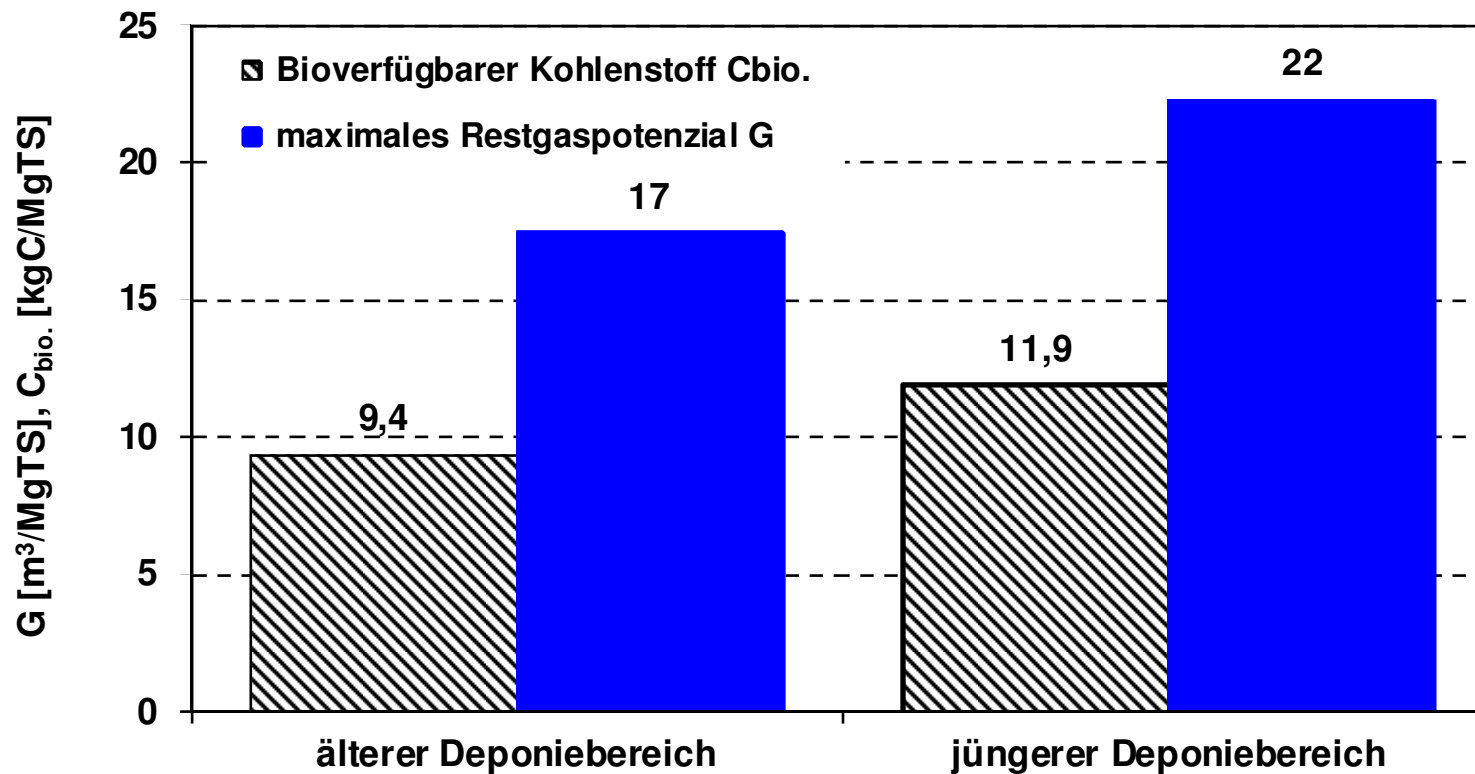
## In Deponien noch vorhandenes biologisch abbaubares Kohlenstoffpotenzial

### Kennwerte größerer SiedlungsabfalldPONien zum Kohlenstoffgehalt und zum Restgaspotenzial

Deponie-standort	Ablagerungs-alter [a]	Bioverfügbarer Kohlenstoff $C_{\text{bio.}}$ [kg $C_{\text{bio.}}$ /MgTS]	Anteil am Gesamt-kohlenstoffgehalt $C_{\text{bio.}}$ zu TOC [%]	Maximales Restgas-potenzial [m <sup>3</sup> /MgTS]
<b>B</b>	<b>16</b> 7 - 22	<b>13</b> 4 - 28	<b>6</b> 1 - 13	<b>24</b> 8 - 53
<b>A</b>	<b>17</b> 9 - 22	<b>17</b> 9 - 26	<b>8</b> 4 - 17	<b>31</b> 18 - 48
<b>E</b>	<b>18</b> 7 - 26	<b>12</b> 3 - 33	<b>6</b> 1 - 17	<b>23</b> 6 - 61
<b>C</b>	<b>21</b> 10 - 29	<b>17</b> 7 - 37	<b>9</b> 4 - 24	<b>32</b> 13 - 70
<b>D</b>	<b>25</b> 21 - 29	<b>10</b> 3 - 24	<b>8</b> 3 - 14	<b>19</b> 6 - 45



## Bioverfügbarer Kohlenstoff $C_{bio}$ und theoretisch resultierendes Restgaspotenzial als Mittelwert des näher beprobten älteren und jüngeren Deponiebereichs







## ***Voruntersuchungen zur Deponiebelüftung zur standortangepassten Umsetzung:***

### **Ziel:**

- **Zustand Gasbrunnen und Lufteintrag**
- **Luft-/Sauerstoffverteilung im Deponiekörper**
- **Auswirkungen auf Gashaushalt, Klimaschutzpotenzial**
- **Standortangepasstes technisches Konzept und Dimensionierung der Belüftung**

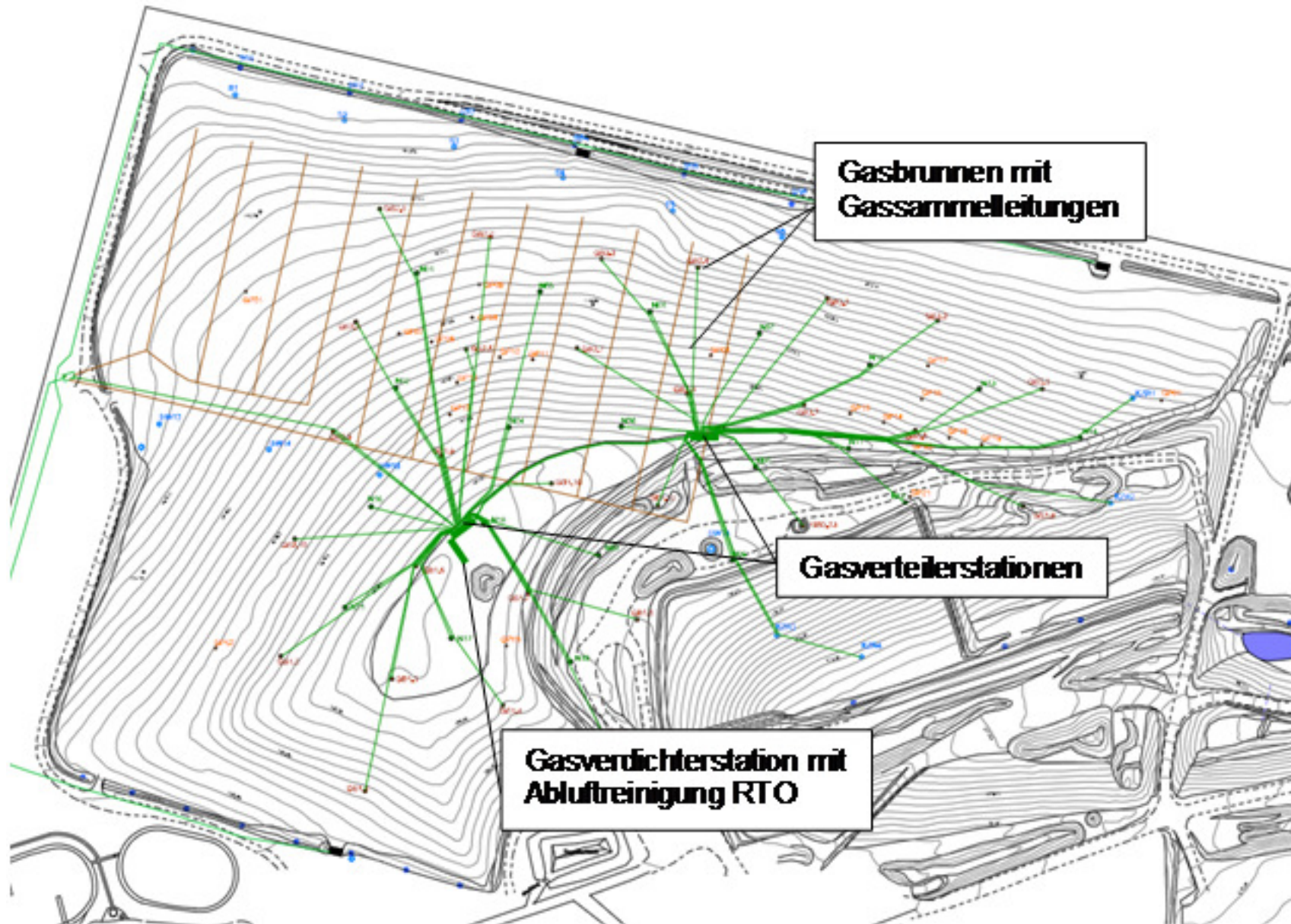


### 3. Maßnahmenkatalog

Wenn basierend auf den Erkenntnissen der Potenzialanalyse eine In-situ-Stabilisierung durchgeführt werden soll, enthält der Maßnahmenkatalog u.a. folgende Angaben:

- Beschreibung des gewählten Verfahrens
- geplantes Behandlungsziel
- Maßnahmen zur Ertüchtigung des Gaserfassungssystems
- Mess- und Regeltechnik zur Belüftung oder Absaugung
- möglicher Einsatz einer Gasbehandlung vor Beginn der aktiven aeroben Stabilisierung
- Abluftreinigungsverfahren
- ein Konzept zur Betriebsführung
- **Damit wird die Mindestanforderung 2. a-b) des § 25, Abs. 4 DepV erfüllt.**

## Gasverdichterstation, Abluftreinigungsanlage sowie Gasverteilerstationen zur Ansteuerung der Gasbrunnen zur Deponiebelüftung





## 4. Monitoring-Konzept

- Erfassung und Aufzeichnung der Belüftungs-/Absaugvolumina
- Erfassung und Aufzeichnung der Abluftbeschaffenheit
- Nachweis der Effizienz und Reinigungsleistung der Abluftreinigungsstufe
- Temperaturen im Deponiekörper
- Erfassung des Stromverbrauchs der eingesetzten Anlagen
- **Damit wird die Mindestanforderung 3.) des § 25, Abs. 4 DepV erfüllt.**

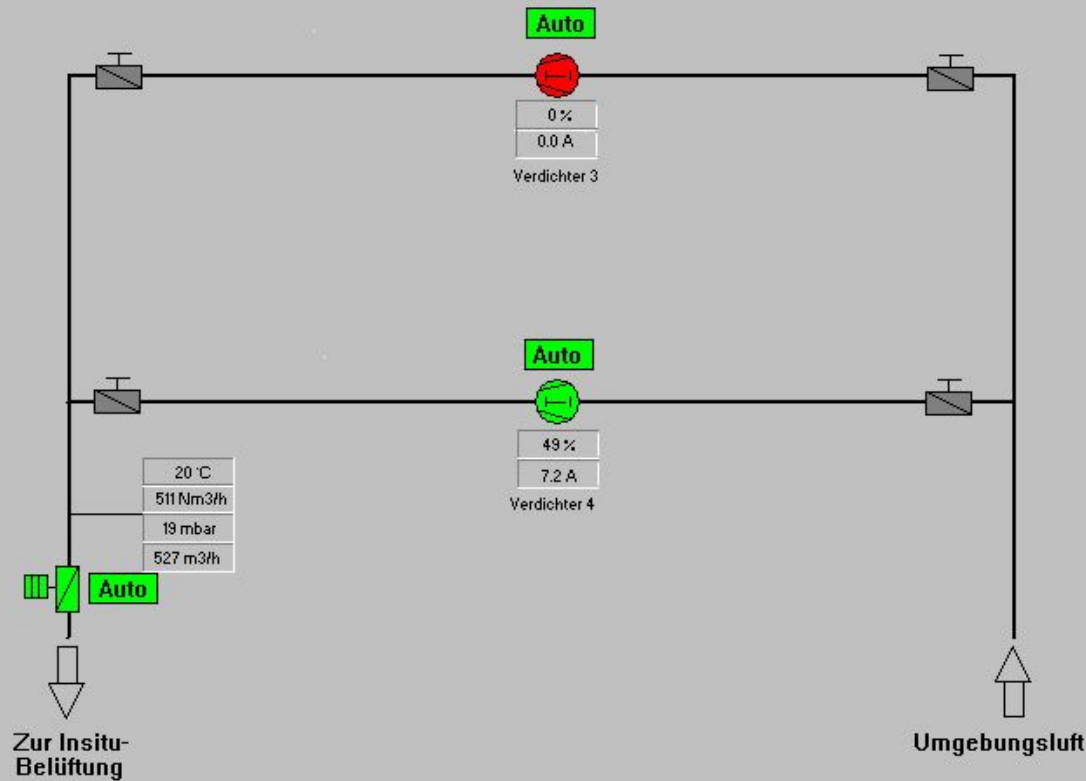


# Gasmonitoring - Belüftung

GVS in Betrieb

0.9 % CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub> > 6%
1.6 % CO <sub>2</sub>	
11.9 % O <sub>2</sub>	

E-Raumlüfter



- F1 Übersicht GVS
- F2 Übersicht Belüftung
- F3 Sollwerte
- F4 Systeminfo
- F5 Passwort
- F6 Alarm
- F7 Historie
- F8 Voosibox
- F9 Sollwerte Voosibox
- F10 Tastatur
- F11 Brunntemp. Datenlogger



# Gasmonitoring - Abluftbehandlung

Prozessbetrieb

Status Voocsibox

GVS

4002 m<sup>3</sup>/h  
0.66 % CH<sub>4</sub>

Rohgasklappe  
28.3 %

Frischlufklappe  
100 %

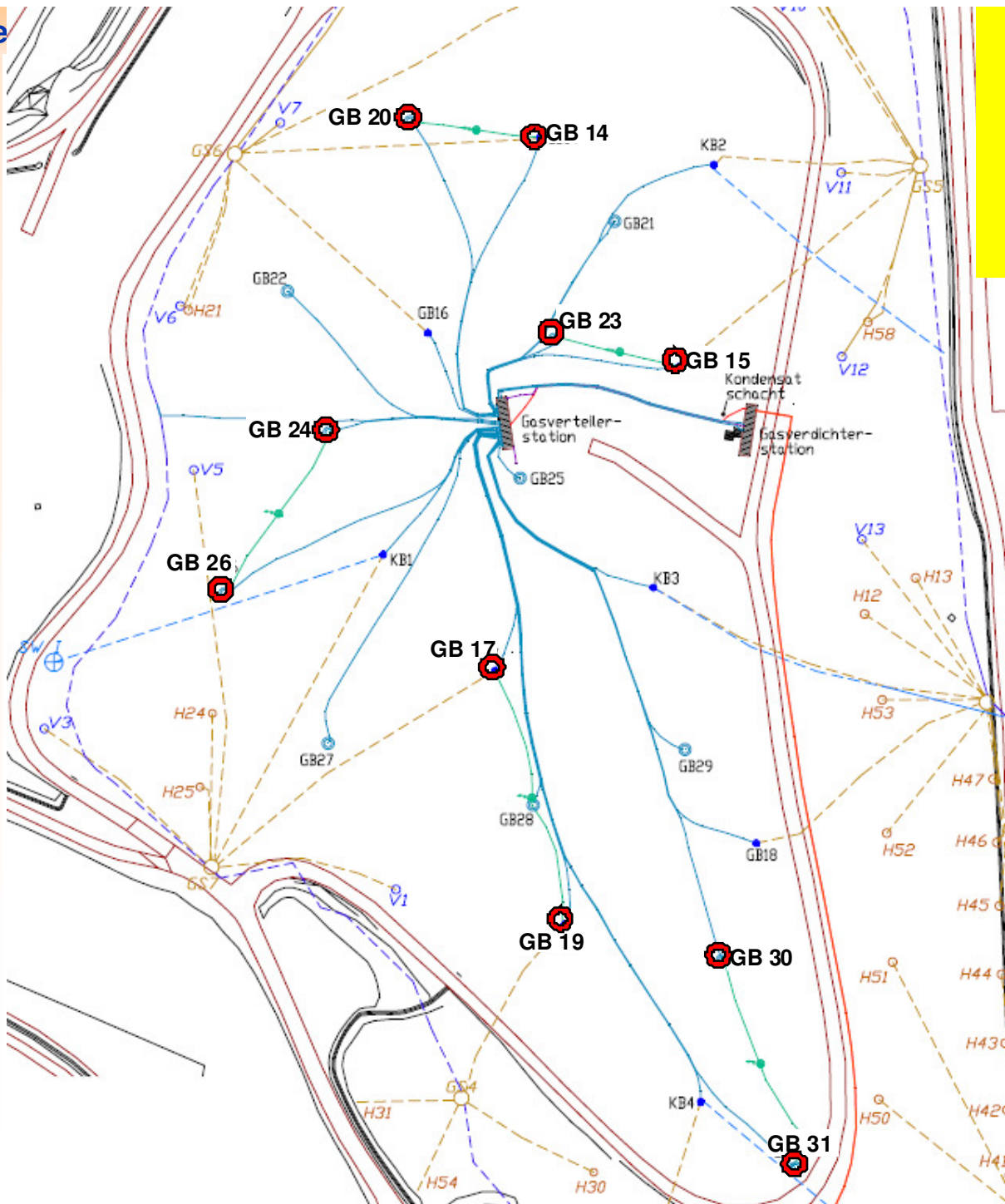
BR 2 = TE 105	937 °C	1016 °C	BR 1 = TE 102
BM 1 = TE 101	1058 °C	1086 °C	BM 2 = TE 104

196 Sek. Korrigierte Zeit aufwärts  
190 Sek. Zykluszeit  
184 Sek. Korrigierte Zeit abwärts

176.6 °C TE 1101  
34 °C TE 110-1  
105 °C TE 110-2  
185.5 °C TE 1102

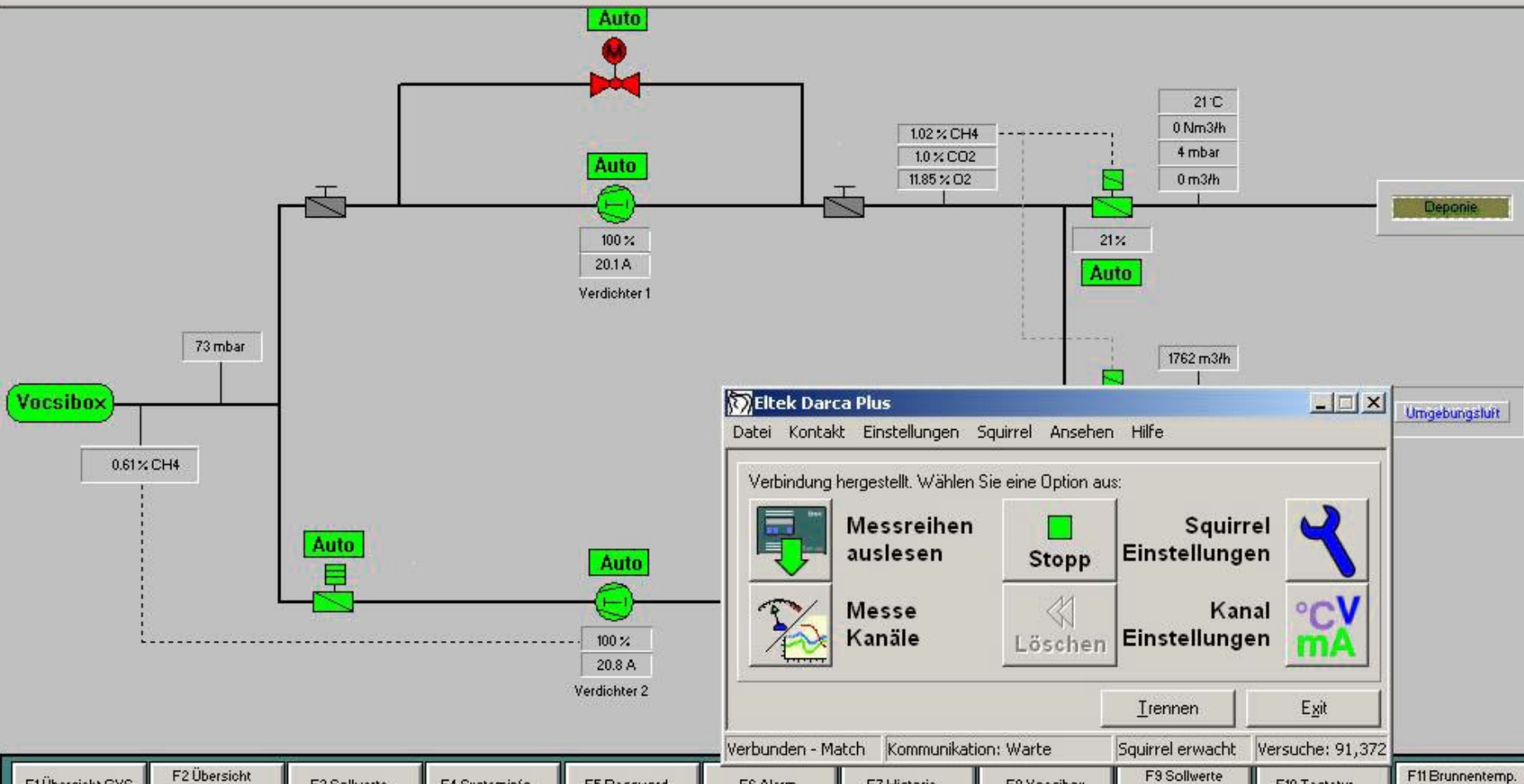
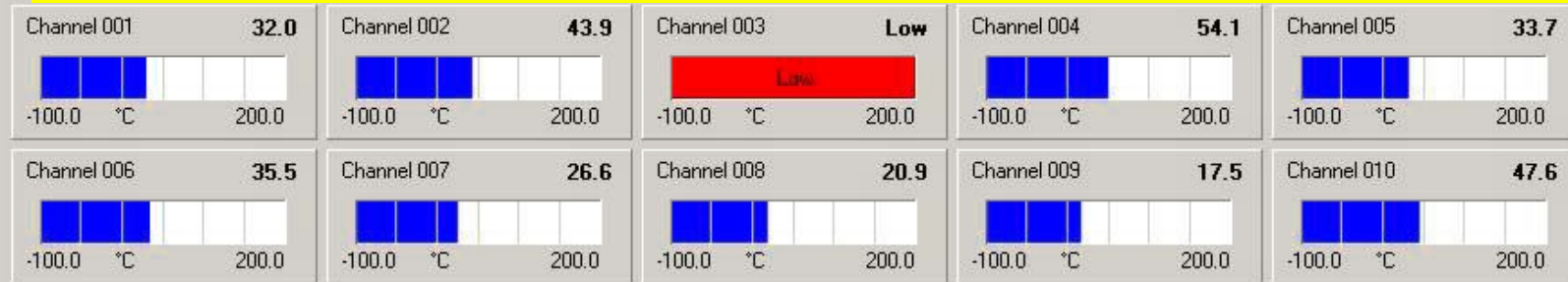
Auto Auto

Start | Doerentrup April 2012.do... | pcAnywhere Datei-Manager | DOERENTRUP-GVS - pc... | 06:46

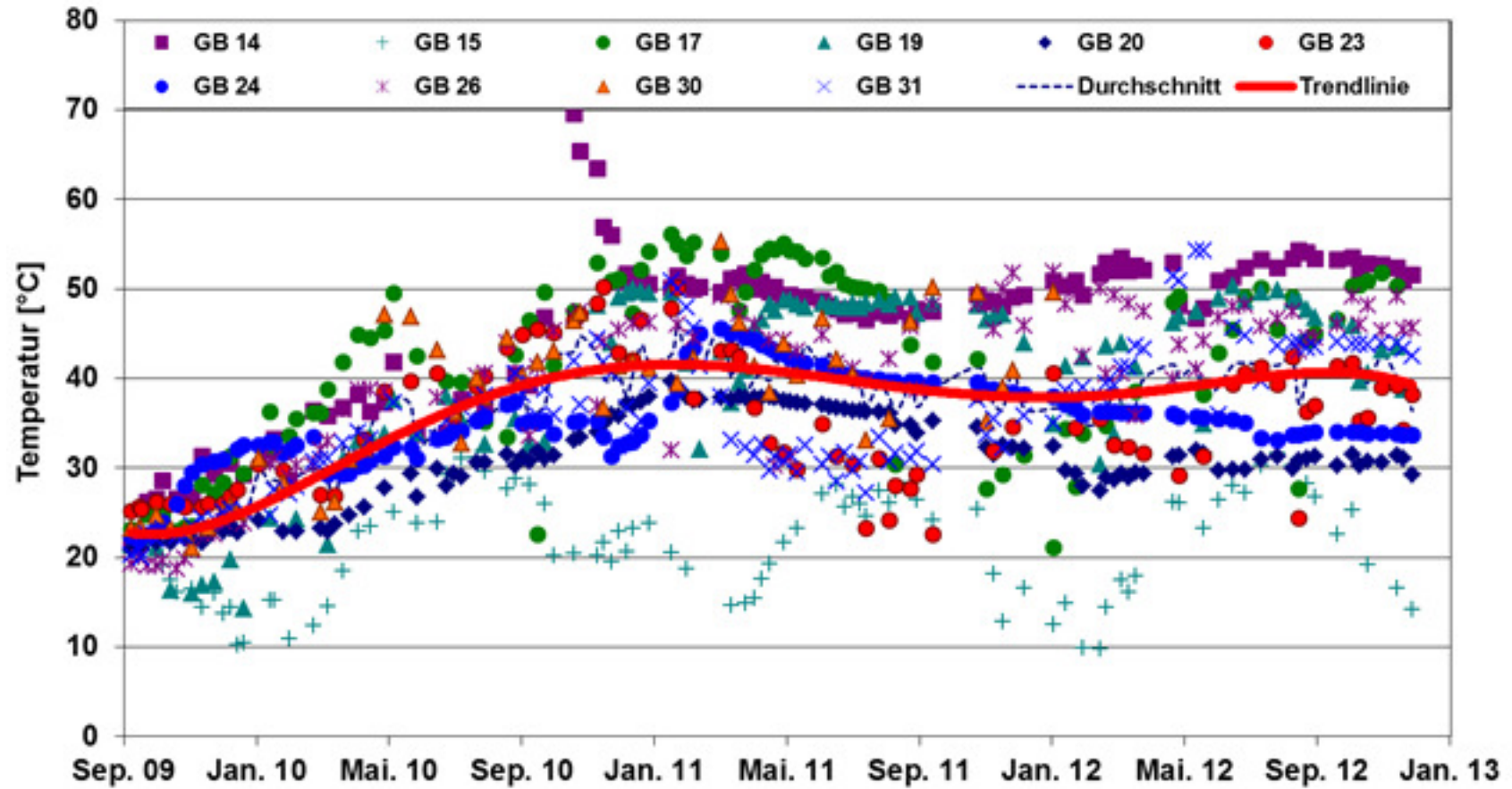


# Temperaturen im Deponiekörper

# Temperaturen im Deponiekörper









## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

- **Projektentwicklung:**
  - Potenzialanalyse
  - **Förderantrag**
- **Projektumsetzung:**
  - Installation, Betrieb, Überwachung
- **Weiteres Vorgehen**



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative

# Merkblatt Investive Klimaschutzmaßnahmen

Hinweise zur Antragstellung

Fassung vom 15.10.2013



## DIE ANTRAGSTELLUNG

Ein Antrag für die **Förderung von Investitionen in Klimaschutztechnologien zur aeroben In-situ-Stabilisierung von Deponien** enthält folgende Bestandteile:

- einen **easy-Online-Antrag** im Original mit Stempel und Unterschrift
- eine **Potenzialstudie**
- behördlicher **Genehmigungsbescheid** für die Installation von Anlagen zur Belüftung bzw. Absaugung,
- ein ausgefülltes und von der Fachfirma unterzeichnetes Exemplar der „**Anlage zur Vorhabenbeschreibung In-situ-Stabilisierung**“,
- eine Bestätigung, dass sich die zu sanierende Anlage im Eigentum des Antragstellers befindet.

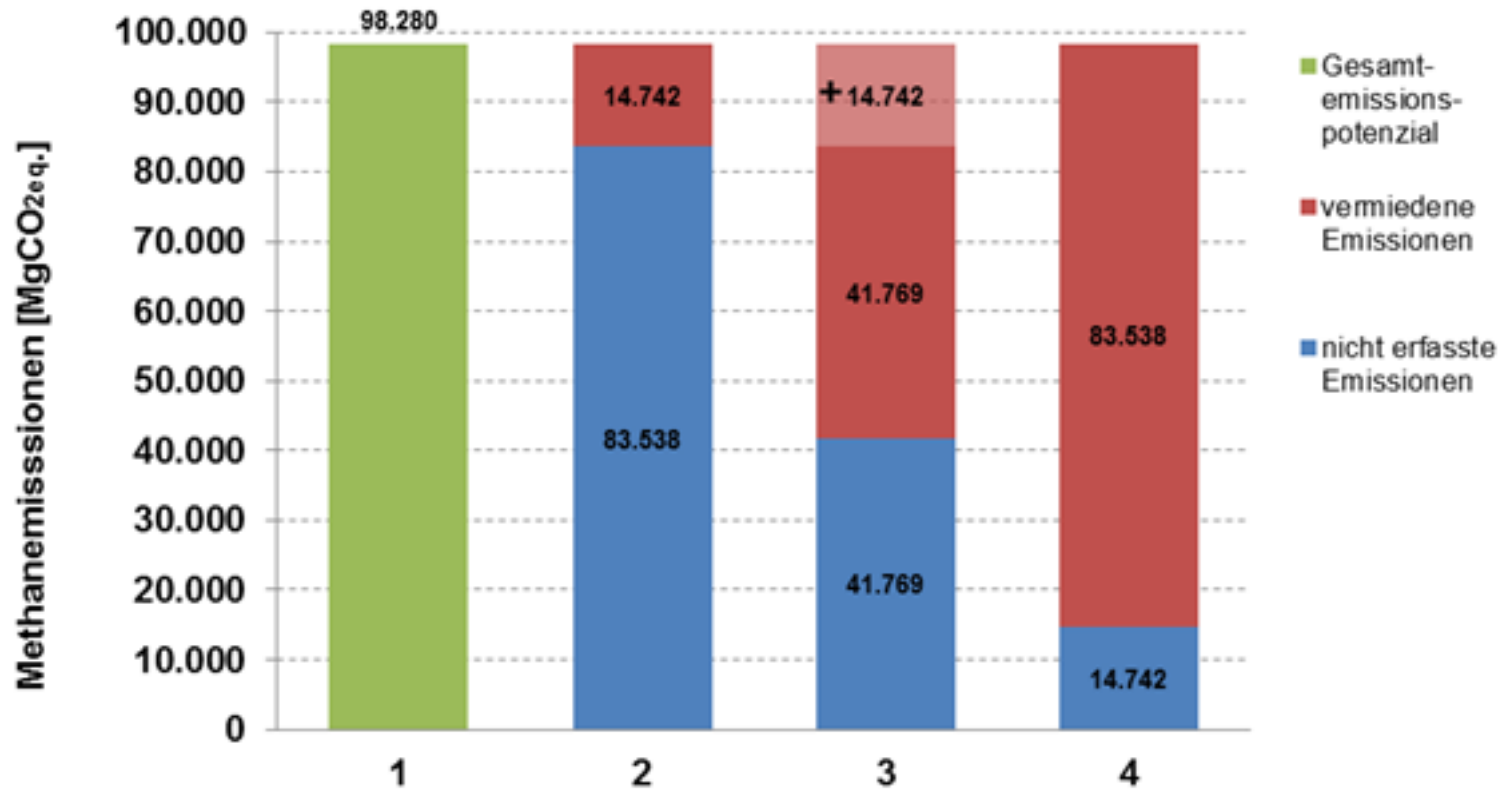


## Vorhabenbeschreibung „aerobe in-situ-Stabilisierung“ im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative.

1. **Kurze Bestandaufnahme** (*Beschreibung der Deponiefläche, Form, Volumen, Barrieren, Ablagerungsmasse und Zeitraum, Abfallinventar, Anteil an Organik, aktuelle Gasqualität*)
2. **Beschreibung der technischen Ausgangssituation** (*aktuelles Emissionspotenzial, potenzielles Optimierungspotenzial bestehender technischer Einrichtungen, Ergebnis der Voruntersuchung zum Einsatz von Belüftungsverfahren*)
3. **Maßnahme** (*Beschreibung des gewählten Verfahrens, geplantes Behandlungsziel, flankierende Maßnahmen wie Ertüchtigung der Gaserfassung, Mess- und Regeltechnik, Abluftreinigung*)
4. **grafische Darstellung** der Emissionsminderung gegenüber dem Referenzszenario (*ohne Maßnahme*)
5. **Technisches Betriebsführungskonzept** (*Personaleinsatz, Zeitintervalle der wichtigsten Arbeitsschritte, Zuständigkeiten*)
6. **Monitoringkonzept** (*Personaleinsatz, Zeitintervalle der wichtigsten Überwachungsschritte (Belüftungs- und Absaugvolumina, Deponiegas- und Abluftvolumina, Abluftbeschaffenheit, Stromverbrauch), Zuständigkeiten, Notfallpläne*)



# Potenziale der Treibhausgas-Emissionsminderungen bei der aeroben in situ Stabilisierung und einem Referenzszenario



- 1) Gesamtemissionspotenzial ab 2014
- 2) Vergleichsszenario mit „klassischer“ Gaserfassung und Verwertung/Beseitigung
- 3) Szenario Deponiebelüftung mit Vermeidung von mindestens 50% der Methanemissionen bezogen auf das Vergleichsszenario
- 4) Szenario Deponiebelüftung mit angestrebter Vermeidung von ca. 85% der Methanemissionen bezogen auf das Gesamtemissionspotenzial (Referenzerfahrungen belüfteter Deponien)



## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

- **Projektentwicklung:**
  - Potenzialanalyse
  - Förderantrag
- **Projektumsetzung:**
  - Installation, Betrieb, Überwachung
- **Kosten und Kostensenkungspotenziale**



## Kosten der Deponiebelüftung und Klimaschutzwirkung

### Beispielrechnung:

„Durchschnittsdeponie“: 1 Mio. Tonnen Siedlungsabfall

Kosten der Deponiebelüftung: ca. 1 € pro Tonne Siedlungsabfall

Gesamtkosten der Belüftung: ca. 1 Mio. €

(Investitionskosten 60-70%; Betriebskosten 30-40%)

Klimaschutzwirkung der Deponiebelüftung (CH<sub>4</sub>-Emissionsreduktion):

5 kg CH<sub>4</sub>/t Abfall \* 1 Mio. Tonnen Abfall = 5.000 Tonnen CH<sub>4</sub>

105.000 Tonnen CO<sub>2-eq</sub>

CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten der Deponiebelüftung: 10 €/t CO<sub>2-eq</sub>





## Kostensenkungspotenzial bei Sicherungsmaßnahmen und in der Deponienachsorge

- Betriebskosten (Gas- und Sickerwasserbehandlung)
- frühere Beendigung der aufwendigen Sickerwasserreinigung
- Verkürzung der Nachsorgephase
- frühere Rekultivierung
- standortangepasste Oberflächenabdichtung
- höherwertige Folgenutzung
- **Mehrkosten Belüftung – Einsparungen in Stilllegung & Nachsorge = Reduzierung der Gesamtkosten**



## Deponie Milmersdorf

### Realisierte Kostensenkung:

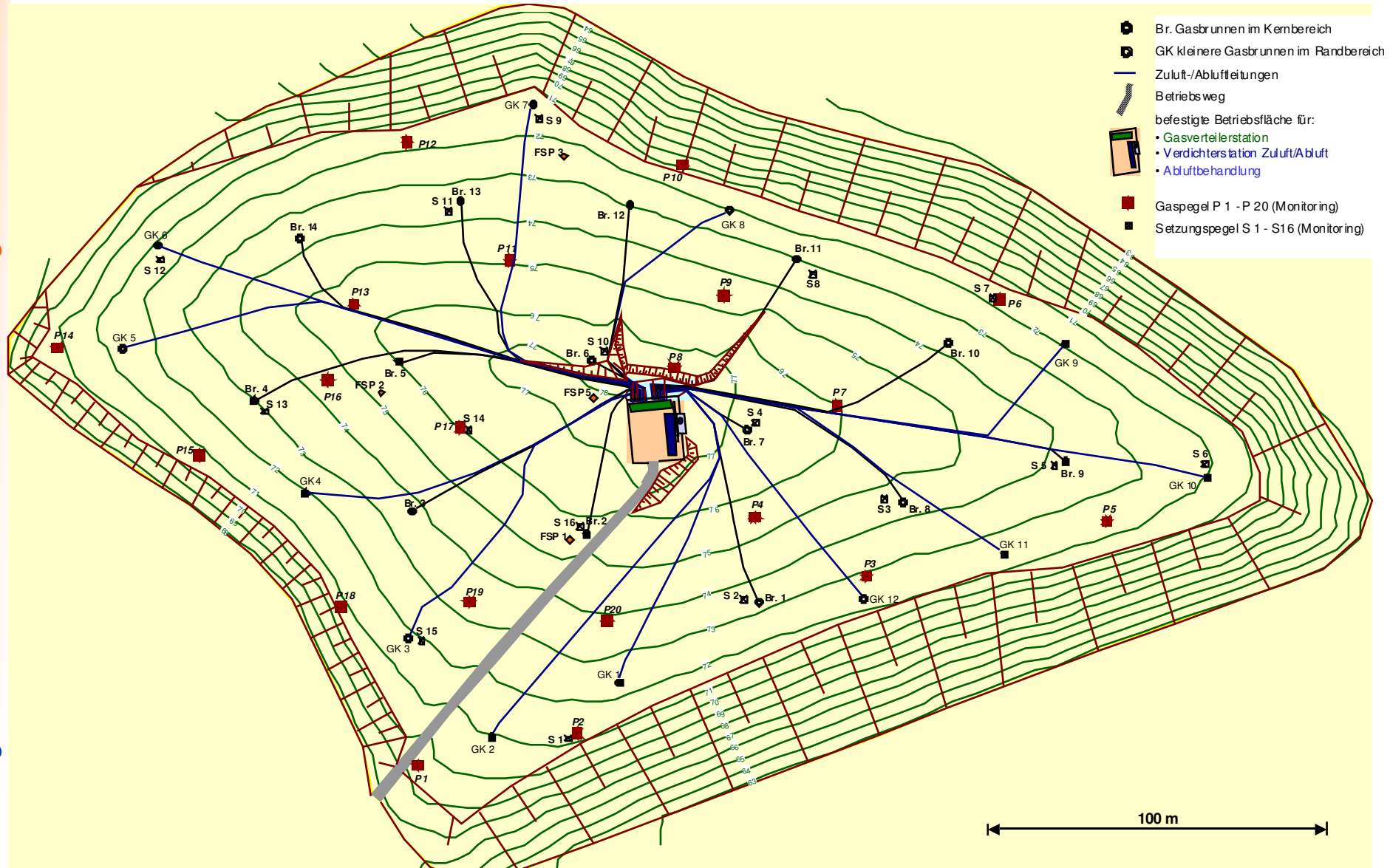
- Verzicht auf temporäre Abdeckung
- Standortangepasste Endabdichtung
- Keine aktive Gaserfassung



# Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark

## Beschleunigte Stabilisierung, Verzicht auf temporäre Abdeckung, standortgerechte Oberflächenabdichtung

IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof. R. Stegmann und Partner





## Deponie Kuhstedt

Realisierte  
Kostensenkung:

- Standortangepasste  
Endabdichtung
- Keine aktive  
Gaserfassung
- Keine  
Grundwassersanierung



## Deponie Dörentrup ABG Lippe

Kostensenkung:

frühzeitige  
Folgenutzung:  
Photovoltaik

Später  
standortangepasste  
Oberflächenabdichtung



## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

- **Projektentwicklung:**
  - Potenzialanalyse
  - Förderantrag
- **Projektumsetzung:**
  - Installation, Betrieb, Überwachung
- **Zusammenfassende Schlussfolgerungen**



## **Deponiebelüftung:**

**Förderfähig Potenzialanalyse mit max. 20.000,-- € zzgl.  
Erkundungsmaßnahmen**

**Förderfähig (Investitionen zu max. 50%, max. 250.000,-- €)  
sind:**

- **bauliche Maßnahmen im Bereich der Deponie für den Stabilisierungsprozess,**
- **technische Einrichtungen und Aggregate für die Belüftung des Deponiekörpers**
- **technische Einrichtungen und Aggregate zur Fassung und Behandlung der Prozessabluft,**
- **Mess- und Regelungstechnik für die Prozesssteuerung, für das Monitoring sowie die Emissionsüberwachung.**



## Weiteres Vorgehen:

- **Antrag auf Förderung Potenzialanalyse, Bearbeitung ab sofort, Einreichen bei Pt Jülich im bis zum 30. April 2014**
- **Nach Bewilligung Potenzialanalyse zur Klimaschutzwirkung (mit Erkundungsmaßnahmen / Voruntersuchungen)**
- **Bei Entscheidung für Deponiebelüftung Genehmigungsplanung**
- **Mit Genehmigungsbescheid Antrag auf Investitionsförderung 50%**
- **Nach Bewilligung Ausschreibung und Vergabe, technische Realisierung, Inbetriebnahme und Regelbetrieb**





## Deponiebelüftung:

- leistet nochmals wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz, je Standort durchschnittlich 50.000 – 150.000 Mg CO<sub>2eq.</sub>, insgesamt 20 – 25 Mio. CO<sub>2eq.</sub>
- bereits an mehreren Deponiestandorten erfolgreich umgesetzt, Technik und Erfahrungen sind vorhanden; Niederdruckbelüftung erfüllt alle Anforderungen der DepV, § 25, Abs. 4
- weitere Vorteile in der Stilllegung und Nachsorge (Verkürzung Gasemissionen, Verbesserung Wasserhaushalt, standortangepasste Oberflächenabdichtung, Verkürzung Nachsorge)  
**=> Kostensenkungspotenziale**
- nun zusätzliche Förderung über die Nationale Klimaschutzinitiative