

**Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme**

**ORKESTRA-Workshop 26. November 2013 DUH Berlin**

**Projektentwicklung und Projektumsetzung zur Deponie-  
belüftung - Aufwand, Kosten und Kostensenkungs-  
potenziale in der Stilllegung und Nachsorge**

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

**Dr.-Ing. Karsten Hupe**

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

**IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft**

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





## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

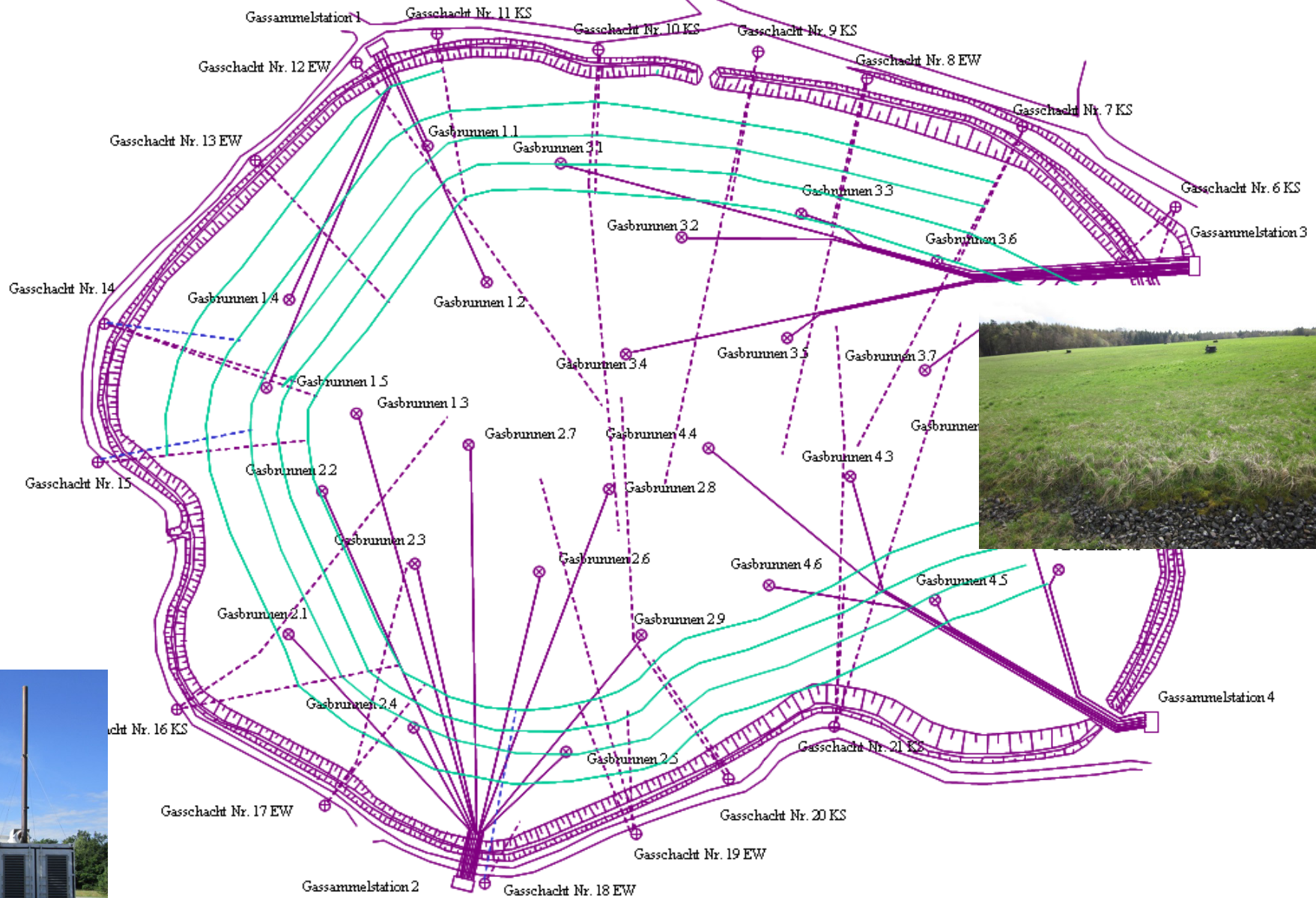
- **Projektentwicklung:**
  - **Potenzialanalyse**
  - **Förderantrag**
- **Projektumsetzung:**
  - **Installation, Betrieb, Überwachung**
- **Weiteres Vorgehen**





# Deponiegaserfassung und -verwertung

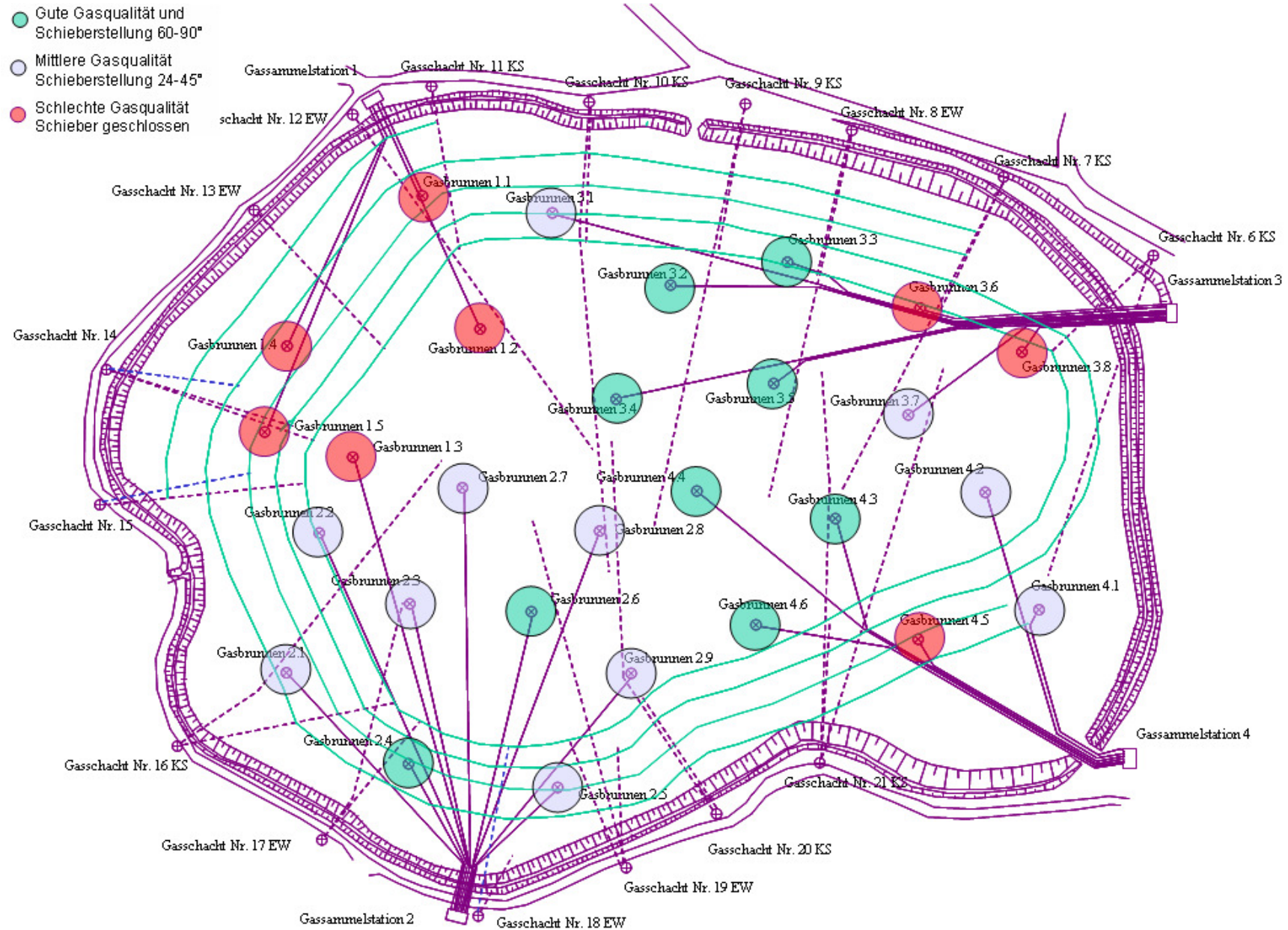
IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof. R. Stegmann und Partner





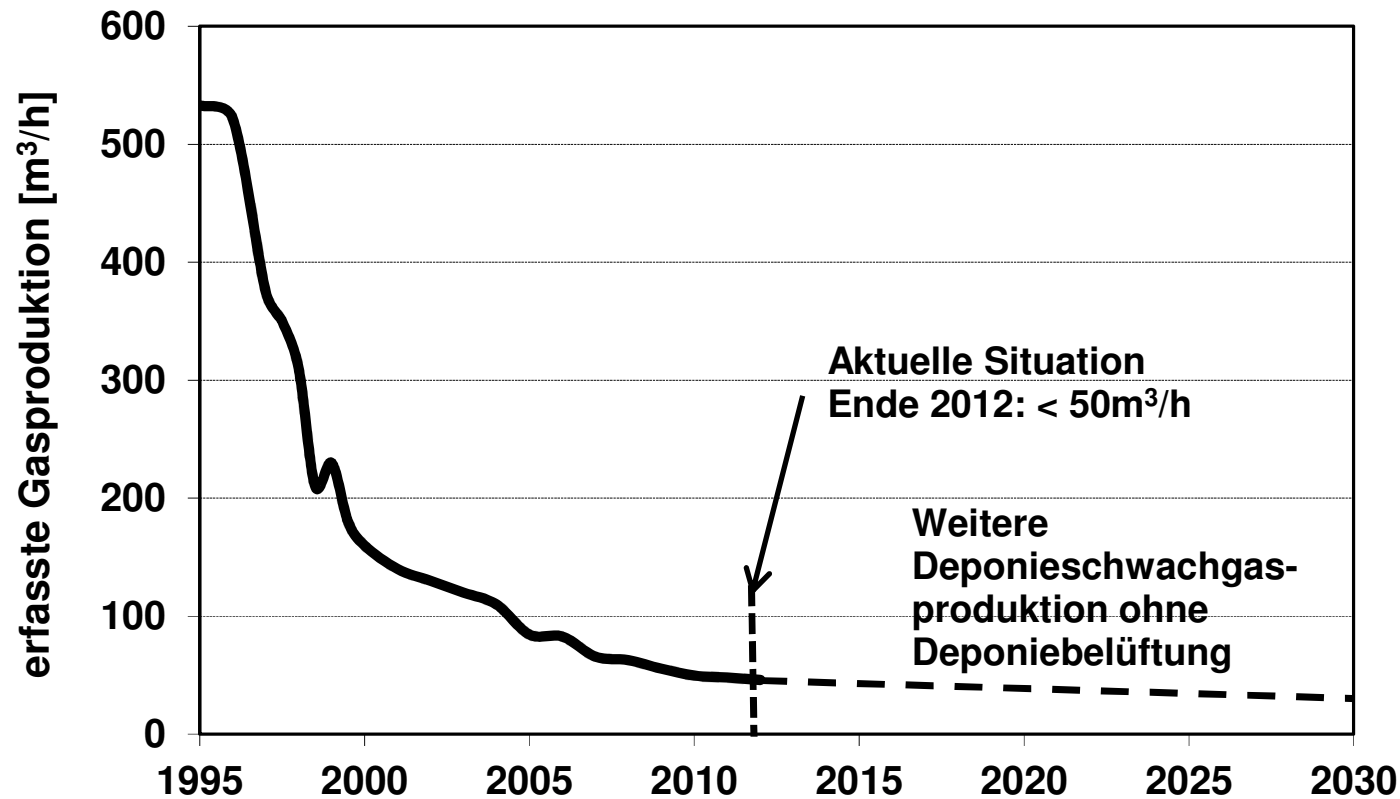


## Methangehalte und Gasergiebigkeiten des Deponiegasfassungssystems, Stand 2006





## Erfasste Deponiegasproduktionsraten 1995 bis 2012, weitere Entwicklung ohne Deponiebelüftung

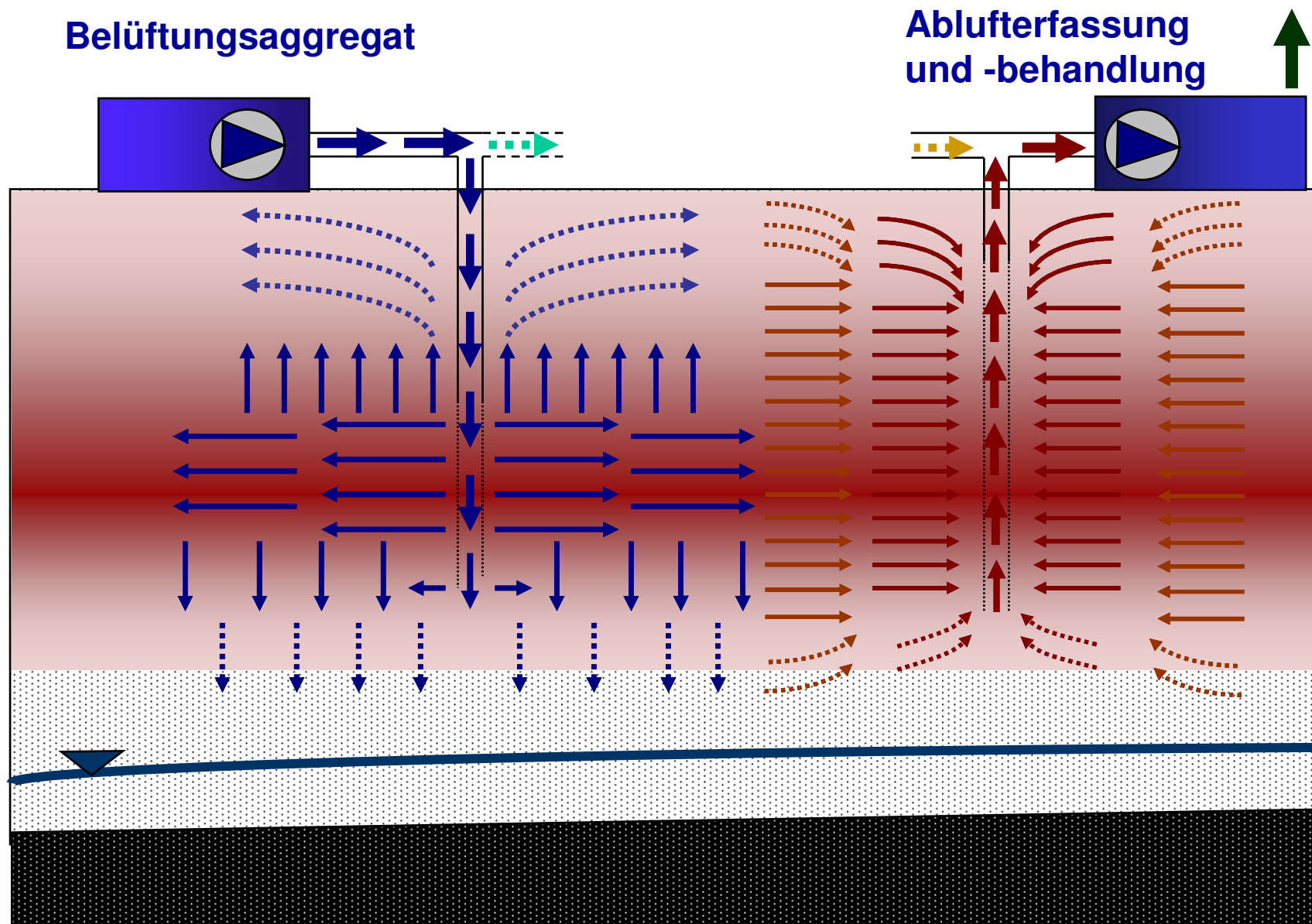




# Beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung

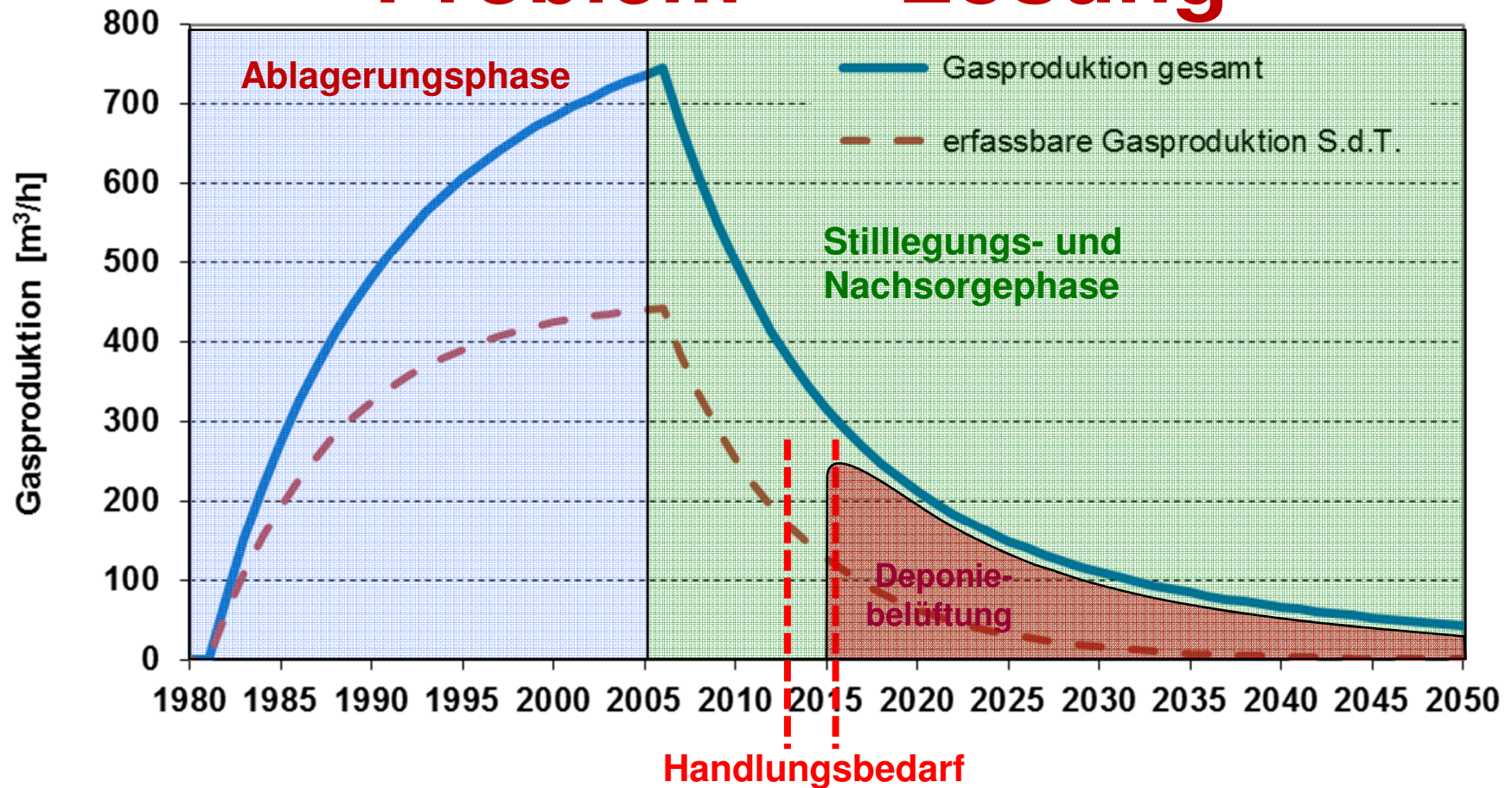
Belüftungsaggregat

Ablufferfassung und -behandlung





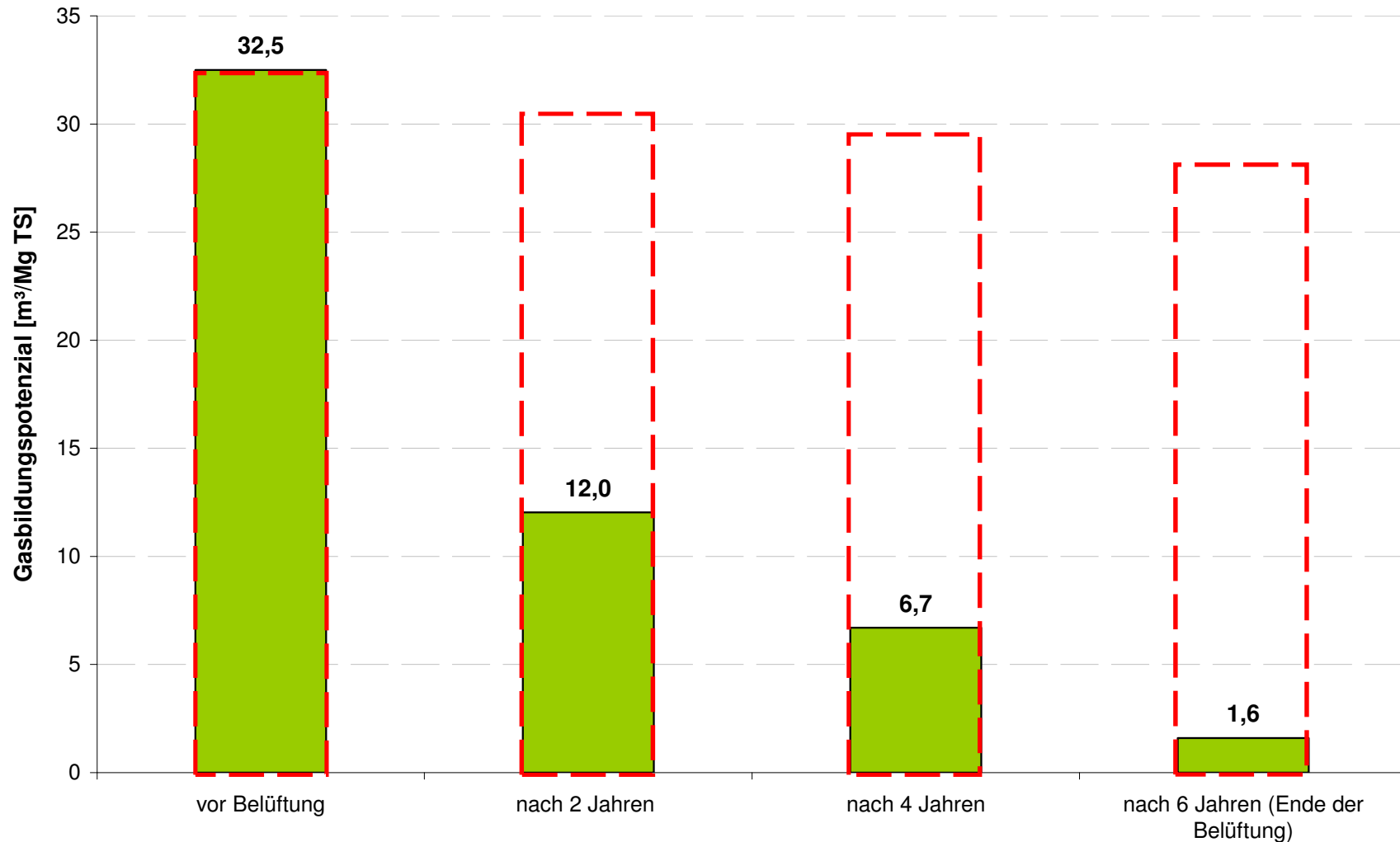
# Problem – Lösung







## Beschleunigte Reduzierung des Methanbildungspotenzials Vermiedene langfristige Deponiegasproduktion



 Deponiebelüftung / Aerobisierung

 anaerobe Verhältnisse (baseline)



## 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





## 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 wie z.B. Belüftungs- oder Saugverfahren.



Bohren von Gasbrunnen inkl. Abfallfeststoffprobenahme



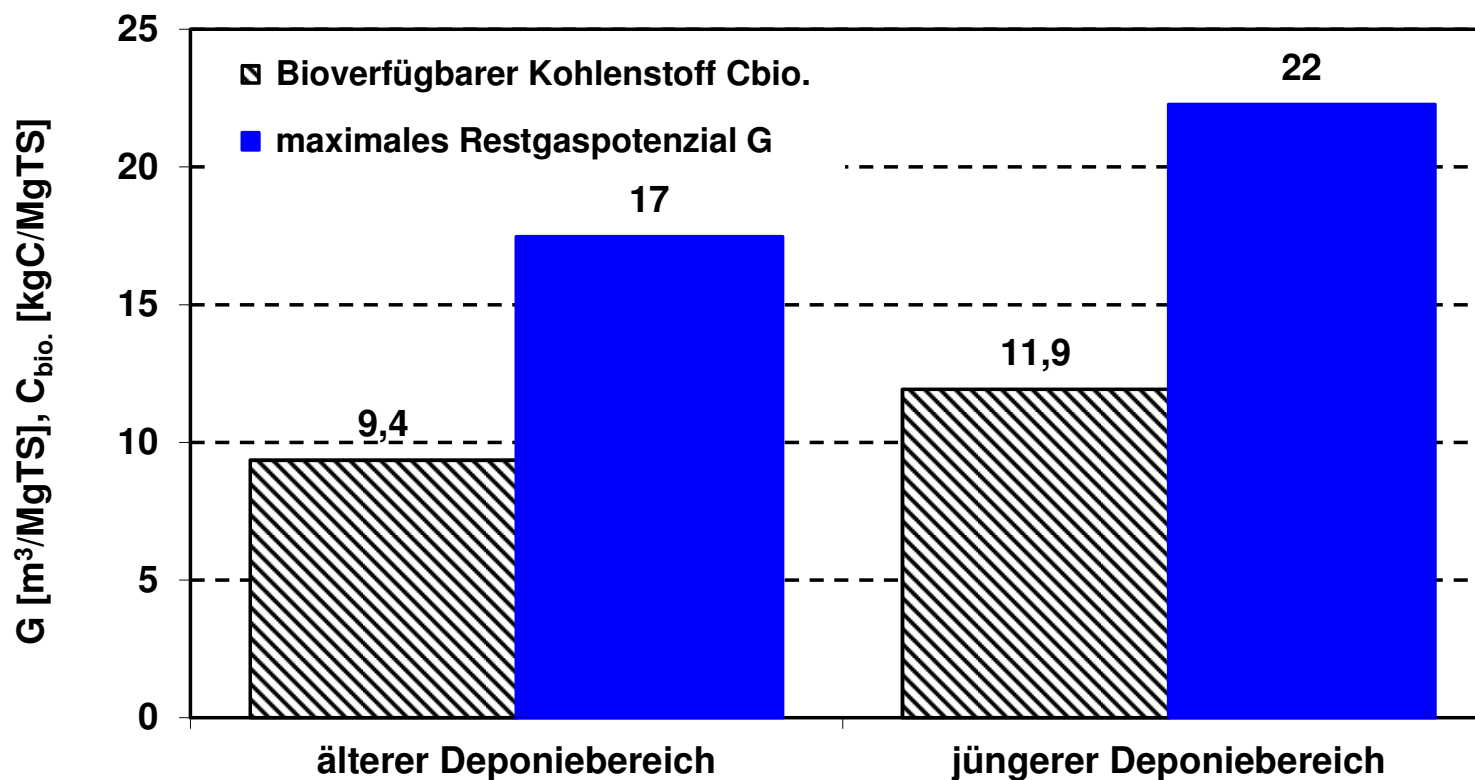


Abfallfeststoffprobenahme mit organoleptischer Ansprache vor Ort und Laboranalysen (mindestens: TS, TOC, AT4)





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





## 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.**



## § 25, Abs. 4 Deponieverordnung

.....Belüftung des Abfallkörpers....., 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.**



## 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.**

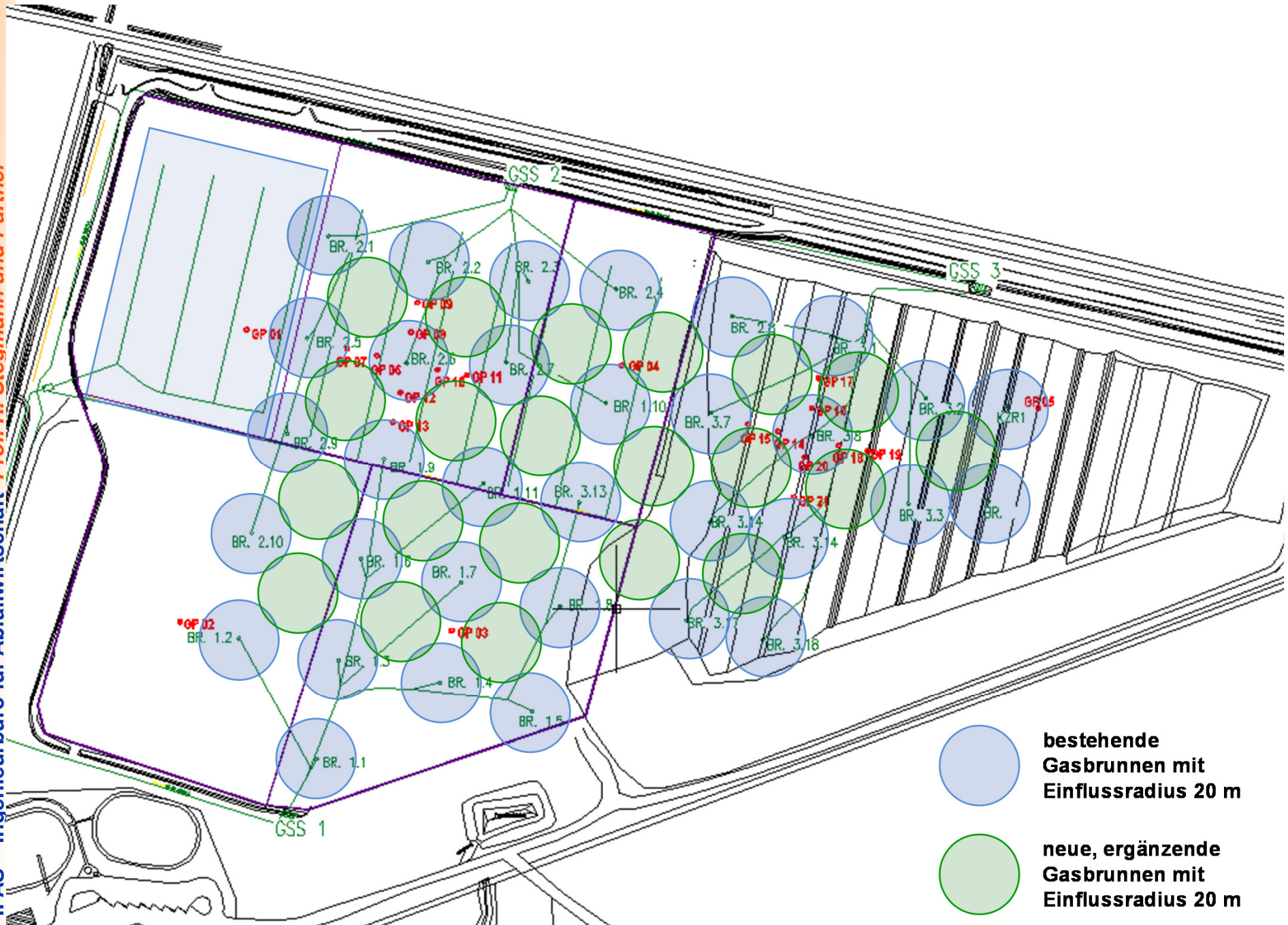




## § 25, Abs. 4 Deponieverordnung

.....Belüftung des Abfallkörpers....., 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.**

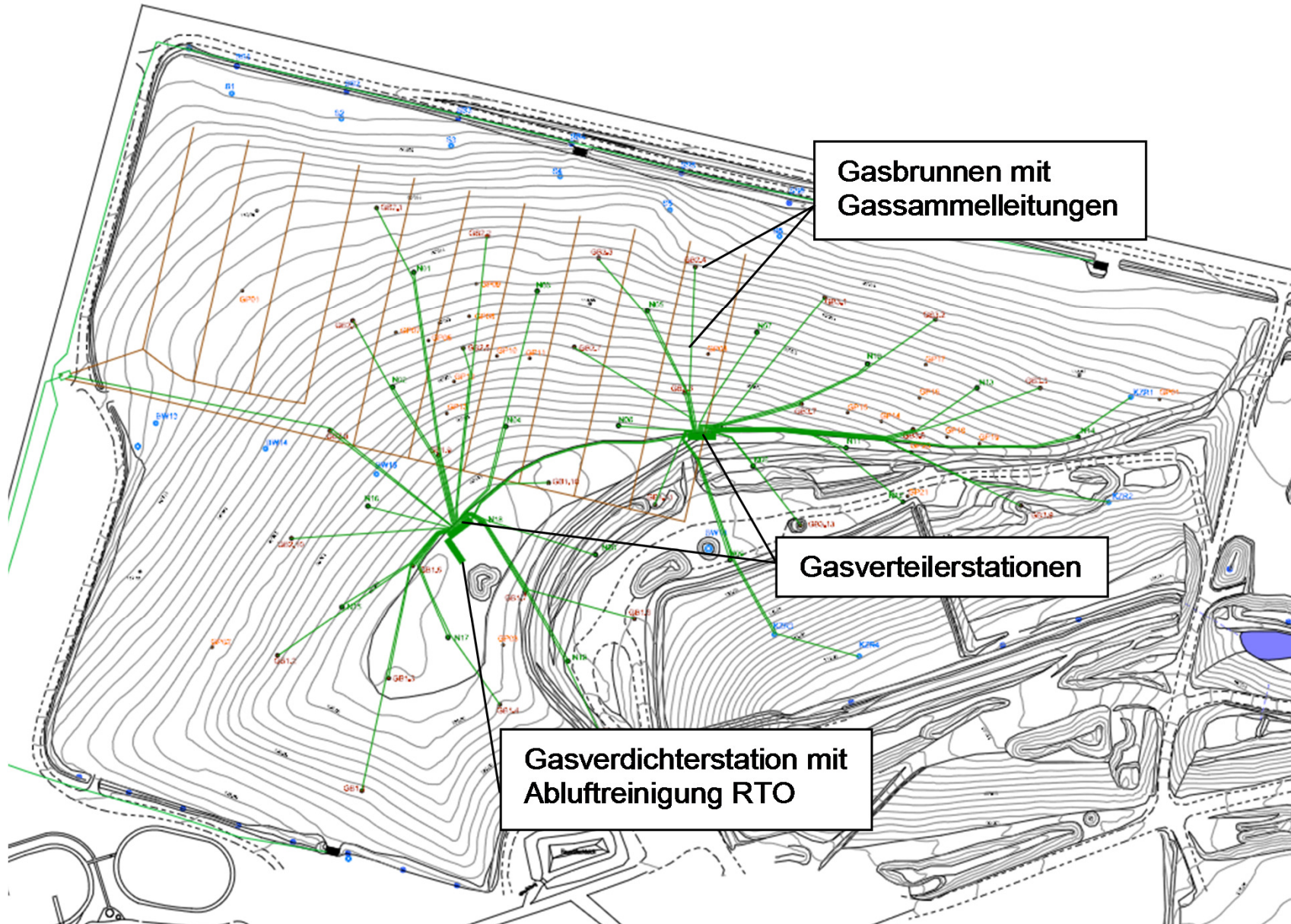




-  bestehende Gasbrunnen mit Einflussradius 20 m
-  neue, ergänzende Gasbrunnen mit Einflussradius 20 m



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









## 4. Monitoring-Konzept

Dem Monitoring ist in diesem Förderschwerpunkt eine besonders große Bedeutung beizumessen; über die allgemeinen Anforderungen hinaus soll das entsprechende Konzept daher beinhalten:

- Erfassung und Aufzeichnung der Belüftungs-/Absaugvolumina und Deponiegas-/Abluftvolumina
- 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.**



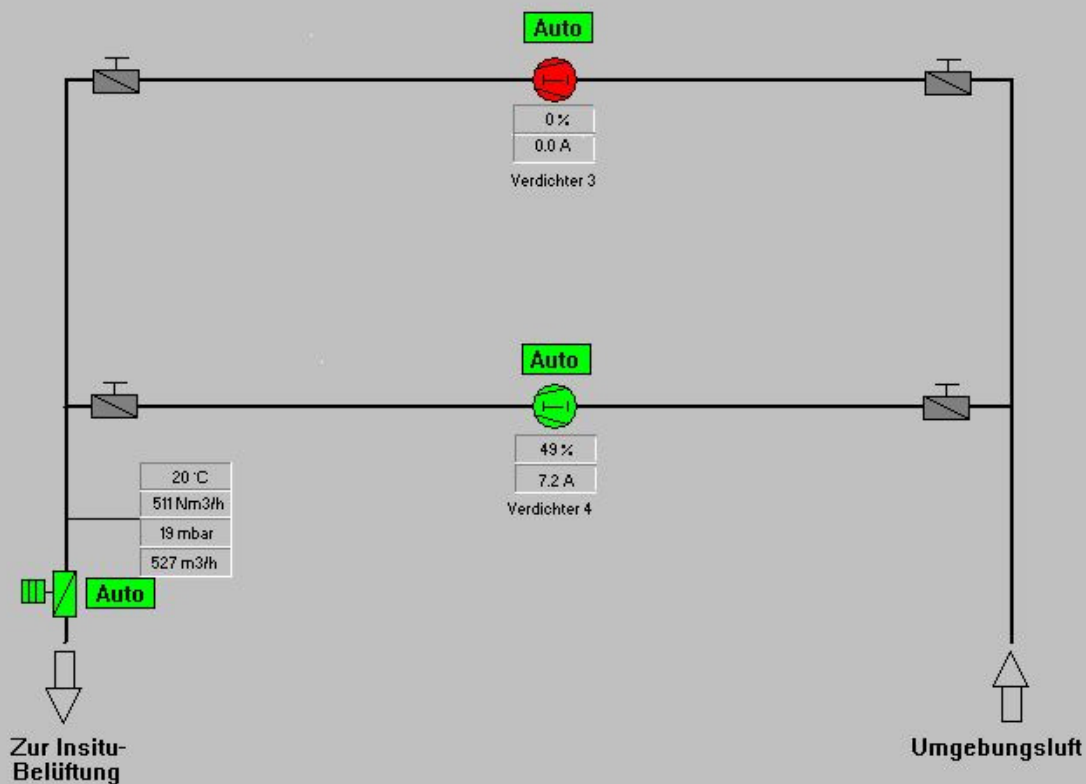
# Gasmonitoring - Belüftung

GVS in Betrieb

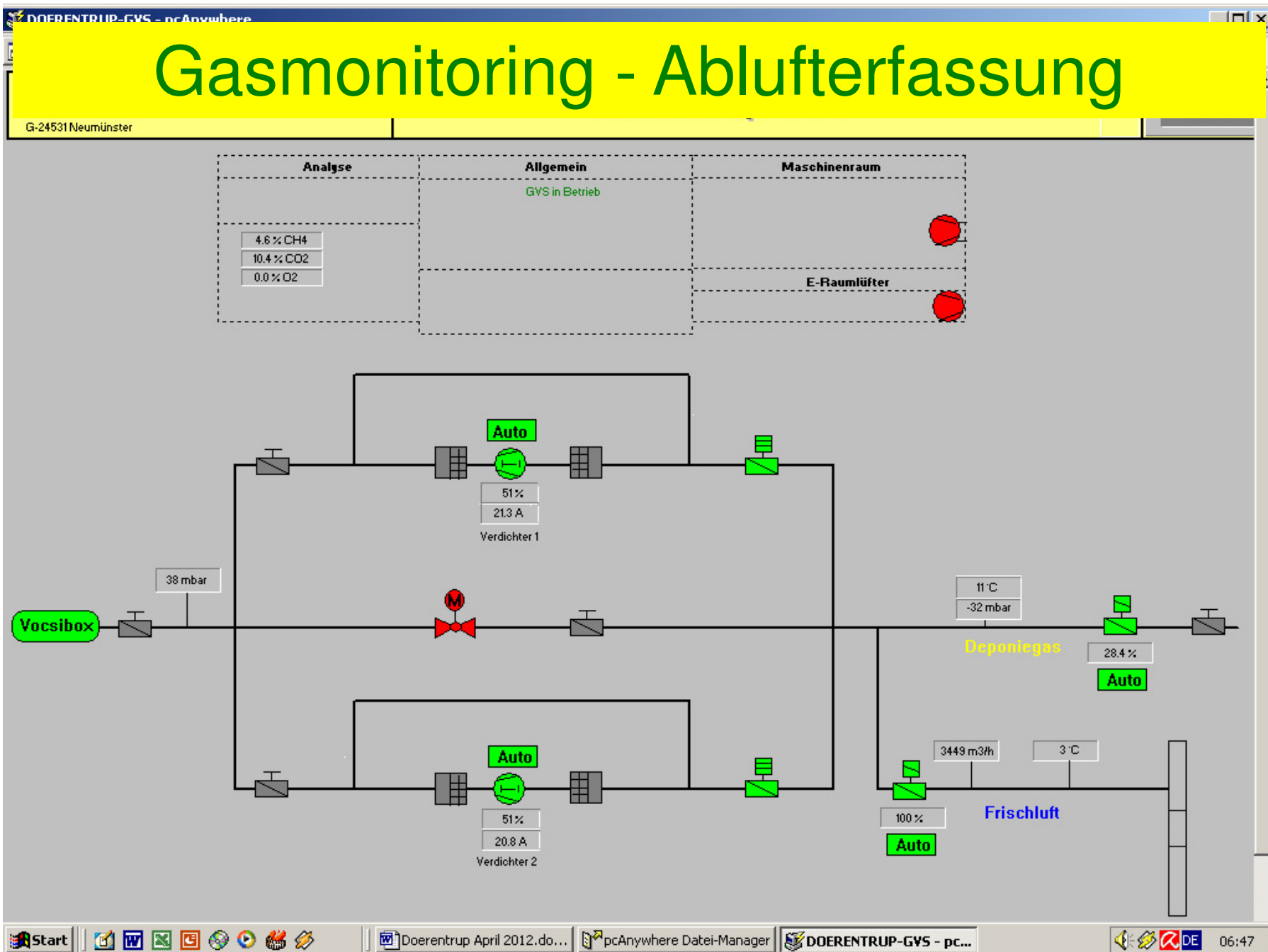
0.9 % CH <sub>4</sub>
1.6 % CO <sub>2</sub>
11.9 % O <sub>2</sub>

O<sub>2</sub> > 6%

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 Brunnentemp. Datenlogger





# Gasmonitoring - Abluftbehandlung

The screenshot displays a SCADA interface for gas monitoring and exhaust air treatment. The main window is titled "Gasmonitoring - Abluftbehandlung".

**Process Overview:**

- Prozessbetrieb:** Indicated by a dashed box at the top.
- Status Woeseibow:** A dashed box below the process operation.
- GVS:** A green button on the left, connected to the main process line.

**Flow and Gas Data:**

- Flow rate: 4002 m<sup>3</sup>/h
- CH<sub>4</sub> concentration: 0.66 %
- Rohgasklappe (Raw Gas Valve): 28.3 %
- Frischlufklappe (Fresh Air Valve): 100 %

**Temperature Sensors (TE):**

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

**Process Parameters and Cycle Times:**

- BR 2 = TE 105: 997 °C
- BR 1 = TE 102: 1016 °C
- BM 1 = TE 101: 1058 °C
- BM 2 = TE 104: 1086 °C
- 196 Sek. Korrigierte Zeit aufwärts
- 190 Sek. Zykluszeit
- 184 Sek. Korrigierte Zeit abwärts

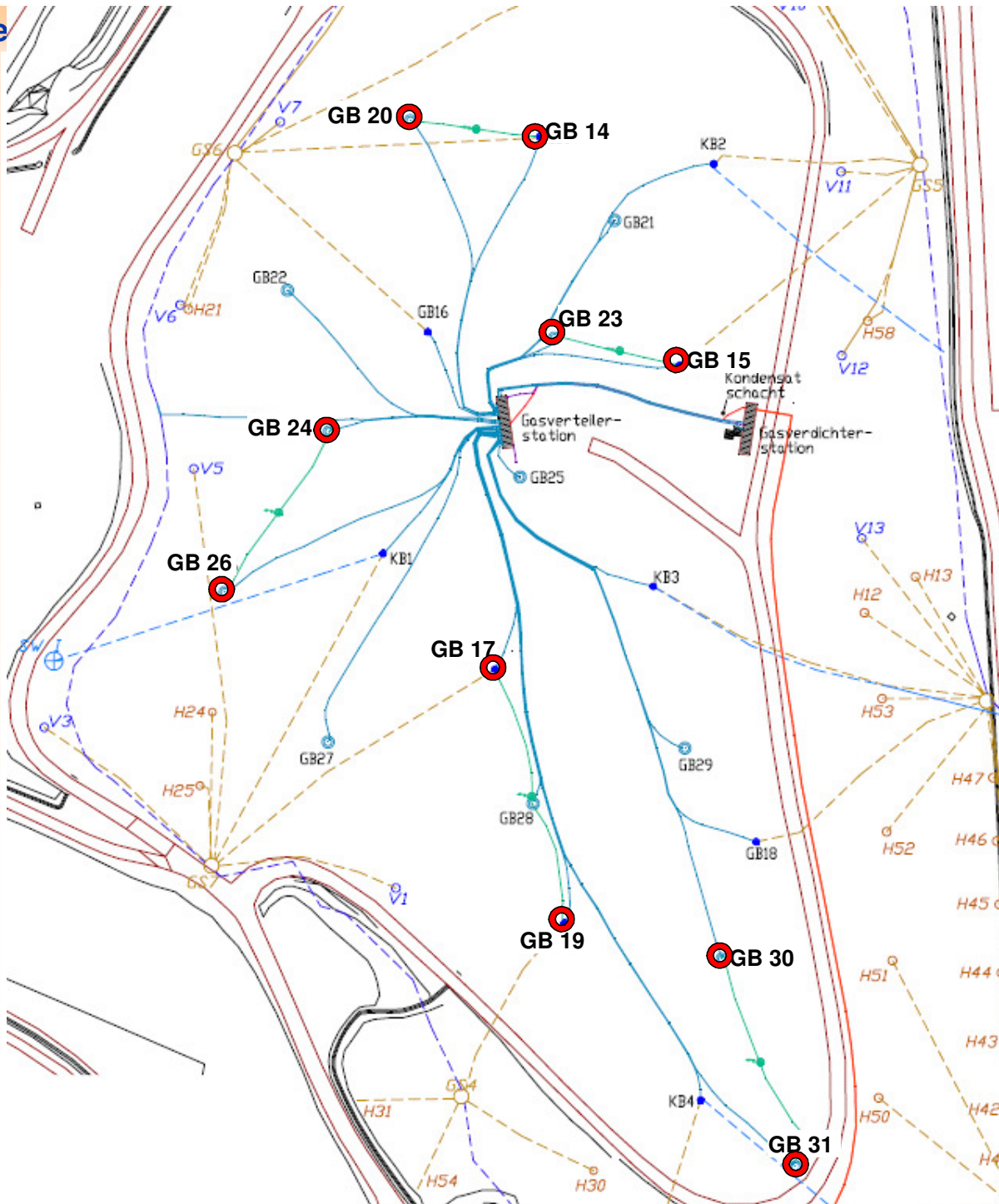
**Control Elements:**

- Auto button (highlighted in yellow)
- Auto button (bottom center)
- Auto button (bottom right)

**Taskbar:**

- Start button
- Doerentrup April 2012.do...
- pcAnywhere Datei-Manager
- DOERENTRUP-GVS - pc...
- System tray: DE, 06:46





# Temperaturen im Deponiekörper



# Temperaturen im Deponiekörper

Channel 001: 32.0  
Channel 002: 43.9  
Channel 003: Low  
Channel 004: 54.1  
Channel 005: 33.7  
Channel 006: 35.5  
Channel 007: 26.6  
Channel 008: 20.9  
Channel 009: 17.5  
Channel 010: 47.6

Vocsibox: 0.61% CH4

Verdichter 1: 100%, 20.1 A

Verdichter 2: 100%, 20.8 A

Deponie: 21°C, 0 Nm3/h, 4 mbar, 0 m3/h

Eltek Darca Plus: Verbindung hergestellt. Wählen Sie eine Option aus:  
 Messreihen auslesen, Messe Kanäle, Stopp, Löschen, Squirrel Einstellungen, Kanal Einstellungen, Irennen, Exit

Status Bar: Verbunden - Match, Kommunikation: Warte, Squirrel erwacht, Versuche: 91,372







## § 25, Abs. 4 Deponieverordnung

.....Belüftung des Abfallkörpers....., 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.**



## 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**, die nicht älter als 2 Jahre ist und grundsätzlich die Anforderungen an ein Klimaschutzteilkonzept „klimafreundliche Abfallentsorgung“, 4.7.2, Baustein „Einsatz geeigneter Technologien zur Reduzierung von THG-Emissionen bei stillgelegten Siedlungsabfalldponien“ erfüllt,
- Kopien des notwendigen behördlichen **Genehmigungsbescheides** 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.

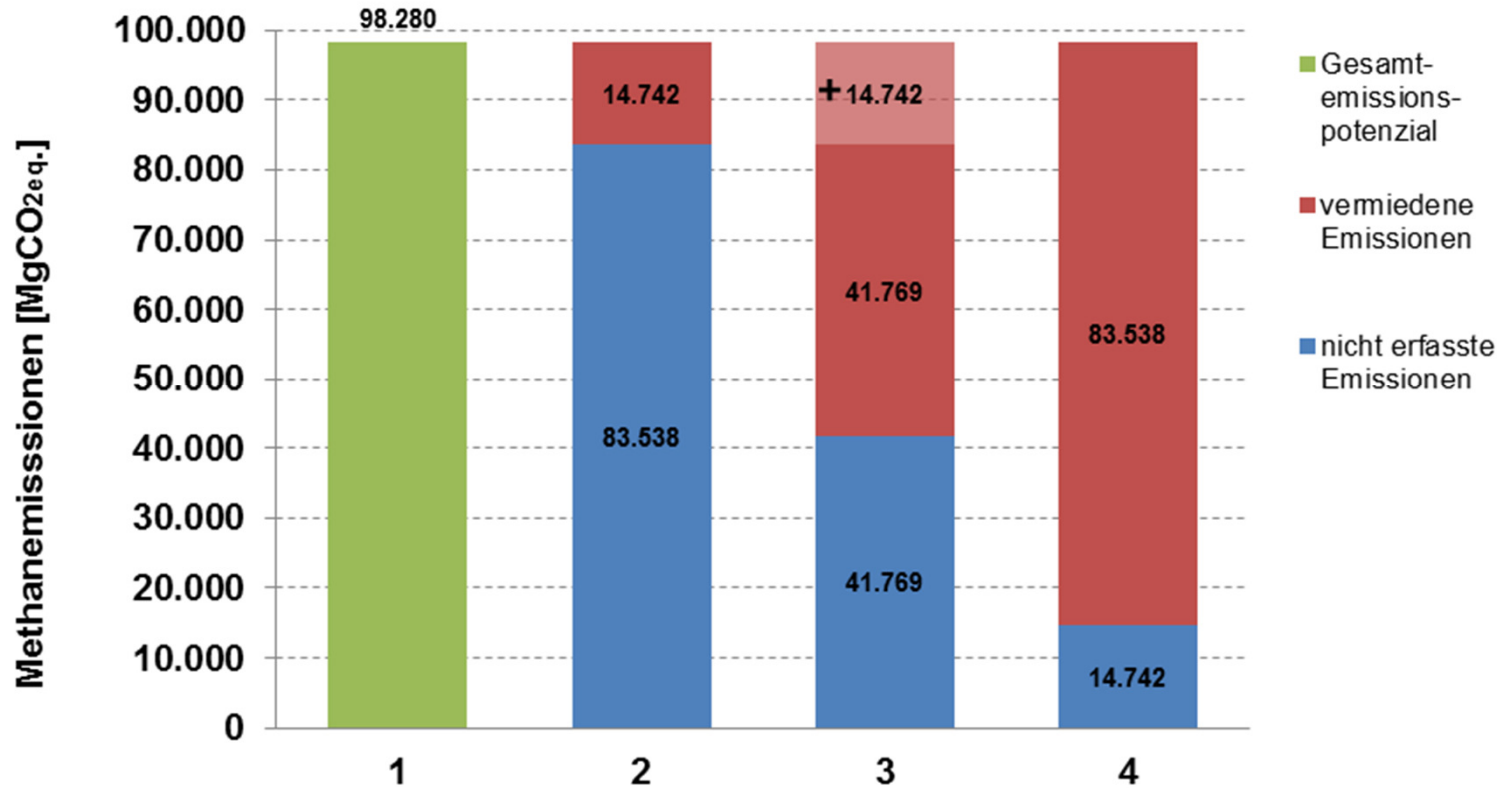


### Vorhabenbeschreibung „aerobe in-situ-Stabilisierung“ im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative.

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 der Deponie ab 2013
- 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</sub>-eq

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



## 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 der Belüftung – Einsparungen in Stilllegung und Nachsorge ⇒ Reduzierung der Gesamtkosten um 15-25%**



## Deponie Milmersdorf

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



## Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark, Brandenburg



### Kenndaten:

- Fläche: 6 ha
- Abfallmenge: 580.000 Mg
- Ablagerungszeitraum: 1976 - 1998
- Laufzeit in situ Stabilisierung: 2002 - 2006



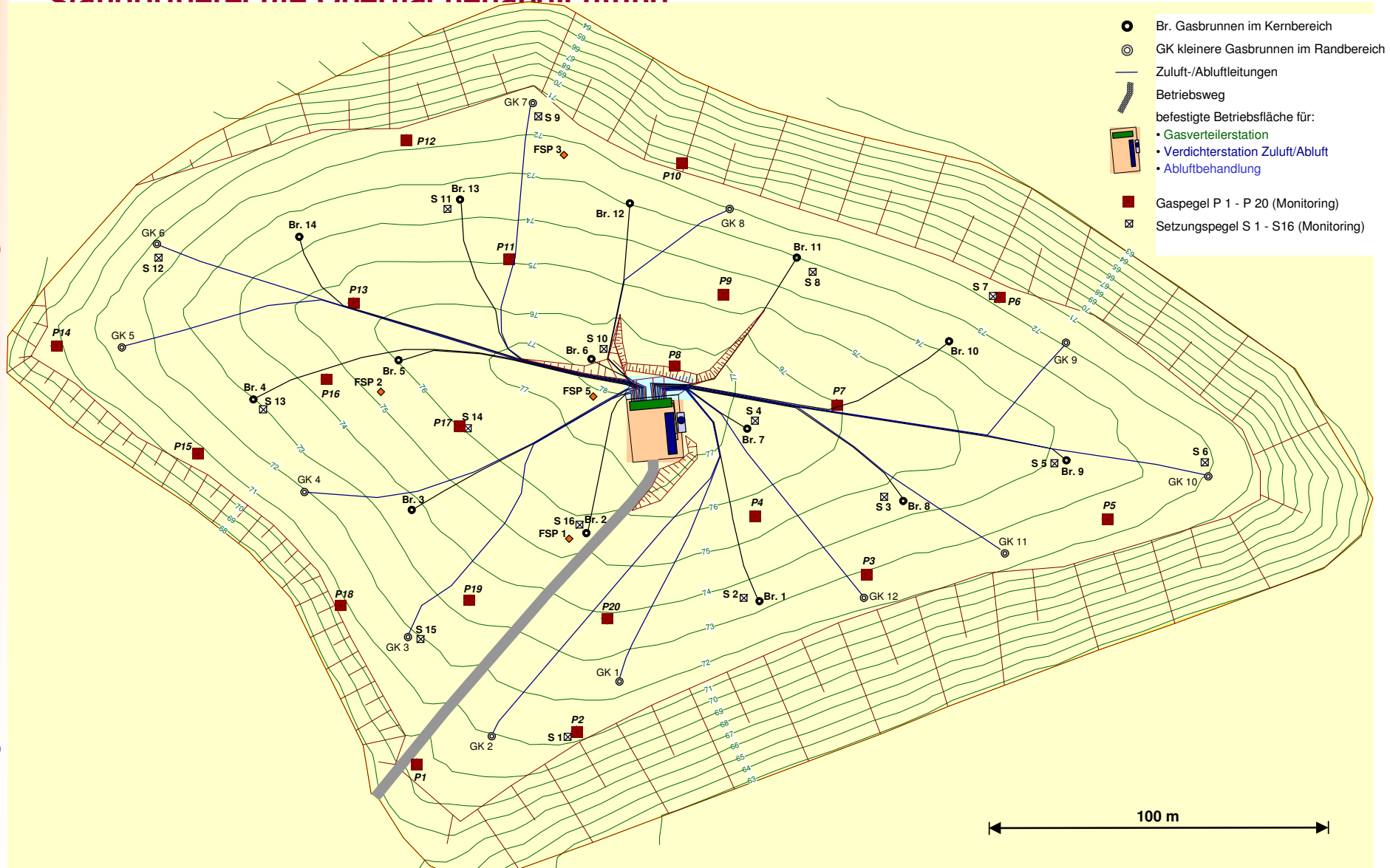




# Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark

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

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





## Gestaltung der Oberflächenabdichtung zur Methanoxidation Deponie Milmersdorf, LK Uckermark 2006







Gestaltung der Oberflächenabdichtung zur Methanoxidation Deponie  
Milmersdorf, LK Uckermark 2006





Gestaltung der Oberflächenabdichtung zur Methanoxidation Deponie  
Milmersdorf, LK Uckermark 2006





## Deponie Dörentrup ABG Lippe

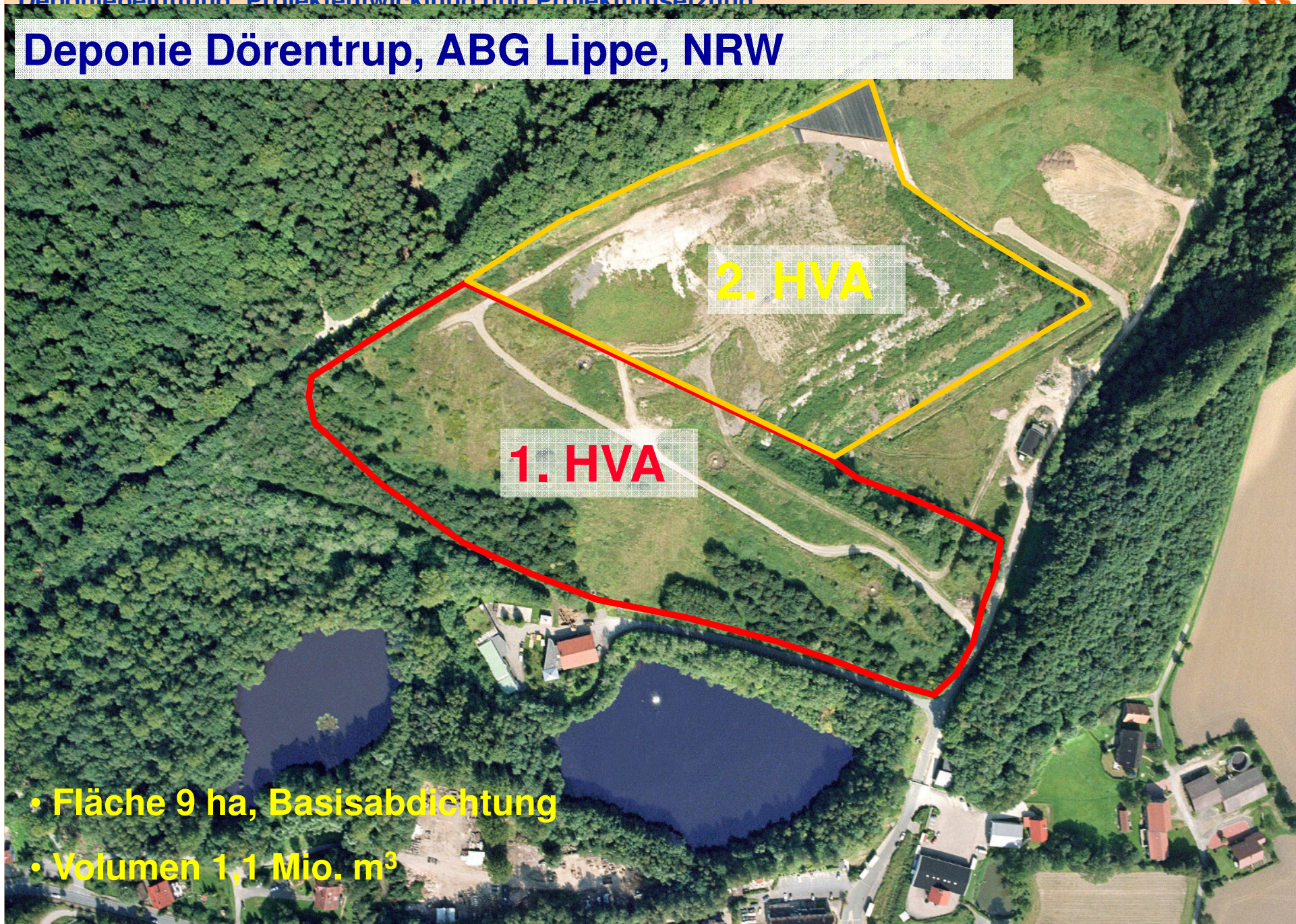
frühzeitige  
Folgenutzung:  
Photovoltaik

Später  
standortangepasste  
Oberflächenabdichtung





# Deponie Dörentrup, ABG Lippe, NRW



• Fläche 9 ha, Basisabdichtung

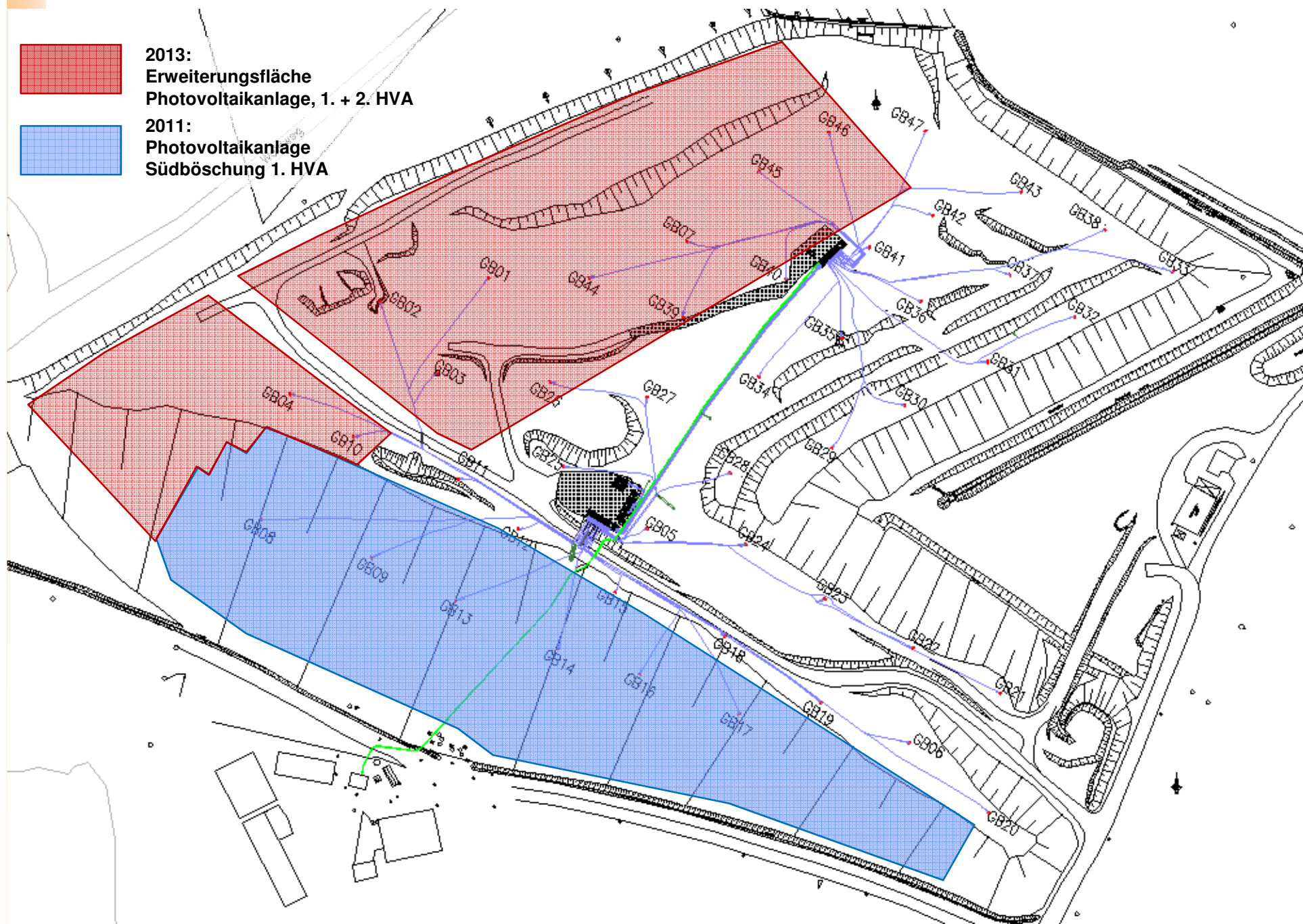
• Volumen 1,1 Mio. m<sup>3</sup>



# Deponiebelüftung: Projektentwicklung und Projektumsetzung



-  2013:  
Erweiterungsfläche  
Photovoltaikanlage, 1. + 2. HVA
-  2011:  
Photovoltaikanlage  
Südböschung 1. HVA















## Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Projektentwicklung und Projektumsetzung

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



## 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
- weitere Vorteile in der Stilllegung und Nachsorge (Verkürzung Gasemissionen, Verbesserung Wasserhaushalt, standortangepasste Oberflächenabdichtung, Verkürzung Nachsorge)  
**=> Kostensenkungspotenziale**
- nun zusätzliche Förderung über die Nationale Klimaschutzinitiative



## Weiteres Vorgehen:

- **Antrag auf Förderung Potenzialanalyse, Bearbeitung ab sofort, Einreichen bei Pt Jülich im 1. Quartal 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**





**IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Prof. Stegmann und Partner**

Schellerdamm 19-21, 21079 Hamburg

Tel.: 040 / 7711 0741 (42); Fax: 040 / 7711 0743; Email: [info@ifas-hamburg.de](mailto:info@ifas-hamburg.de)