



Europäische Union. Europäischer  
Fonds für regionale Entwicklung.  
Evropská unie. Evropský fond pro  
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.  
Interreg V A / 2014–2020

# Skládkový workshop Liberec-Žitava 2016

*Skládka jako poslední možnost*

Aktuální otázky

vyplývající z hierarchie nakládání s odpady

3.-4. listopadu 2016



# Deponieworkshop Liberec-Zittau 2016

*Deponie als letzte Möglichkeit*

Aktuelle Fragen,

die sich aus der Abfallhierarchie ergeben

03.-04. November 2016



12. Skládkový workshop Liberec-Žitava

## **Skládka jako poslední možnost**

Aktuální otázky vyplývající z hierarchie nakládání s odpady

12. Deponieworkshop Liberec-Zittau

## **Deponie als letzte Möglichkeit**

Aktuelle Fragen, die sich aus der Abfallhierarchie ergeben

## **Podpora**

Tato akce je podpořena z prostředků Evropské unie prostřednictvím Programu spolupráce Česká republika-Svobodný stát Sasko 2014-2020 – číslo projektu 100246598.

## **Förderung**

Diese Veranstaltung wird durch das SN-CZ 2014-2020 - Programm der EU zur Förderung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik gefördert – Projektnr.: 100246598.

odborný editor: Lukáš Zedek

technický editor: Kamil Nešetřil

překlady provedl: Sven Dietrich

Sborník byl připraven s využitím typografického systému  $\LaTeX$ .

# Obsah

<b>Účinnost evropských předpisů</b>	<b>7</b>
<i>Havelka, P.</i> Odpadové hospodářství v ČR ve světle vyhlášené evropské strategie . . . . .	9
<i>Stock, U.; Bittrich, S.</i> Požadavky na zpracování odpadů, především diskuse o spalování odpadů proti mechanicko-biologickému zpracování odpadů z německého pohledu . . . . .	11
<i>Hráská, D.</i> Způsoby energetického využívání odpadů . . . . .	25
<i>Witkowski, W.; Beyer, G.</i> Plánování, stavba a zprovoznění zařízení pro zpracování odpadu s kompostárnou v Marszowě (Polsko) . . . . .	31
<b>Využití stavebních materiálů pro stavbu skládek</b>	<b>33</b>
<i>Egloffstein T.; Sehrbrock, U.</i> Průkazní zkoušky přírodních, minerálních stavebních materiálů – Požadavky a jejich praktické prosazování v Německu . . . . .	35
<i>Sandig, F.; Al-Akel, S.; Thiele, R.; Engel, J.</i> Aplikace technických rekultivačních substrátů - možnosti a hranice . . . . .	39
<i>Hrabčák, M.</i> Štvrtý rozmer skládky . . . . .	55
<i>Schneider, P.; Müller, M.; Hebner, A.; Kapielski, K.; Schrickel, M.; Fabian, H.</i> Možnosti alternativní izolace skládky pomocí sekundárních minerálních stavebních hmot v tuzemsku a v zahraničí . . . . .	63
<b>Aplikovaná informatika a měřicí technika</b>	<b>77</b>
<i>Dunger, V.; Müller, M.; Winter, C.; Winter, J.</i> Hydrologie zajištění povrchu v Sasku a změny klimatu . . . . .	79
<i>Datel, J. V.</i> Zásady geotechnického a environmentálního monitoringu odkališť . . . . .	93
<i>Weber K.</i> Automatizovaný monitoring skládky během fáze následné péče . . . . .	111

<i>Kast, G.</i> Měření objemového obsahu vody při využití kontinuálních a diskontinuálních metod měření v hydrologické vrstvě skládky v Bavorsku . . . . .	117
<b>Techniky následné péče o skládky</b>	<b>119</b>
<i>Drews, R.</i> Nákladově efektivní a nízkoúdržbové systémy odvodnění povrchů skládek s přihlédnutím ke specifickým požadavkům hydrologické vrstvy. . . . .	121
<i>Beck-Broichsitter, S.; Fleige, H.; Horner, R.</i> Dlouhodobá účinnost dočasného minerálního zakrytí povrchu . . . . .	143
<i>Steinbrecht, D.; Rickert, I.</i> Likvidace a energetické využívání skládkových plynů . . . . .	153
<i>Nešetřil, K.</i> Informační systém pro monitoring skládek . . . . .	163
<b>Aplikovaná geologie a další témata</b>	<b>165</b>
<i>Zeman, J.</i> Geochemie složitých interakcí odpadů a infiltračních vod na skládkách . . . . .	167
<i>Hrabal, J.; Kovářová, K.; Ambrožová, V.</i> Čištění skládkových výluhů kombinovanou membránovou technologií s použitím bio- logických systémů předčištění . . . . .	179
<i>Gerth, A.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schneider, P.</i> Následné využití lokality skládky Gò Cát v Ho Či Minově městě . . . . .	187
<i>Clemenz, P.; Weber, I.; Dedek, M.; Pabel, R.; Schoenherr, J.I.; Dunger, V.; Schulz, R.; Engel, J.</i> Vývoj environmentálních inženýrských postupů pro udržitelné využití půd . . . . .	199
<i>Pelantová, V.</i> Problematika černých skládek . . . . .	207

# Inhaltsverzeichnis

<b>Auswirkung von EU-Richtlinien</b>	<b>7</b>
<i>Havelka, P.</i> Abfallwirtschaft in der Tschechischen Republik angesichts der erklärten europäischen Strategie . . . . .	9
<i>Stock, U.; Bittrich, S.</i> Anforderungen an die Abfallbehandlung, insbesondere die Diskussion um Abfallverbrennung kontra mechanisch-biologische Abfallbehandlung aus deutscher Sicht	11
<i>Hráská, D.</i> Möglichkeiten einer energetischen Abfallnutzung . . . . .	25
<i>Witkowski, W.; Beyer, G.</i> Planung, Bau und Inbetriebnahme von Abfall-aufbereitungsanlagen und die Abfallanlage mit Kompostierung in Marszow (Polen) . . . . .	31
<b>Verwendung von Baustoffen im Deponiebau</b>	<b>33</b>
<i>Egloffstein T.; Sehrbrock, U.</i> Eignungsnachweise nach BQS für natürliche mineralische Baustoffe – Anforderungen und praktische Umsetzung . . . . .	35
<i>Sandig, F.; Al-Akel, S.; Thiele, R.; Engel, J.</i> Anwendungen für technische Rekultivierungs-Substrate – Möglichkeiten und Grenzen	39
<i>Hrabčák, M.</i> Die vierte Dimension einer Deponie . . . . .	55
<i>Schneider, P.; Müller, M.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schrickel, M.; Fabian, H.</i> Möglichkeiten alternativer Deponieabdichtungen mit mineralischen Ersatzbaustoffen im In- und Ausland . . . . .	63
<b>Angewandte Informatik und Umwelt-Messtechnik</b>	<b>77</b>
<i>Dunger, V.; Müller, M.; Winter, C.; Winter, J.</i> Der Wasserhaushalt von Oberflächensicherungen Sachsens im Klimawandel . . . . .	79
<i>Datel, J. V.</i> Prinzipien des geotechnischen Monitorings und Umweltmonitorings von Klärteichen .	93
<i>Weber K.</i> Automatisierte Deponieüberwachung in der Nachsorgephase . . . . .	111

<i>Kast, G.</i> Zur Messung des volumetrischen Bodenwassergehaltes bei Einsatz von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Messmethoden in einer Wasserhaushaltsschicht einer Deponie in Bayern . . . . .	117
<b>Umweltechnik bei der Nachsorge von Deponien</b>	<b>119</b>
<i>Drews, R.</i> Kostengünstige und nachsorgearme Oberflächenentwässerungseinrichtungen auf Deponien bei Berücksichtigung der besonderen Anforderungen einer Wasserhaushaltsschicht . . . . .	121
<i>Beck-Broichsitter, S.; Fleige, H.; Horner, R.</i> Langzeitwirkung einer temporären mineralischen Oberflächenabdichtung . . . . .	143
<i>Steinbrecht, D.; Rickert, I.</i> Entsorgung von und Energiegewinnung aus Deponiegasen . . . . .	153
<i>Nešetřil, K.</i> Informationssystem für das Monitoring einer Deponie . . . . .	163
<b>Angewandte Geologie, Sonstiges</b>	<b>165</b>
<i>Zeman, J.</i> Geochemie komplexer Wechselwirkungen des Abfalls und des Sickerwassers auf Deponien . . . . .	167
<i>Hrabal, J.; Kovářová, K.; Ambrožová, V.</i> Reinigung des Deponiesickerwassers mit Hilfe einer kombinierten membranengestützten Technologie unter Anwendung biologischer Systeme der Vorbehandlung . . . . .	179
<i>Gerth, A.; Hebner, A.; Kopielski, K.; Schneider, P.</i> Nachnutzung des Deponiestandortes Gò Cát in Ho Chi Minh City . . . . .	187
<i>Clemenz, P.; Weber, I.; Dedek, M.; Pabel, R.; Schoenherr, J.I.; Dunger, V.; Schulz, R.; Engel, J.</i> Entwicklung umweltingenieurtechnischer Verfahren zur nachhaltigen Bodenressourcennutzung . . . . .	199
<i>Pelantová, V.</i> Problematik der illegalen Abfallablagerung . . . . .	207

**Techniky následné péče o skládky**

**Umwelttechnik bei der Nachsorge von  
Deponien**



# Likvidace a energetické využívání skládkových plynů

## Entsorgung von und Energiegewinnung aus Deponiegasen

Dieter Steinbrecht<sup>1</sup>, Ingo Rickert<sup>2</sup>

### Abstrakt

Termické odstraňování skládkových plynů představuje dosažený stav techniky. V případě, že jsou vedlejší účinky, vycházející ze skládkového plynu, nízké, jsou dostupné spolehlivé postupy likvidace skládkových plynů a to i ve spojení s výrobou elektrické energie z provozu plynových motorů nebo plynových turbín.

V okamžiku, kdy se skládka po delší fázi likvidace plynu dostane do "slabé fáze", stává se bezpečná a cenově výhodná likvidace skládkového plynu problematickou. Další provoz plynových motorů nebo plynových turbín již není možný, v důsledku nežádoucích příměsí ve spalovaném plynu vede v mnoha případech k nákladným výpadkům.

V příspěvku je představena alternativa k obvyklé likvidaci skládkových plynů v podobě fluidního reaktoru se stacionární vířivou vrstvou, pomocí kterého lze realizovat termickou likvidaci při dodržení ustanovení Nařízení o ochraně životního prostředí proti imisím (Immissionschutz-Verordnung) až po koncentraci metanu 5 obj.%. Tento princip, otestovaný během dlouhodobého provozu, eliminuje příčiny častých výpadků při likvidaci skládkových plynů.

Na Univerzitě v Rostocku byl úspěšně otestován proces kogenerace stacionárního fluidního spalování a horkovzdušné turbíny, z něhož vyplývají rozšířené možnosti řízení provozu.

Zprvu pouze modelovými výpočty je možno doložit, že pomocí stacionárního fluidního spalování ve spojení s horkovzdušnou turbínou je za určitých podmínek možno i během slabší fáze přímou cestou vyrábět více elektrické energie, než zařízení samo spotřebuje.

### Kurzfassung

Die thermische Entsorgung von Deponiegasen ist Stand der Technik. Wenn aus dem Gas kommende Nebenwirkungen gering sind, sind zuverlässige Entsorgungsverfahren für das Gas verfügbar, auch mit Stromproduktion aus dem Betrieb von Gasmotoren oder Gasturbinen.

Wenn die Deponie nach längerer Gasentsorgung in die „Schwachgasphase“ kommt, wird eine sichere und kostengünstige Gasentsorgung problematisch. Der Weiterbetrieb von Gasmotoren oder Gasturbinen ist nicht mehr möglich, vielfach führt er durch unerwünschte Komponenten im Brenngas zu kostspieligen Ausfällen.

Im Vortrag wird als Alternative zur herkömmlichen Deponiegasentsorgung ein Wirbelschichtreaktor mit Stationärer Wirbelschicht vorgestellt, mit dem die thermische Entsorgung unter Einhaltung der Bestimmungen der Immissionsschutz-Verordnung bis zu einer Methan-Konzentration von ca. 5 Vol-% realisiert werden kann. Dieses im Langzeitbetrieb getestete Prinzip vermeidet die Ursachen der häufig beobachteten Ausfälle bei der Entsorgung.

An der Universität Rostock wurde ein Koppelprozess von Stationärer Wirbelschichtfeuerung und Heißluftturbine erfolgreich getestet, mit dem sich erweiterte Möglichkeiten der Betriebsführung ergeben.

Es kann - vorerst nur durch Modellberechnungen - gezeigt werden, dass mit einer Stationären Wirbelschichtfeuerung und Kopplung mit einer Heißluftturbine unter bestimmten Bedingungen auch in der Schwachgasphase auf direktem Wege eine Stromproduktion möglich ist, die höher als der Eigenbedarf der Anlage ist.

<sup>1</sup>Ehemals Universität Rostock; jetzt D-14533 Kleinmachnow;  
dieter.steinbrecht@googlemail.com

<sup>2</sup>Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V., Invalidenstr. 91, D-10115 Berlin; info@fee-ev.de

## 1 Einleitung

Deponien dienen der Ablagerung von Abfällen und müssen zur Vermeidung oder mindestens erheblichen Reduzierung von Auswirkungen dieser Abfälle auf die Umgebung sowie der Umwelt auf deren Inhalt, gesetzlich vorgeschrieben, abgedichtet sein. Unter Luftabschluß und in feuchter Atmosphäre wird der organische Anteil des Deponieinhalts durch Mikroorganismen biologisch abgebaut. Dabei entstehen gasförmige und flüssige Abbauprodukte – das Deponiegas und das Deponie-Sickerwasser. Diese Prozesse verlaufen mit abnehmender Intensität über einen Zeitraum von Jahren. Über diesen Zeitraum sind das Deponiegas und das Sickerwasser zur Aufrechterhaltung eines gegenüber der Umwelt neutralen Zustands der Deponie aus dieser abzuführen und ebenfalls in einen die Umwelt möglichst gering belastenden Zustand zu überführen.

In diesem Beitrag soll eine technologische Lösung vorgestellt werden, die über einen weiten Bereich der biologischen Aktivität der Deponie gestattet, das Gas zuverlässig zu entsorgen und dabei weitgehend energetisch zu nutzen. In der Phase hoher biologischer Aktivität bietet sie eine Alternative zu den Nachteilen von Anlagen nach dem Stand der Technik. Insbesondere in der Phase geringer biologischer Aktivität hat sie ihre Praxistauglichkeit bereits unter Beweis gestellt.

## 2 Deponiegas

Das Deponiegas besteht im wesentlichen aus den Komponenten (lokal unterschiedlich)

- Methan  $\text{CH}_4$  (anfangs ca. 50 Vol% ) und
- Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  (anfangs ca. 40 Vol% ) und
- Stickstoff  $\text{N}_2$  (anfangs ca. 10 Vol% ) und
- Sauerstoff  $\text{O}_2$  (unerwünscht, Ziel: ca. 0 Vol%).

Deponiegas mit der energetisch interessanten Hauptkomponente Methan  $\text{CH}_4$  ist ein brennbares Gas und kann mit entsprechenden technischen Einrichtungen als lokaler, zeitlich begrenzt verfügbarer Energieträger genutzt werden.

Stand der Technik ist eine energetische Nutzung durch Verbrennung in

- Gasturbinen (hoher Gasanfall über einen großen Zeitraum) oder durch
- Gasmotoren (weniger hoher Gasanfall).

## Schema einer Deponie mit Gasfassung und Gasnutzung

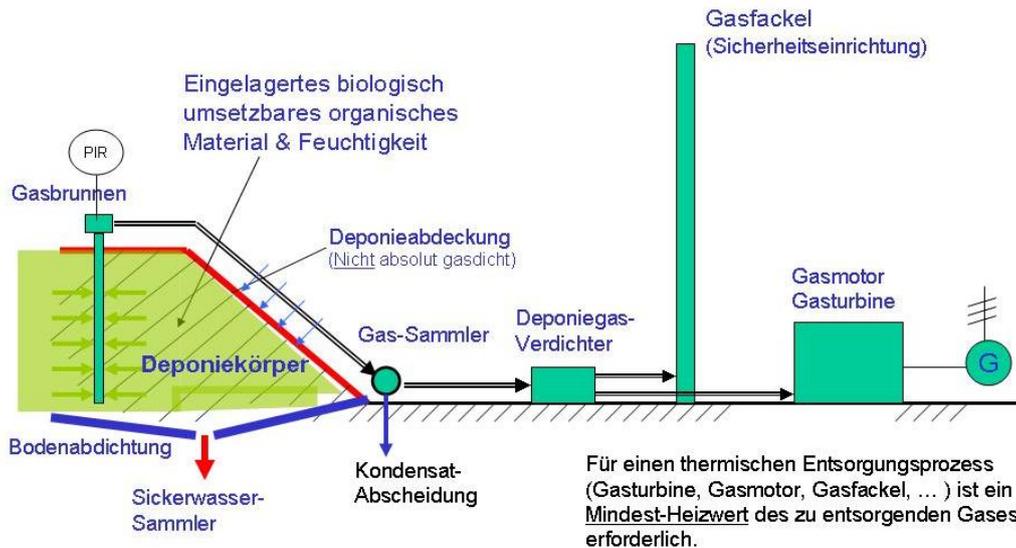


Abbildung 1: Schema einer Deponie mit Deponiegasnutzung

Problem: Im Verlauf der Deponie-Entgasungszeit verringern sich

- Deponiegas - Qualität (Methankonzentration) und
- Deponiegas - Menge (Deponiegas - Volumenstrom).

Wenn die Methankonzentration niedriger wird als die bekannten technischen Grenzen (jeweilige Methankonzentration im Deponiegas), dann ist weder der Betrieb eines Gasmotors noch der einer Gasfackel möglich.

Problem: Im Verlauf der Deponie-Entgasungszeit verringern sich

- + Deponiegas - Qualität (Methankonzentration) und
- + Deponiegas - Menge (Deponiegas - Volumenstrom).

Wenn die Methankonzentration niedriger wird als die bekannten technischen Grenzen, dann ist weder ein Gasmotorbetrieb noch der einer Gasfackel möglich.

→ Was passiert danach ???

Die Gasproduktion hört **nicht** auf !

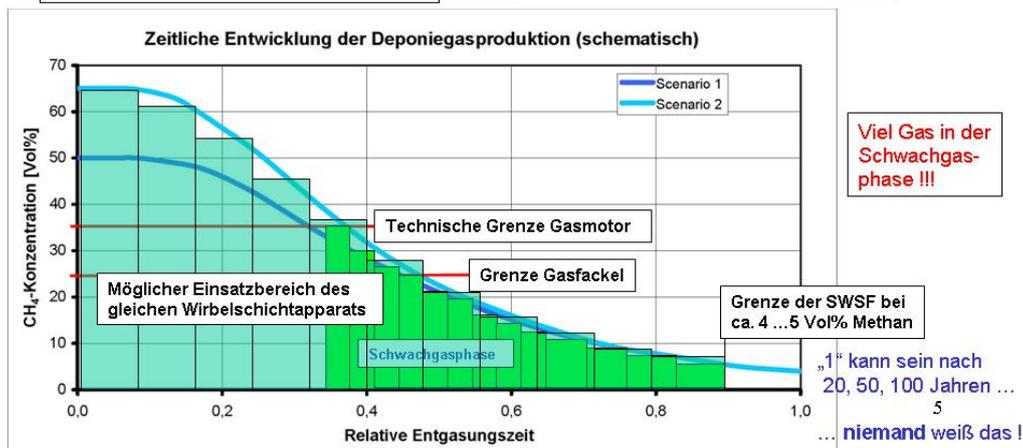


Abbildung 2: Demonstration des Deponiegasanfalls

Zur Veranschaulichung des Problems wurde die „adiabate Verbrennungstemperatur“ von  $\text{CH}_4 - / \text{CO}_2$ -Mischungen untersucht. Eine Verbrennung ist solange technisch realisierbar, solange die adiabate Verbrennungstemperatur höher ist als die Zündtemperatur von Methan bei ca. 600 °C.

Die deutschen Umweltgesetze (17. BImSchV) schreiben eine Mindesttemperatur von 850 °C vor. Damit ergeben sich die gesetzlichen Randbedingungen für eine thermische Entsorgung von Deponiegas. Die adiabate Verbrennungstemperatur einer Gas-Luft-Mischung lässt sich durch die Vorwärmung von Verbrennungsluft und von Brenngas positiv beeinflussen. Eine Vorwärmung mit Hilfe des „eigenen“ Verbrennungsabgases für die Verbrennungsluft auf 400 °C und für Deponiegas auf 300 °C ist energetisch möglich und gestattet, eine Verbrennung „armer Gase“ (in der Stationären Wirbelschicht) bei der BImSchV-Temperatur von 850 °C zu realisieren.

Das Deponiegas enthält neben den Hauptkomponenten Methan, Kohlendioxid und Stickstoff auch unerwünschte Begleitkomponenten, wie z.B.

- Silane (Baustein:  $\text{SiH}_4$ ) oder/und
- Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ )

Silane sind der Hauptkomponente „Methan“ des Deponiegases chemisch ähnlich, aber ihr Verbrennungsprodukte sind nicht gasförmiges  $\text{CO}_2$ , sondern sind feste  $\text{SiO}_2$ -Partikel, allgemein bekannt als „Sand“ mit seinen charakteristischen Eigenschaften. Sandpartikel im Brennstoff sind für einen Motorbetrieb „tödlich“. Deshalb ist der Einsatz von Gasmotoren u.U. mit hohen Verschleiß-Risiken verbunden. Die Belastung des Deponiegases mit Silanen und mit Schwefelwasserstoff ermöglicht nur eine zeitlich stark eingeschränkte motorische Nutzung und kann mit hohen Ausfallzeiten der Gasmotoren und erheblichen Instandhaltungskosten verbunden sein.

Schwefelwasserstoff beeinträchtigt das Schmieröl und erfordert kurzfristige Ölwechsel. Erfahrungen aus Deutschland (z.B. mit der Deponie Berlin-Wannsee) belegen, dass auch eine aufwändige Gasreinigung nicht zum befriedigenden Dauerbetrieb führt, die Anlagen blieben trotz umfangreicher Gasaufbereitung störanfällig. Auf der Deponie Berlin – Wannsee sind deshalb die Gasmotoren stillgelegt und demontiert worden.

Auch Gasturbinen sind nicht gegen Partikel-Erosion „immun“. Die hohen Gasgeschwindigkeiten in den Turbinenschaufeln sind Quelle von Erosionsschäden. Daher ist über einen prinzipiell anderen Energiewandlungsprozess nachzudenken, der die vorstehend genannten Probleme vermeidet.

### **3 Deponiegas-Entsorgung mit einer Stationären Wirbelschicht-Feuerungsanlage**

Die Deponiegas-Entsorgung wird mit Hilfe einer Stationären Wirbelschichtfeuerung realisiert. Eine Stationäre Wirbelschichtfeuerung (SWSF) mit „flammenloser Verbrennung“ kann auch für extrem „schwache“ Brenngase eingesetzt werden, wenn gesichert ist, dass die Verbrennungsreaktionen innerhalb der fluidisierten Inertstoffschicht ablaufen.

Die Grenze der SWSF für die Verbrennung ohne externe Energiezufuhr liegt in der „Schwachgasphase“ bei einer Methankonzentration von ca. 5 Vol%.

Der SWSF-Deponiegas-Oxidationsreaktor wird mit Deponiegas als Energieträger beaufschlagt. Die SWSF-Entsorgungsleistung kann durch Festlegung der Apparategröße an den realen Gasanfall angepasst werden.

Ein solches System zur thermischen Entsorgung von Deponiegas wurde auf einer stillgelegten Deponie in Mecklenburg-Vorpommern realisiert und einem ca. 5-jährigen Dauertest unterworfen.

Das Forschungs- und Demonstrationsvorhaben wurde auf der Grundlage von Vorarbeiten und wissenschaftlicher Begleitung des Lehrstuhls Umwelttechnik an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock, Leitung Prof. Dr. Steinbrecht, mit Förderung des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern und des Landkreises Nordvorpommern in Kooperation mit der Firma ES+S GmbH Rostock realisiert und in einem mehrjährigen Dauerbetrieb auf der Deponie Rönkendorf, Landkreis Nordvorpommern, M-V getestet.

Die Deponie Rönkendorf ist eine kleine Deponie, in die insgesamt 266.000 t Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle eingelagert wurden.

Die Deponie ist von der nächsten dörflichen Bebauung weit entfernt und wird durch ein „schwaches“ Stromnetz mit temporären Ausfällen gekennzeichnet. Sie ist mit einer TASI – Abdeckung ausgestattet, hat aber keine Bodenabdichtung. Die Gasfassung erfolgte durch 8 Vertikal- und 2 Horizontalbrunnen.

Die ursprüngliche Deponiegasentsorgung wurde ausschließlich durch eine Gasfackel eines bekannten Herstellers realisiert, es war kein Gasmotor installiert.

Der Fackelbetrieb wurde wegen zu schlechter Gasqualität im Frühjahr 2004 eingestellt.

Im Sommer 2004 konnte die Deponiegas-SWSF realisiert werden und war seit 11 / 2004 SWSF im Dauerbetrieb.

Die aufgrund der schwachen Methankonzentration im Deponiegas nicht mehr betriebsfähige „Gasfackel“ wurde nach Inbetriebnahme der „Wirbelschichtfackel“ entfernt.

Die Wirbelschicht-Anlage wurde mit je einem Luftvorwärmer und einem Brenngasvorwärmer ausgerüstet. Der Brenngasvorwärmer konnte bei Bedarf (nach entsprechendem Umbau) auch als Verbrennungsluftvorwärmer genutzt werden.

Die SWSF-Anlage hat vom zuständigen Staatlichen Amt eine 17. BImSchV-Genehmigung erhalten. Eine lokale EDV-Anlage registrierte alle relevanten Informationen, vor allem die Einhaltung der aus Sicherheitsgründen vorgeschriebenen Betriebstemperatur von  $852 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ .

Während des Dauerbetriebs wurde durch eine zugelassene Prüf-Firma die Einhaltung der BImSchV-Auflagen nachgewiesen.

#### Umsetzung der Forschungsergebnisse in eine Demonstrationsanlage auf der Deponie



Abbildung 3: Umstellung der Deponiegasentsorgung auf die Wirbelschichtfackel

Das Team der Universität Rostock entwickelte in Zusammenarbeit mit dem Deponie-betreiber und der Firma ES+S eine spezielle Automatisierungslösung (mit Daten-Fernübertragung, Bild 5), die sowohl den Anforderungen des Betriebs der Deponiegasfackel als auch den lokalen Bedingungen vollständig gerecht wurde. Neben mehreren Temperatur-Sensoren diente ein „robuster“ Lambda-Sensor als Grundlage der Anlagen-Temperaturregelung.

Eines der zu lösenden Probleme war der Nachweis, dass die Anlage nach einem bis zu 2 Stunden andauernden Stromausfall ohne Personal selbsttätig wieder anfahren konnte, wenn das die festgelegten Sicherheitsbedingungen zugelassen haben. Dazu war eine Ausrüstung mit zuverlässigen Sensoren erforderlich.

Die betriebsfähige Wirbelschichtfackelanlage mit allen Details zeigen Bild 3 und Bild 4.



Abbildung 4: Gesamtansicht der Schwachgasfackel

Im Automatik-Container wurden von der Leittechnik alle auflaufenden Signale verarbeitet, gespeichert und visualisiert. Bild 5 zeigt eine typische Betriebssituation.

Die Anlage war durch eine „stabilen Geradeauslauf“ gekennzeichnet, Bild 6.

Automatischer, fernüberwachter Anlagenbetrieb ...

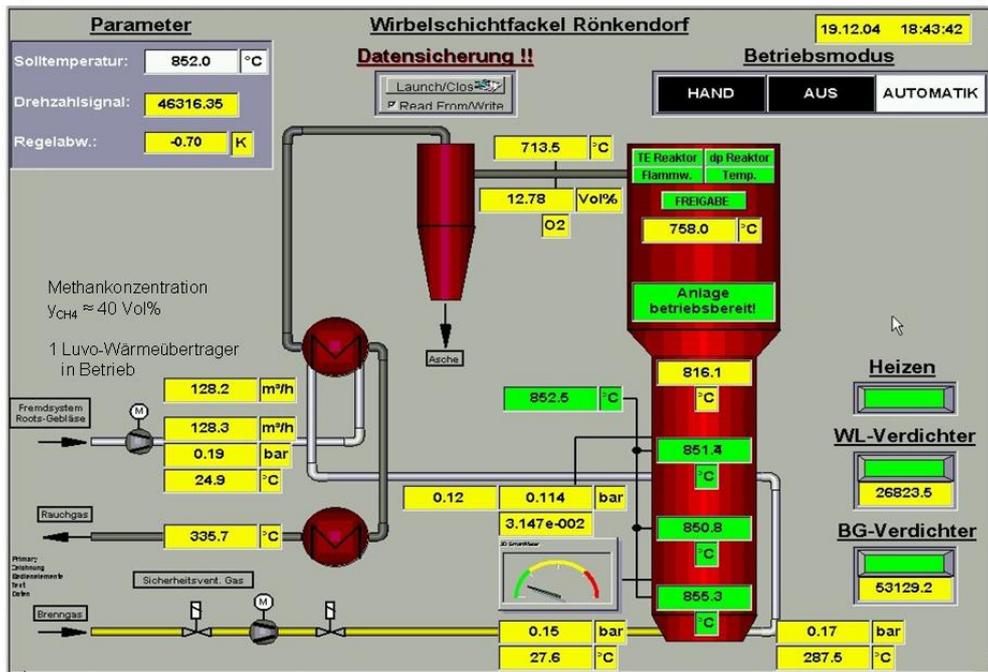
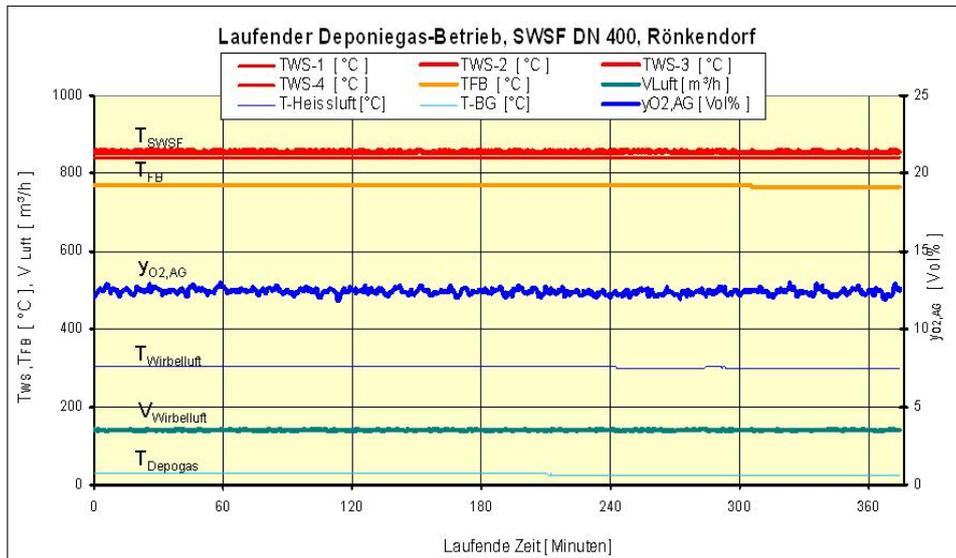


Abbildung 5: Ansicht des Monitors vom Prozeßrechner zur SWSF-Betriebsüberwachung

Automatischer, fernüberwachter Anlagenbetrieb ...



Die Prozessregelung hält die Bett-Temperatur sehr konstant bei 852°C ± 1K.  
 ... Die Deponiegas – SWSF Rönkendorf läuft im störungsfreien Dauerbetrieb ...

Abbildung 6: Zeitliche Konstanz der Messgrößen der Deponiegasfackel

Zur Beurteilung der „Zukunft der Wirbelschichtfackel“ wurden aus den laufenden Aufzeichnungen des Deponiebetreibers Prognosen zur weiteren zeitlichen Verfügbarkeit des Depo-

niegases abgeleitet. Daraus konnte abgeleitet werden, dass ein Anlagenbetrieb mit ständig „schwächer“ werdendem Gas bis ca. Frühjahr 2007 erwartet werden konnte.

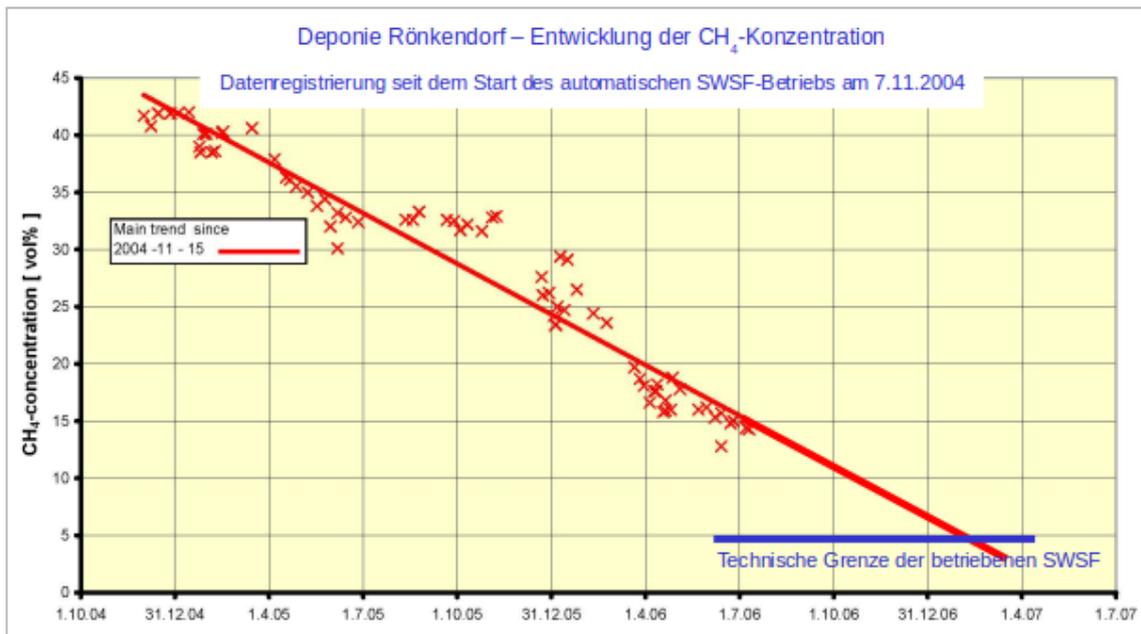


Abbildung 7: Prognose zum erwarteten Zeitpunkt des Versagens der SWSF Anlage

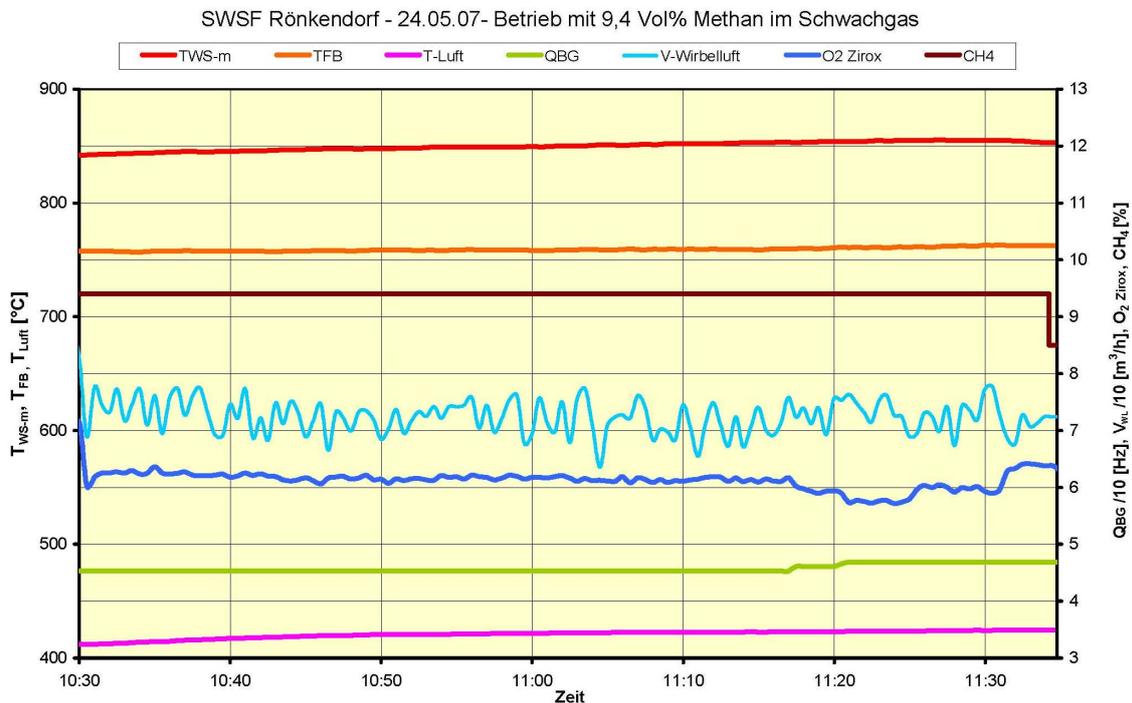


Abbildung 8: Betrieb der Deponiegas-SWSF bei ca. 9% CH<sub>4</sub> im Brenngas

Zusätzlich hat der Deponiebetreiber auf spezielle Anforderung jeweils für mehrere Stunden „ärmeres Gas“ bereit gestellt, mit dem sich dann das jeweilige Verhalten der Anlage unter „stationären Bedingungen“ als „Antwort“ ableiten ließ.

Solange ausreichende Gasmengen bereitgestellt werden konnten, wurden trotz stark veränderter Gasqualität keine Grenzen für den Wirbelschichtapparat erreicht.



um das innewohnende Potential erschließen zu können. Für eine industrielle Anwendung wird eine speziell ausgelegte Kombination „Verdichter und Heißluftturbine“ (für gleichen Heißluft-Massenstrom in Verdichter und Turbine) benötigt.

Leider sind solche Heißluftturbinen auf dem Markt (noch) nicht erhältlich.

Wir arbeiten daran!



