



AEROBE IN SITU STABILISIERUNG

STAND DER TECHNISCHEN UMSETZUNG AUF WEITEREN DEPONIEN UND ALTABLAGERUNGEN

*Dr.-Ing. K.-U. Heyer, Dr.-Ing. K. Hupe, Dipl.-Ing. A. Koop
Prof. Dr.-Ing. R. Stegmann*

Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft
Prof. R. Stegmann und Partner
Schellerdamm 19-21
21079 Hamburg

www.ifas-hamburg.de



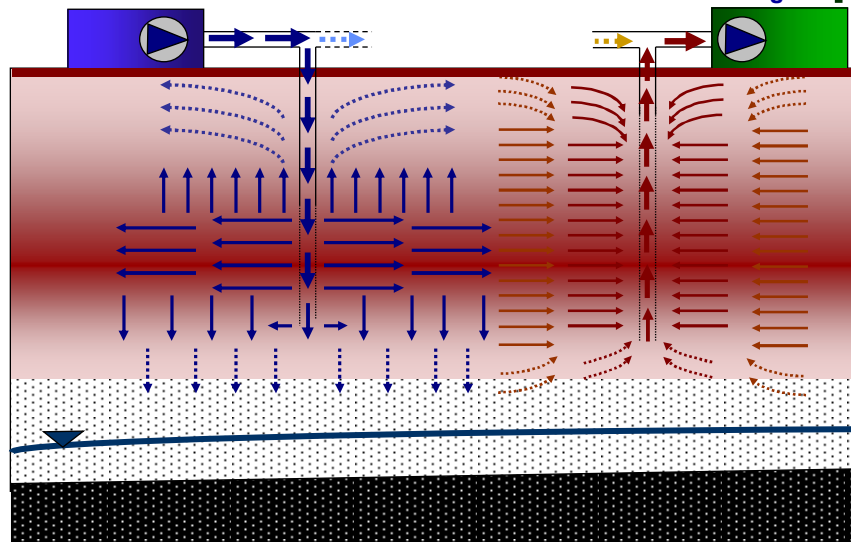
Ziele der aeroben in situ Stabilisierung

- Überführung der anaeroben Milieubedingungen im Deponiekörper in einen weitestgehend **aeroben Zustand**
- **Beschleunigter und kontrollierter Abbau** der biologisch verfügbaren organischen Substanzen unter aeroben Bedingungen
- **Reduzierung des Nachsorgeaufwandes**
(Kosten über Aufwand und Dauer)

Beschleunigte aerobe in situ Stabilisierung

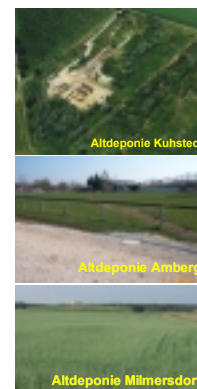
Belüftungsaggregat

Abluftfassung und -behandlung



Technische Umsetzung der in situ Stabilisierung mit der Niederdruck-Belüftung

- Altdeponie Kuhstedt, LK Rotenburg (Wümme) - Niedersachsen (UBA/BMBF-Projekt gemeinsam mit der TU Hamburg-Harburg)
2001 - 2007
- bebaute Altablagerung Amberg-Neumühle – Bayern
2002 - 2006
- Deponie Milmersdorf, LK Uckermark – Brandenburg
2002 - 2006





Ausgangsbedingungen zur aeroben in situ Stabilisierung:

- nur noch geringe Deponiegasproduktion, Vermeidung einer langfristigen, kostenintensiven aktiven Schwachgasbehandlung
- vor Aufbringung einer Oberflächenabdichtung Vorwegnahme der Hauptsetzungen erforderlich
- bei den Déponien mit Basisabdichtung: stagnierende Sickerwasserbelastungen, die langfristig die Anforderungen des 51. Anhangs der AbwV überschreiten
- bei Ablagerungen ohne Basisabdichtung Sickerwasseraustrag in den Untergrund
- Gefährdung von Bebauung durch migrierendes Deponiegas
- fehlende technische Barrieren, wo nachträgliche Sicherungsmaßnahmen (Oberflächenabdichtung, vertikale Dichtwände, Rückbau etc.) zu kostenintensiv oder technisch nicht durchführbar



Voruntersuchungen und Machbarkeitsstudie

- Voruntersuchungen in Déponieabschnitten oder Gesamtdeponie
 - Ist-Stand (kurz)
 - Gaspegelbohrungen und Feststoffuntersuchungen
 - Belüftungsversuche
- Technische Umsetzung der in situ Stabilisierung
- Kostenabschätzung
- Zeitplan



Gaspegelbohrungen und Feststoffuntersuchungen



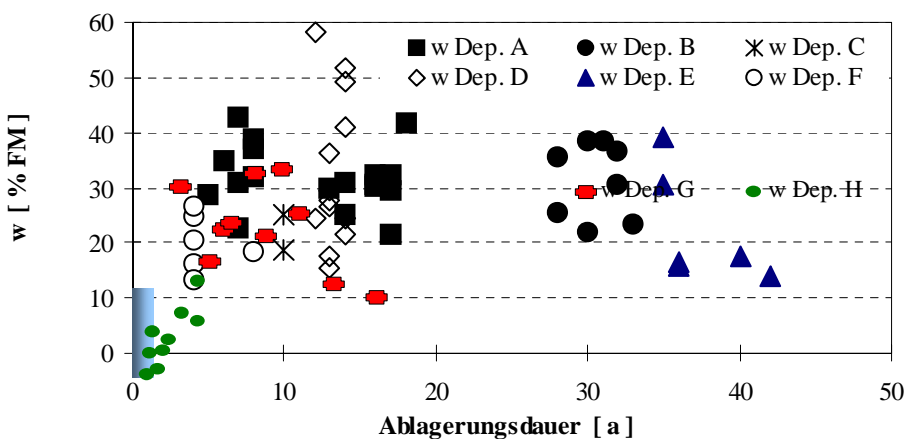
Gaspegelbohrungen und Feststoffuntersuchungen



Untersuchungen Abfallfeststoffproben: Wassergehalt, Glühverlust und Atmungsaktivität

Pegel/Entnahmetiefe Probenbezeichnung	Wasser- gehalt [% FM]	Glüh- verlust [% TS]	AT ₄ [mgO ₂ /gTS]	AT ₇ [mgO ₂ /gTS]	AT ₂₁ [mgO ₂ /gTS]
P1 / 6-7m	58,8	37,8	5,0	6,9	12,0
P1 / 12 m	59,9	34,8	6,4	9,7	15,5
P3 / 5-6 m	42,8	43,8	6,4	9,0	20,0
P3 / 11-12 m	46,9	33,9	9,1	13,0	24,3
P8 / 6-7m	34,0	20,5	5,3	7,2	17,0
P8 /13-14 m	38,3	26,9	5,8	7,9	12,3
P9 / 6-7m	52,5	27,8	2,9	4,8	8,1
P9 / 13 m	58,9	31,2	3,2	4,9	9,8
P11 / 6 m	31,3	35,6	12,4	14,6	22,6
P11 / 14 m	59,6	33,3	6,3	8,5	14,1
P14 / 6 m	36,6	30,7	3,1	4,3	7,5
P14 / 12 m	43,3	35,1	2,7	3,9	7,7
P15 / 6 m	37,6	22,8	3,2	4,5	7,5

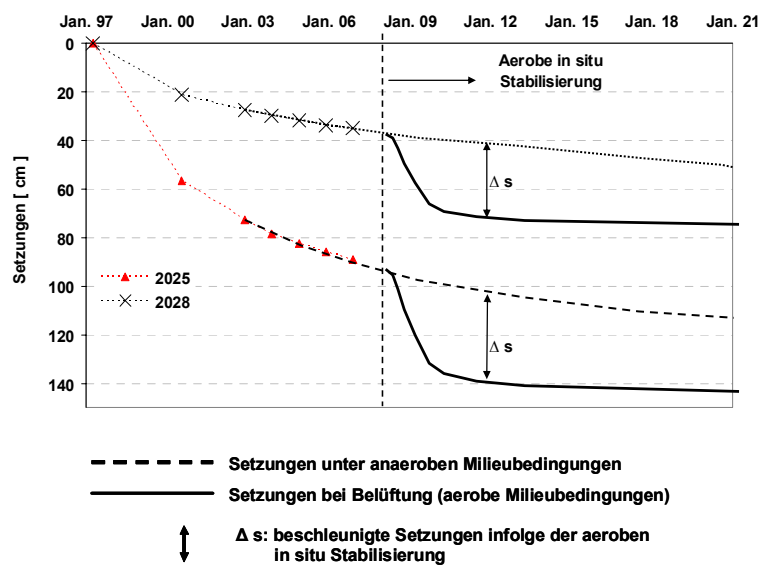
Feststoffuntersuchungen: Wassergehalt w



Übertragung der Ergebnisse der Laboruntersuchungen auf den Deponiekörper und die Möglichkeiten der aeroben in situ Stabilisierung

- Abschätzung zu den erforderlichen Belüftungsraten
- Rückschlüsse zum aktuellen Gashaushalt
- Abschätzung zu den potenziellen Setzungen infolge der Belüftung

Qualitativer Verlauf der Setzungen unter anaeroben und aeroben Milieubedingungen





Voruntersuchungen zur Belüftung

- Ist es technisch möglich, ausreichende Zuluftmengen in den Deponiekörper einzubringen?
- Wie breitet sich die eingebrachte Luft im Deponiekörper aus?
- Welche ersten Auswirkungen hat die Luftzugabe auf den Gashaushalt des Deponiekörpers?

→ standortbezogenen Konzeptionierung der technischen Einrichtungen, der betrieblichen Vorgaben



Gasmesswagen zur Belüftung und Ablufferfassung







Weitere Anwendungsbeispiele

- **Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark, Brandenburg**
 - Altdeponie Neumühle, Stadt Amberg, Bayern



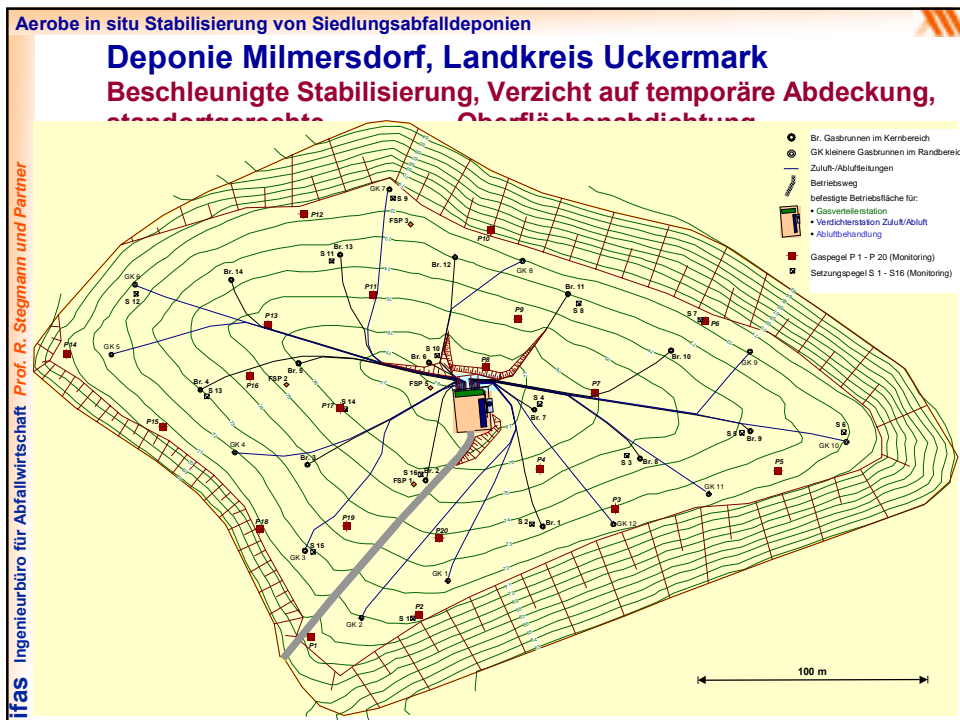
Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark, Brandenburg



Kenndaten:

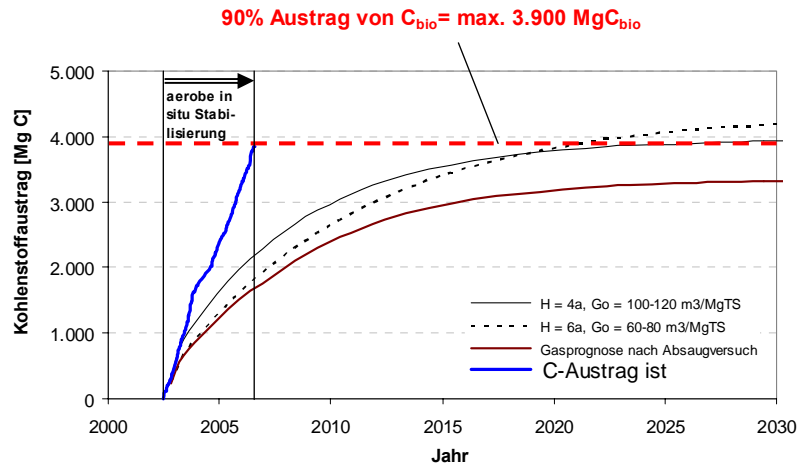
- Fläche: 6 ha
- Abfallmenge: 580.000 Mg
- Ablagerungszeitraum: 1976 - 1998
- Laufzeit in situ Stabilisierung: 2002 - 2006

7. 6. 2002



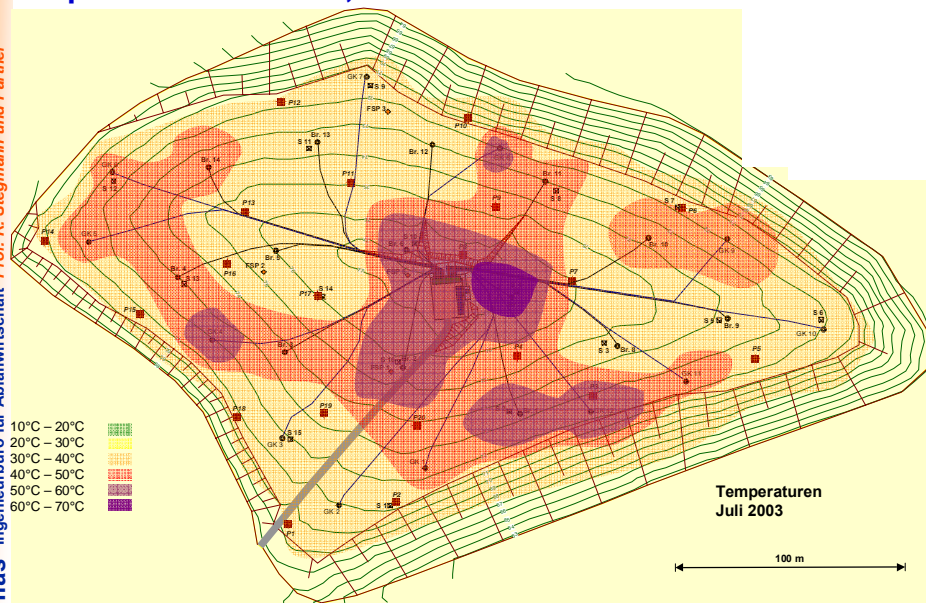
Aerobe in situ Stabilisierung von Siedlungsabfalldenonien

Über den Gaspfad austragbarer, biologisch umsetzbarer Kohlenstoff unter anaeroben Milieubedingungen (Gasprognosen), Vergleich mit tatsächlichem Kohlenstoffaustrag (C-Austrag ist) infolge der aeroben in situ Stabilisierung auf der Deponie Milmersdorf im Zeitraum 2002 - 2006



Aerobe in situ Stabilisierung von Siedlungsabfalldenonien

Temperaturen im Deponiekörper während der Belüftung
Deponie Milmersdorf, LK Uckermark 2006





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



Weitere Anwendungsbeispiele

- Deponie Milmersdorf, Landkreis Uckermark, Brandenburg
- **Altdeponie Neumühle, Stadt Amberg, Bayern**

Altdeponie Amberg-Neumühle – Bayern

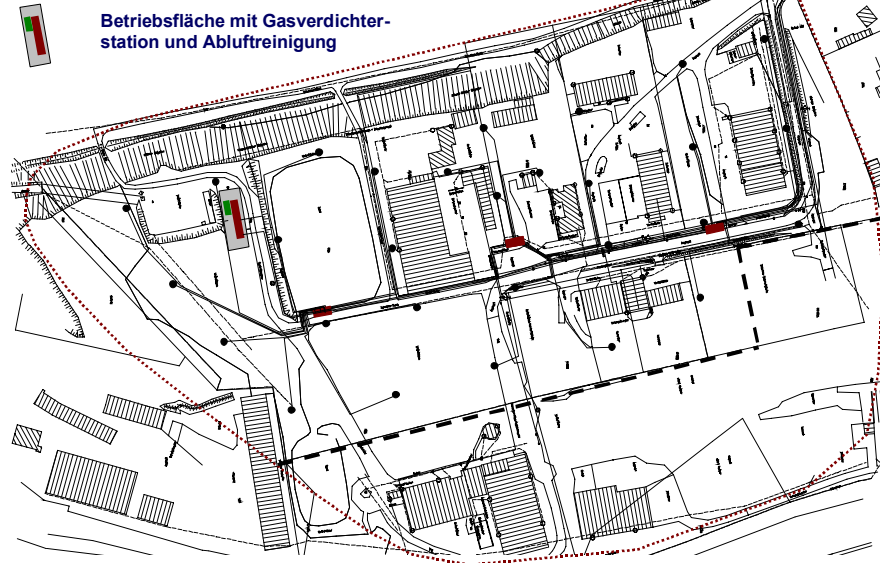


Kenndaten:

- Fläche: 9 ha
- Volumen: 420.000 m³
- Ablagerungszeitraum: 1935 - 1967
- Laufzeit in situ Stabilisierung: 2002 - 2006

Bebaute Altdeponie Amberg-Neumühle, Bayern Deponiegasproblematik - Gefahrenabwehr

- Gasbrunnen mit Einzelleitung
- Verteilerstationen Zuluft / Abluft
- Betriebsfläche mit Gasverdichtungsstation und Abluftreinigung
- Randbereich der Altdeponie
- - - Sanierungsgrenze (Ost) der Altdeponie



Bebaute Altdeponie Amberg-Neumühle, Bayern

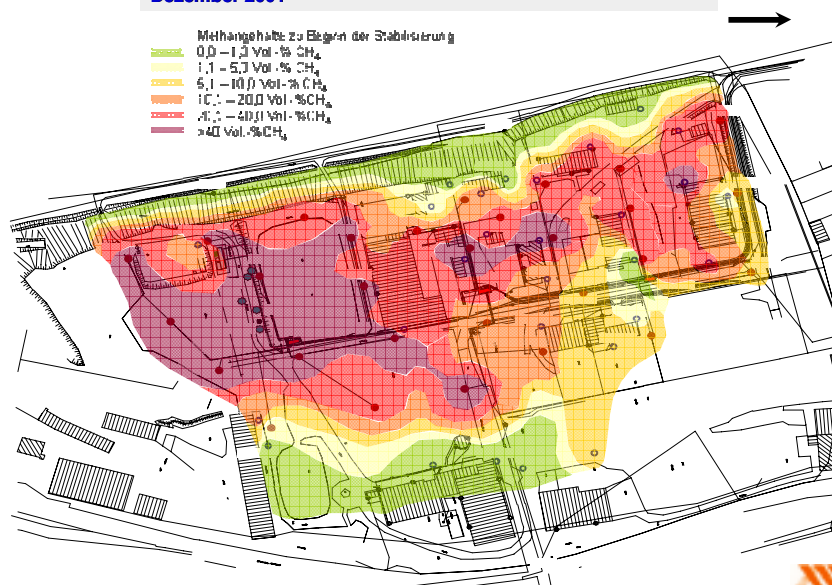


Altdeponie Amberg-Neumühle – Bayern

Methankonzentrationen vor der aeroben in situ Stabilisierung
Dezember 2001

Methangehalte zu Beginn der Stabilisierung

- 0,0 – 1,0 Vol.-% CH_4
- 1,1 – 5,0 Vol.-% CH_4
- 5,1 – 10,0 Vol.-% CH_4
- 10,1 – 20,0 Vol.-% CH_4
- 20,1 – 40,0 Vol.-% CH_4
- > 40 Vol.-% CH_4



Altdeponie Amberg-Neumühle – Bayern

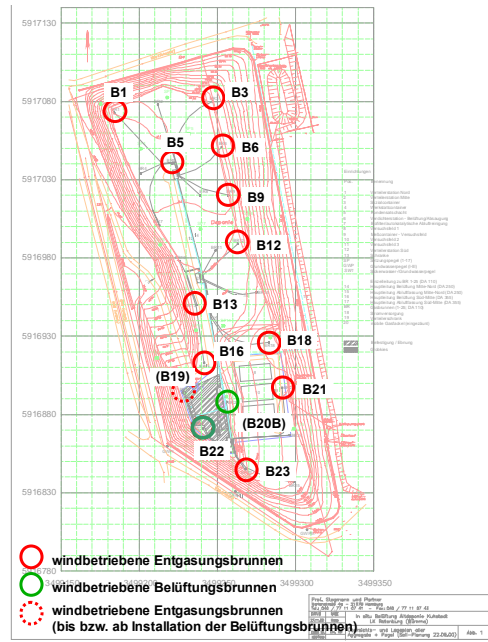
Methankonzentrationen **nach** der aeroben in situ Stabilisierung
März 2007

Methankonzentration zu Beginn der Stabilisierung

- 0,0 – 1,0 Vol.-% CH_4
- 1,1 – 5,0 Vol.-% CH_4
- 5,1 – 10,0 Vol.-% CH_4
- 11,1 – 20,0 Vol.-% CH_4
- 21,1 – 40,0 Vol.-% CH_4
- >40 Vol.-% CH_4



Kuhstedt: Passive windbetriebene Rohrentlüfter und Belüftungssysteme



Aerobe in situ Stabilisierung von Siedlungsabfalldetonien

4 m-Windbelüfter



„Luftpumpe“



6 m-Windbelüfter



Belüftungsbrunnen



Aerobe in situ Stabilisierung von Siedlungsabfalldetonien



Passiver windbetriebener Rohrentlüfter
mit Probenahmestutzen

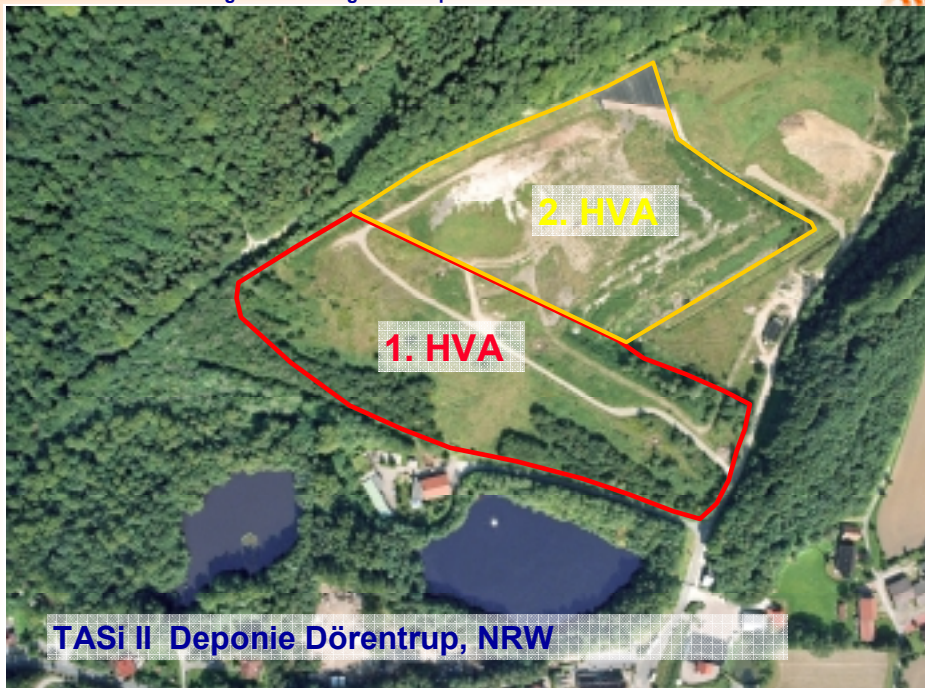
Technische Umsetzung der in situ Stabilisierung mit einer Niederdruck-Belüftung (AERO_{flott}-Verfahren)

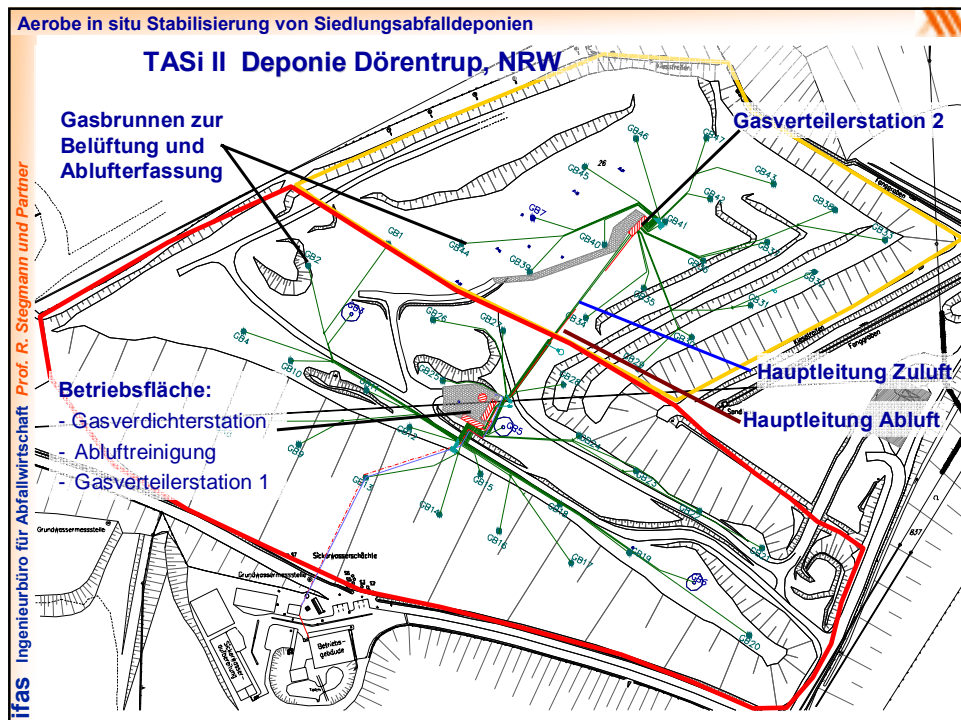
Neue Vorhaben in situ Stabilisierung:

- Deponie Dörentrup, ABG Lippe, Kreis Lippe, NRW, Beginn November 2007
- Übergangsdeponie Schwalbach, Saarland, Beginn 2008

Belüftungsvorversuche 2007:

- Deponie Süplingen, Landkreis Helmstedt – Niedersachsen
- Deponie Hillern, Landkreis Soltau-Fallingb. - Niedersachsen







Kosten der Niederdruckbelüftung

- standortspezifisch festzulegen (z.B. Fläche, Volumen)
- Rahmenbedingungen: z.B. Nutzung bestehende Einrichtungen und Infrastruktur
- Auslegungsgrundlage: Vorversuche mit mobiler Anlage

- Kosten bei günstigen Rahmenbedingungen: 0,5 - 1 €/m³
- Kosten bei normalen Rahmenbedingungen: 1 - 2 €/m³
- Kosten bei ungünstigen Rahmenbedingungen: 2 - 3 €/m³

- ➔ Kauf, Miete, Contracting/Dienstleistung



Kostensenkungspotenzial bei Sicherungsmaßnahmen und in der Deponienachsorge

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



Kostensenkungspotenzial mit aerober in situ Stabilisierung (Deponieabschnitt NRW, 2,1 Mio. Mg Abfall, 6 ha)

	Kosten konventionelle Still- legung und Nachsorge, <u>ohne</u> aerobe in situ Stab.	Kosten <u>mit</u> aerober in situ Stabilisierung
Gesamt in situ Stabilisierung über 3 – 5 Jahre	-	1.5 – 2.0 Mio. €
Sickerwasserreinigung	10.0 Mio. €	8.0 Mio. €
Gaserfassung und –behandlung	5.1 Mio. €	2.6 Mio. €
Oberflächenabdichtung	3.0 Mio. € (in 2009)	2.0 Mio. € (in 2012)
Kosten	18.1 Mio. €	14.1 – 14.6 Mio. €
Kosteneinsparpotenzial		3.5 – 4.0 Mio. €



IN SITU BELÜFTUNG IM ZWEITEN ARBEITSENTWURF ZUR DEPONIE- VERORDNUNG VOM 17.10.2007

2. Arbeitsentwurf der „Verordnung über Deponien und Langzeitlager und zur Umsetzung der Bergbauabfallrichtlinie“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, WA II5 vom 17.10.2007

§ 12 Betriebene Altdeponien, Absatz (2):

„Für Deponien und Deponieabschnitte, auf denen Hausmüll, haumüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlämme und andere Abfälle mit hohen organischen Anteilen abgelagert worden sind, soll die zuständige Behörde auf Antrag des Deponiebetreibers zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens der Deponie.....eine Belüftung des Abfallkörpers zulassen, wenn nachfolgende Mindestanforderungen erfüllt sind:

...

2. Belüftung:

- a) Einrichtungen zur gezielten und kontrollierten Belüftung und Abluftf Erfassung, so dass unkontrollierte gasförmige Emissionen weitgehend vermieden werden,
- b) eine an die Abluftbeschaffenheit angepasste Abluftbehandlung, so dass schädliche Emissionen weitgehend vermieden werden,
- c) es gibt relevante Mengen noch abbaubarer organischer Substanz im Deponiekörper,
- d) Monitoring des Wasserhaushalts, Gashaushalts, Temperaturentwicklung und Setzungen des Deponiekörpers zum Nachweis, dass keine nachteiligen Auswirkungen auf den Deponiekörper und die Umwelt auftreten und ausreichend intensiviert oder beschleunigte biologische Abbauprozesse stattfinden.“

Regelungen in § 14 zur Stilllegungsphase, Absatz (1) wieder aufgenommen.

Schlussfolgerungen

- verbessertes Emissions- und Deponieverhalten durch aerobe in situ Stabilisierung
- Voruntersuchungen zur standortbezogen optimalen Umsetzung
- Betrieb mit Niederdruckbelüftung auf 3 Deponien erfolgreich abgeschlossen, TAsi II-Deponien in 2007
- aerobes in situ Verfahren ist kostengünstig, Kostensenkungspotenziale sind groß
- in situ Stabilisierung in der Stilllegung sinnvoller/notwendiger Baustein für ökologische, ökonomische und zeitlich überschaubare Nachsorge
- aerobe in situ Stabilisierung im zweiten Entwurf zur „integrierten“ Deponieverordnung vom 17.10.2007