



**Deponieseminar 2016 –  
Aktuelles zu Recht und Vollzug**

**abfall**





## **Deponieseminar 2016 – Aktuelles zu Recht und Vollzug**

**Fachtagung am 21. September 2016**

**UmweltSpezial**

## Impressum

Deponieseminar 2016 – Aktuelles zu Recht und Vollzug  
Fachtagung des LfU am 21.09.2016

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-0  
Fax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Redaktion:

LfU Referat 12

### Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

### Stand:

September 2016

Der Tagungsband steht als PDF-Datei zum kostenfreien Download zur Verfügung: [www.bestellen.bayern.de](http://www.bestellen.bayern.de) (Kategorie Umwelt und Verbraucherschutz).

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Deponien in Bayern – Aktuelles aus dem LfU</b>	<b>5</b>
Andreas Schweizer, LfU	
<b>Nutzung bestehender Standorte nach dem Prinzip „Deponie auf Deponie“ – Arbeitsbericht des DWA/VKU-Fachausschusses "Deponien"</b>	<b>13</b>
Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer, IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Prof. R. Stegmann und Partner, Hamburg	
<b>Möglichkeiten der Schwachgasentsorgung und Schwachgasnutzung Projekt Deponie Atzenhof</b>	<b>27</b>
Michael Podsadny, Göbel Energie- und Umwelttechnik Service GmbH	
<b>Landfill Mining: Ist-Analyse des Ressourcenpotenzials von Deponien in Bezug auf strategische Rohstoffe</b>	<b>50</b>
Jan-Philipp Jarmer, Resource Lab der Universität Augsburg	
<b>Deponie – Info 10 Deponien der Klasse 0 Erd- und Bauschuttdeponien</b>	<b>53</b>
Petra Pöttsch, LfU	
<b>Deponie für Inertabfälle (DK0) am AWZ Rothmühle Errichtung, Betrieb, Erfahrungen</b>	<b>59</b>
Stephan Orzol, Landkreis Schweinfurt	
<b>Gründung eines Deponiebetreiber-Netzwerks in Bayern Deponien in Bayern – auch künftig eine Herausforderung</b>	<b>69</b>
Laura Jantz, iDetec, Kompetenzzentrum für innovative Deponietechnik	
<b>Tagungsleitung / Referenten</b>	<b>71</b>



# Deponien in Bayern – Aktuelles aus dem LfU

Andreas Schweizer, LfU

## 1 Vorbemerkung – Deponiebedarf in Bayern

Deponien sind für nicht verwertbare mineralische Abfälle als Schadstoffsenke in der Abfallwirtschaft nach wie vor notwendig. Dies ist unumstritten, und es muss über Deponiekapazitäten und -bedarf nachgedacht und rechtzeitig gehandelt werden.

Für Bayern ist eine Deponiebedarfsprognose zum Stand Ende 2013 erstellt worden, diese steht auf der Homepage des LfU zum Herunterladen zur Verfügung.

Aufgrund der Ergebnisse der Deponiebedarfsprognose können zusammengefasst folgende grundsätzlichen Aussagen getroffen werden:

- Bayern verfügt im Prognosezeitraum bis 2025 unter der Voraussetzung gleichbleibender Abfallmengen insgesamt über ausreichendes Deponievolumen der Klassen 0, I und II.
- Die **unterschiedliche regionale Verteilung der Deponiekapazitäten Bayerns erfordert jedoch in einzelnen Regierungsbezirken einen rechtzeitigen Ausbau** des genehmigten Deponierestvolumens.
- Der **Bedarf an zusätzlichem Deponievolumen der Klassen 0, I und II ist im Prognosezeitraum bis 2025 in einigen Regierungsbezirken gegeben**. Allerdings ist der Bedarf an Volumen der Deponieklasse I in vielen Fällen durch Zugriff auf Volumen der Deponieklasse II überbrückbar.
- Die künftige Mantelverordnung zur Neuordnung der Verwertung mineralischer Abfälle könnte insbesondere im Bereich der Deponiekapazitäten der Klasse 0 zu erheblich erhöhten Abfallmengen und dementsprechend zu zusätzlichem Bedarf an Deponievolumen noch im Prognosezeitraum führen.
- Im Bereich der Deponieklassen I und II ist durch die künftige Mantelverordnung nur von geringen Auswirkungen auf das vorhandene Deponievolumen auszugehen.
- Der kommunalen Zusammenarbeit wird für die Entsorgungssicherheit für abzulagernde Abfälle weiterhin hohe Bedeutung zukommen.
- Es wird empfohlen, sobald die materiellen Inhalte der Mantelverordnung verlässlich absehbar oder andere gravierende Veränderungen erkennbar sind, die Deponiesituation in Bayern erneut vertieft zu betrachten.

## 2 Deponiesituation in Bayern Stand Ende 2014

Die Deponiesituation für das Bilanzjahr 2014 kann im Einzelnen der Abfallbilanz 2014 entnommen werden, die auf unserer Homepage zum Herunterladen bereit steht. Die Abfallbilanz 2015 wird aktuell erstellt.

Eine Ablagerung von vorbehandelten Abfällen oder Abfällen, die gemäß DepV die jeweiligen Zuordnungskriterien einhalten, fand im Bilanzjahr 2014 auf 34 Deponien der Klasse I und II statt. An weiteren acht Standorten fand im Jahr 2014 keine Ablagerung statt. An diesen Standorten steht jedoch weiterhin genehmigtes Deponievolumen zur Verfügung.

Auf Deponien der Klassen I und II wurden 2014 394.004 t Abfälle abgelagert. Der Anteil der Reste aus der thermischen Abfallbehandlung und der mechanisch-biologischen Vorbehandlung an der Gesamtablagerungsmenge ging leicht zurück. Im Bilanzjahr wurden 110.162 t Reste aus der Vorbehandlung auf den Deponien abgelagert.

2014 – Ablagerungsmengen		
Regierungsbezirk	gesamt in t	davon Reste aus der Vorbehandlung in t
Oberbayern	29.105	6.186
Niederbayern	24.147	0
Oberpfalz	103.485	91.967
Oberfranken	43.079	140
Mittelfranken	12.382	0
Unterfranken	124.738	240
Schwaben	57.068	11.629
Summe	394.004	110.162

Mengenentwicklung der letzten Jahre:		
Summe 2014	394.004	110.162
Summe 2013	552.525	67.577
Summe 2012	432.615	77.282
Summe 2011	470.263	140.140
Summe 2010	409.314	127.181

Im Rahmen von Baumaßnahmen auf Deponien der Klasse I und II wurden an den Deponiestandorten in Bayern Abfälle zur Verwertung angenommen. Die verwertete Menge belief sich im Bilanzjahr 2014 auf 397.014 t. Dies entspricht der Größenordnung des Vorjahrs. Die teilweise sehr starken Schwankungen in den Regierungsbezirken sind auf Deponiebaumaßnahmen zurückzuführen.

Für Bayern zeigt sich folgende Entwicklung:

Verwertete Mengen in t	
2014	397.014
2013	375.439
2012	452.191
2011	538.698
2010	467.749
2009	595.861

## 3 Aktuelle Themen im Vollzug

### 3.1 Novelle Abfallverzeichnisverordnung (AVV) – Änd. DepV

Mit der Verordnung zur Umsetzung der novellierten abfallrechtlichen Gefährlichkeitskriterien vom 04.03.2016 wurde die Abfallverzeichnis-Verordnung geändert. Die Änderungsverordnung diente der Umsetzung von Änderungen des EG-Abfallverzeichnisses und des Anhangs III der EG-Abfallrahmenrichtlinie in deutsches Recht. In der geänderten Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) haben sich bei Spiegeleinträgen Änderungen bei der Einstufung von Abfällen als gefährlich bzw. nicht gefährlich ergeben.

Wichtig für zu deponierende Abfälle: Eluatkriterien sind nicht mehr anzuwenden für die Entscheidung, ob ein Abfall als gefährlich einzustufen ist oder nicht.

Hinweise zur Einstufung und Einschlüsselung von Abfällen in Bayern stehen auf der Homepage des LfU zum Herunterladen zur Verfügung.

*Einschub:*

*An dieser Stelle wird auch auf Besonderheiten bei der Einschlüsselung und Einstufung von mineralischen Abfällen hinsichtlich der Zuordnung zu Abfallschlüsseln nach Kapitel 17 oder Kapitel 19 des Abfallverzeichnisses der AVV und zur Einstufung als gefährlich bzw. nicht gefährlich bei nicht abtrennbaren Beschichtungen oder Kontaminationen verwiesen.<sup>4</sup>*

*Für Bayern gilt: Nicht abtrennbare Beschichtungen oder oberflächliche Kontaminationen, die die Kriterien für einen gefährlichen Abfall erfüllen, führen dazu, dass der Gesamtabfall als gefährlich einzustufen ist.*

Mit der Novelle der AVV wurde auch die Deponieverordnung (DepV)<sup>1</sup> dahingehend geändert, dass die aktuelle DIN 19667 vom August 2015<sup>2</sup> aufgenommen wurde. Die DIN enthält Anforderungen an Planung und Bauausführung von Entwässerungssystemen in Deponien, die unter Beachtung des Anhang 1 der DepV, den Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) und den GDA-Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik überarbeitet wurden.

### 3.2 Aktuelles zu Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) und Eignungsbeurteilungen

Beim Deponiebau sind gemäß Anhang 1 Nr. 2 DepV u. a. die Vorgaben der LAGA Ad – hoc – AG „Deponietechnik“ und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zu beachten.

#### 3.2.1 Neue Dokumente

In Anhang 1 Nr. 2.2 DepV wird eine Asphaltabdichtung als eine grundsätzlich mögliche Konvektionsperre genannt. Aus diesem Grund wurden auch BQS für Asphaltabdichtungen für Basis- (BQS 2-4) und Oberflächenabdichtungssysteme (BQS 5-4) erstellt.

Das Deutsche Asphaltinstitut (dai) hatte im Mai 2011 einen Antrag auf Eignungsbeurteilung von Deponieasphalt gestellt. Hierbei handelt es sich um einen Asphalt mit konkret benannter Zusammensetzung, Einbautechnik und Qualitätsüberwachung.

<sup>1</sup> Deponieverordnung (DepV)  
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung– DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 (BGBl I Nummer 22 vom 29. April 2009 S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I S. 382)

<sup>2</sup> Deutsches Institut für Normung  
DIN 19667:2015-08 „Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb“

In Zusammenarbeit mit der Ad-hoc-AG erarbeitete der Arbeitskreis 2.3 „Asphaltbauweisen im Wasserbau und in der Geotechnik“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) die „Güterichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt“<sup>1</sup>. Sie war ein wesentlicher Bestandteil des Eignungsnachweises.

Die Eignungsbeurteilung von Deponieasphalt konnte im Dezember 2015 abgeschlossen werden. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung ist die Güterichtlinie unmittelbarer Bestandteil der Eignungsbeurteilung. Die Eignungsbeurteilung von Deponieasphalt wurde am 18.04.2016, nach Zustimmung der LAGA, veröffentlicht.

### **3.2.2 Aktuelle Fortschreibungen**

Die nachfolgenden Fortschreibungen wurden am 18.04.2016, nach Zustimmung der LAGA, veröffentlicht.

#### **3.2.2.1 Geosynthetische Tondichtungsbahnen**

Der Umfang der Qualitätsüberwachung sollte vereinheitlicht werden. Zu diesem Zweck wurde dem BQS 5-5 ein neuer Anhang angefügt und die Eignungsbeurteilungen wurden entsprechend fortgeschrieben.

Aufgrund vorliegender Praxiserfahrungen wurden die Anforderungen an die Trag- und Ausgleichsschicht einerseits konkretisiert und es wurde andererseits eine Erleichterung hinsichtlich der Anforderung an deren Korngrößenverteilung durch eine ermessensleitende Sollbestimmung vorgenommen.

#### **3.2.2.2 Wasserhaushaltsschichten**

Der BQS 7-2 wurde aufbauend auf der Neufassung des BQS 7-1 inhaltlich und redaktionell fortgeschrieben. Auch im BQS 7-2 wurden konkrete Anforderungen sprachlich differenziert zu ermessensleitenden Empfehlungen und Hinweisen formuliert.

#### **3.2.2.3 Photovoltaikanlagen**

Im BQS 7-4a wurde im Verzeichnis der technischen Bezugsdokumente das Ausgabedatum der Deponie – Info 2 „Photovoltaikanlagen auf (ehemaligen) Deponien“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) mit dem Stand 04/2015 aktualisiert. Demnach ist die PV-Anlage in das Brand- und Explosionsschutzdokument der Deponie einzubinden oder ein Feuerwehrplan nach DIN 14095 einschließlich eines Alarmplans zu erstellen.

#### **3.2.2.4 Rohre, Schächte und Bauteile in Deponien**

Die DIN 19667 „Dränung von Deponien – Planung, Bauausführung und Betrieb“ wurde im August 2015 fortgeschrieben. Im Zuge des Ordnungsverfahrens zur Fortschreibung der Abfallverzeichnisverordnung wurde die DepV in Bezug auf den Verweis in Anhang 1 Nr. 2.1.1 Satz 3 Ziffer 13 aktualisiert. Der BQS 8-1 wurde in Bezug auf die DIN 19667 und den Verweis auf die im Mai 2015 aktualisierte GDA Empfehlung E 2-20 angepasst.

#### **3.2.2.5 Fremdprüfung mineralischer Baustoffe**

Der BQS 9-1 „Qualitätsmanagement – Fremdprüfung beim Einbau mineralischer Baustoffe in Deponieabdichtungssystemen“ wurde um den Anwendungsbereich von Asphaltabdichtungen erweitert. Dieser sieht vor, dass sich die fremdprüfenden Stellen zusätzlich mit einem Modul Asphaltabdichtungen als Inspektionsstelle akkreditieren lassen können, wenn sie die hierfür erforderliche Fachkompetenz

---

<sup>1</sup> Deutsche Gesellschaft für Geotechnik  
Güterichtlinie Abdichtungskomponenten aus Deponieasphalt; 1. Ausgabe 2015; Arbeitskreis 2.3 „Asphaltbauweisen im Wasserbau und in der Geotechnik“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT),  
[http://www.dggt.de/images/PDF\\_Dokumente/Arbeitskreise/ak\\_2\\_3\\_gueterichtlinie\\_asphaltdichtung.pdf](http://www.dggt.de/images/PDF_Dokumente/Arbeitskreise/ak_2_3_gueterichtlinie_asphaltdichtung.pdf)

nachweisen. Die asphaltspezifischen Prüfungen können sie als spezielle Prüfungen an dafür akkreditierte Prüflaboratorien vergeben.

Am 03.11.2015 fand ein Erfahrungsaustausch statt, um die Erfahrungen aus der Anwendung des BQS und des Akkreditierungsverfahrens in die Fortschreibung des BQS 9-1 einfließen lassen zu können.

Teilnehmer waren

- zwei Vertreter der Deutschen Akkreditierungsstelle
- 18 Vertreter fremdprüfender Stellen für mineralische Baustoffe, die zu diesem Zeitpunkt bereits akkreditiert waren oder deren Audit bereits stattgefunden hatte, sowie
- jeweils der Obmann der UAG Qualitätsmanagement und der Ad-hoc-AG

Im Ergebnis wurde der BQS 9-1 in Bezug auf die Anforderungen an die Unabhängigkeit des Fremdprüfers und seine Anwesenheit auf der Baustelle fortgeschrieben.

### 3.2.3 Veröffentlichung

BQS und Eignungsbeurteilungen der LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnik“ veröffentlicht die LAGA auf ihrer Internetseite<sup>1</sup>.

Damit Anwender leichter erkennen können, welche Änderungen in den Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards und Eignungsbeurteilungen vorgenommen wurden, werden Dokumente mit den Änderungsvermerken gegenüber der jeweils vorangegangenen Version auf der Internetseite der Niedersächsischen Gewerbeaufsichtsverwaltung<sup>2</sup> veröffentlicht.

Unverändert gültige Eignungsbeurteilungen der vorangegangenen LAGA Ad-hoc-AG „Deponietechnische Vollzugsfragen“ sind ebenfalls auf der Internetseite der Niedersächsischen Gewerbeaufsichtsverwaltung verfügbar.

### 3.2.4 Ausblick

Die Fortschreibung des BQS 7-3 (Methanoxidationsschichten) ist weitgehend abgeschlossen. Der SKZ/TÜV-LGA Arbeitskreis plant für 2016 eine Fortschreibung der Güterrichtlinie „Rohre, Schächte, Bauteile in Deponien“. Mitglieder der betreffenden Unterarbeitsgruppe der Ad-hoc-AG begleiten die Vorbereitungen dieser Fortschreibung. Sobald die Fortschreibung vorliegt, wird der BQS 8-1 daran angepasst.

## 3.3 IED Überwachung an Deponien

Neuer Internetauftritt

[http://www.lfu.bayern.de/abfall/ueberwachung\\_deponien/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/ueberwachung_deponien/index.htm)

Aktualisierung erfolgte anhand der Meldungen oder des jeweiligen Internetauftrittes der Regierungen im März 2016. Aktuelle IE-Überwachungsberichte werden fortlaufend eingestellt.

<sup>1</sup> <http://laga-online.de/servlet/is/23875/>

<sup>2</sup> [http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de/startseite/umweltschutz/kreislauf\\_und\\_abfallwirtschaft/deponietechnik/laga\\_adh\\_ocag\\_deponietechnik\\_ab\\_2010/aenderungen\\_von\\_bqs\\_und\\_eignungsbeurteilungen/aenderungen-von-bqs-und-eignungsbeurteilungen-127528.html](http://www.gewerbeaufsicht.niedersachsen.de/startseite/umweltschutz/kreislauf_und_abfallwirtschaft/deponietechnik/laga_adh_ocag_deponietechnik_ab_2010/aenderungen_von_bqs_und_eignungsbeurteilungen/aenderungen-von-bqs-und-eignungsbeurteilungen-127528.html)

### 3.4 Deponie-Infos des LfU

Neben dem Formblatt „grundlegende Charakterisierung“ (gC) und den „Richtwerten für Deponien der DK I und II“, stehen auf der Homepage des LfU aktuell acht Deponie-Infos zum Herunterladen zur Verfügung:

[http://www.lfu.bayern.de/abfall/merkblaetter\\_deponie\\_info/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/merkblaetter_deponie_info/index.htm).

Aktuell werden zwei weitere Deponie-Infos erarbeitet:

Deponie Info 9 – Zwischenlagerung heizwertreicher Abfälle (Arbeitstitel)

Im Rahmen des Betriebs von Abfallverbrennungsanlagen (MVA) ist es aus verschiedenen Gründen notwendig, Abfälle zwischen zu lagern. Mit der Deponie – Info 9 soll der in Bayern einzuhaltende Stand der Technik innerhalb und außerhalb gedichteter Deponieflächen beschrieben werden. Dies soll zu einem einheitlichen Vollzug führen. Mit einer Veröffentlichung ist Ende 2016 zu rechnen.

Deponie-Info 10 – Deponien der Klasse 0 – Erd- und Bauschuttdeponien

Hierzu wird auf den gesonderten Beitrag im Tagungsband hingewiesen.

## 4 Energieerzeugung auf Deponien

Die Erzeugung von Energie auf Deponiestandorten hat für die Deponiebetreiber Bayerns in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Die klassische Energieerzeugung auf Deponien ist die Verwertung (Wärme und Strom) des anfallenden Deponiegases. Nach dem Ablagerungsverbot organischer Abfälle 2005 sind die Deponiegasmengen und somit auch Strommengen weiterhin rückläufig. Seit 2001 hat sich eine weitere Möglichkeit der Stromproduktion etabliert: die Photovoltaikanlage (PVA). Wegen der (ehemals) attraktiven EEG-Vergütung und der zumeist schon vorhandenen Infrastruktur wurden auf vielen Deponiestandorten Photovoltaikanlagen errichtet. Eine Förderung (08/2012 - 12/2014) erfolgte mit dem Programm „Alte Lasten – Neue Energien“ des Freistaates Bayern, sowie mit der Erstellung einer Machbarkeitsstudie<sup>1</sup> bezüglich des Potenzials von Altlasten und Deponien zur Errichtung von PVA. Unter fachlicher Betreuung des LfU wurde von einem Ingenieurbüro das Potenzial (wie Fläche, Infrastruktur, Deponieeinrichtungen, potenzielle Leistung) von 40 ausgewählten Deponien untersucht, bewertet und den jeweiligen Trägern der Deponien zur Verfügung gestellt.

Im Juli 2010 (Fortschreibung: April 2015) veröffentlichte das LfU das Deponie – Info 2 „Photovoltaikanlagen auf Deponien“<sup>2</sup>. Hierin sind Anforderungen an die Planung, den Bau und Betrieb einer Photovoltaikanlage auf einer Deponie zusammengestellt, die für einen nachhaltigen und langfristigen Schutz der Deponieeinrichtungen (Oberflächenabdichtung, Gasbrunnen, Biofilter etc.) notwendig sind. Weiter beschreibt der BQS 7-4a „Technische Funktionsschichten – Photovoltaik auf Deponien“ den Stand der Technik für die deponietechnischen Belange bei PVA auf Deponien. Im Folgenden wird die Entwicklung der Kenndaten (Anzahl, Nennleistung und Stromproduktion) der elektrischen Energieerzeugung auf Deponiestandorten aufgezeigt.

### 4.1 Deponiegasverwertung für elektrische Energie - Gasmotoren

Die Anzahl der elektrischen Deponiegasverwertungsanlagen in Bayern ist in den letzten 30 Jahren auf **42** angestiegen, die eine installierte Nennleistung von **13 MWp** besitzen. Bei Volllast würde das einer Leistung von ca. sieben Windkraftanlagen<sup>3</sup> entsprechen. Da die Motoren auf den Deponien aber in

---

<sup>1</sup> [http://www.lfu.bayern.de/abfall/forschung\\_projekte\\_dritte/pva/doc/photovoltaikanlagen.pdf](http://www.lfu.bayern.de/abfall/forschung_projekte_dritte/pva/doc/photovoltaikanlagen.pdf)

<sup>2</sup> [http://www.lfu.bayern.de/abfall/merkblaetter\\_deponie\\_info/doc/deponie\\_infomerkblatt.pdf](http://www.lfu.bayern.de/abfall/merkblaetter_deponie_info/doc/deponie_infomerkblatt.pdf)

<sup>3</sup> Windkraftanlagen mit 2 MWp Leistung (Quelle: <http://www.energielandschaft.de/energie/windkraft/technologie-allgemein/>)

der Regel nur im Intervallbetrieb oder in Teillast laufen, ist von einer geringeren realen Leistung auszugehen.

Die hierbei erzeugte Strommenge betrug im Jahre 2013 **14 GWh**. Diese Strommenge wäre für die Versorgung von 3.423 Haushalten ausreichend.

## 4.2 Photovoltaikanlagen

In den letzten 15 Jahren wurden auf 52 Deponiestandorten (DK I, II und III) in Bayern **62** Photovoltaikanlagen errichtet, die eine installierte Nennleistung von **68 MWp** besitzen (siehe Abb.). Bei Volllast würde das einer Leistung von ca. 34 Windkraftanlagen<sup>1</sup> entsprechen.

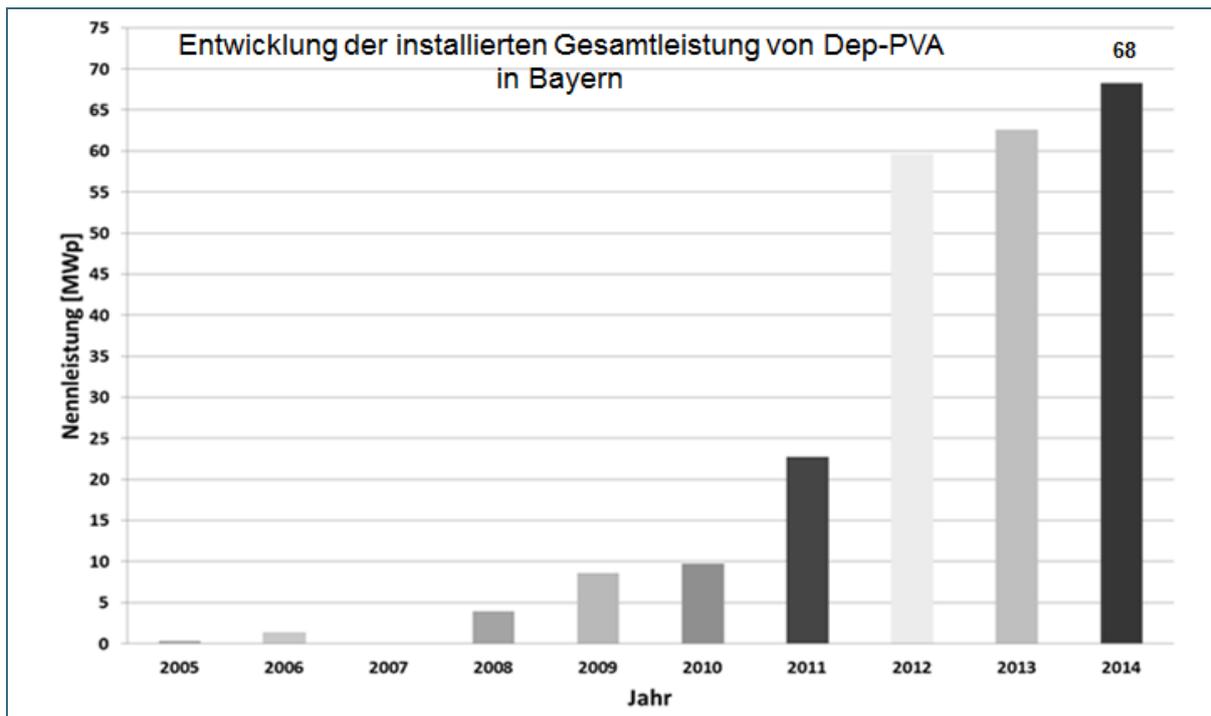


Abb.: Entwicklung der installierten Gesamtleistung von Dep-PVA in Bayern  
(Datengrundlage: LfU, <https://www.netztransparenz.de/de/index.htm>)

Die hierbei erzeugte Strommenge betrug im Jahre 2014 67 GWh. Diese Strommenge wäre für die Versorgung von 16.340 Haushalten<sup>2</sup> ausreichend.

## 5 Deponiebelüftung – Förderung

Die aus Deponien unkontrolliert entweichenden Methanemissionen weisen eine hohe Klimarelevanz auf ( $\text{CH}_4$  28-fach von  $\text{CO}_2$ )<sup>3</sup>. Die Deponiebelüftung (aerobe in-situ Stabilisierung) kann eine sehr effiziente Methode zur Reduzierung von Methanemissionen und ggf. zur Verkürzung der Nachsorgephase darstellen. Die Belüftung bietet sich insbesondere bei Altdeponien in der Stilllegungsphase an, ist aber – wenn keine Schädigungen der Oberflächenabdichtung zu befürchten sind – auch bei endgültig abgedichteten Deponien möglich.

<sup>1</sup> Windkraftanlagen mit 2 MWp Leistung (Quelle: <http://www.energielandschaft.de/energie/windkraft/technologie-allgemein/>)

<sup>2</sup> Durchschnittlicher Stromverbrauch pro Haushalt in Deutschland (Mittelwert): 4.100 kWh  
(Quelle: <http://www.die-stromsparinitiative.de/stromkosten/stromverbrauch-pro-haushalt/>)

<sup>3</sup> Nach IPCC 2013: GWP über 100 Jahre Faktor 28.

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Darunter fallen seit 2013 auch Maßnahmen zur Deponiebelüftung. Die Förderrichtlinien<sup>1</sup> wurden im Oktober 2015 verbessert. Nähere Informationen finden Sie auf unserer Homepage:

[http://www.lfu.bayern.de/abfall/gefahrlche\\_nichtgefahrlche\\_abfaelle/gashaushalt/klimaschutzinitiative/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/gefahrlche_nichtgefahrlche_abfaelle/gashaushalt/klimaschutzinitiative/index.htm).

---

<sup>1</sup> [https://www.ptj.de/lw\\_resource/datapool/items/item\\_4931/krl\\_nki-flyer\\_15.pdf](https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/items/item_4931/krl_nki-flyer_15.pdf)

# Nutzung bestehender Standorte nach dem Prinzip „Deponie auf Deponie“ – Arbeitsbericht des DWA/VKU-Fachausschusses "Deponien"

**Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer, IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Prof. R. Stegmann und Partner, Hamburg**

## 1 Arbeitsbericht "Deponie auf Deponie" des DWA/VKU-Fachausschusses „Deponien“

Die Vorhaltung und der Betrieb einer ausreichenden Anzahl an Deponien ist auch zukünftig eine unverzichtbare Aufgabe der Abfallwirtschaft, um Schadstoffe aus den Stoffkreisläufen ausschleusen und umweltverträglich entsorgen zu können. Deponien behalten folglich ihre Funktion als Senke für schadstoffhaltige Abfälle. In vielen Regionen Deutschlands besteht ein erheblicher Bedarf an technisch geeignetem wie kostengünstigem Deponievolumen insbesondere der Deponieklasse I, der aufgrund der Schließung von Altdeponien noch anwachsen wird.

Hier kann die weitere Nutzung bestehender Deponiestandorte nach dem Prinzip „Deponie auf Deponie“ oder als reine Erweiterung der Deponie in vielen Fällen eine geeignete Lösung bieten.

Vor diesem Hintergrund hat der DWA/VKU-Fachausschusses „Deponien“ das Thema aufgegriffen und die Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Deponie auf Deponie“ eingerichtet, der folgende Mitglieder angehören:

Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer (Sprecher)	Hamburg
Dipl.-Ing. Wolfgang Bräcker	Hildesheim
Dipl.-Ing. Christian Daehn	Augsburg
Dipl.-Verw. Hartmut Haeming	Köln
Dipl.-Ing. Norbert Jacobsen	Selmsdorf
Dr. Harald Röttschke	Bitterfeld – Wolfen
Dipl.-Ing. Albrecht Tschackert	Ludwigsburg

Der Arbeitsbericht dieser Ad-hoc-Arbeitsgruppe wurde als Sonderdruck der DWA veröffentlicht: DWA Arbeitsbericht „Deponie auf Deponie“, Oktober 2015

Herausgabe und Vertrieb:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Er weist folgende Inhalte auf:

- Deponiebedarf, Erfordernis der Erweiterung bestehender Deponiestandorte
- Deponiekapazitäten und Deponiebedarf
- Rechtliche Rahmenbedingungen, Genehmigungen
- Technische Anforderungen
- Fallbeispiele und Erfahrungen
- Fazit
- Literatur

Der Arbeitsbericht wird bei Bedarf aktualisiert und ist unter folgender Adresse kostenfrei als PDF-Datei erhältlich:

[http://de.dwa.de/tl\\_files/media/content/PDFs/Abteilung\\_WAW/Soe/KEK/Deponie.pdf](http://de.dwa.de/tl_files/media/content/PDFs/Abteilung_WAW/Soe/KEK/Deponie.pdf)

Im Folgenden werden auszugsweise wesentliche Inhalte des Arbeitsberichts und weitere aktuelle Fallbeispiele zum Konzept Deponie auf Deponie aufgegriffen.

## 2 Deponiebedarf, Erfordernis der weiteren Nutzung bestehender Deponiestandorte

Trotz einer weitgehenden Verwertung von Abfällen und einer weiteren Intensivierung der Kreislaufwirtschaft werden Deponien auch zukünftig als Schadstoffsinken benötigt. Abfälle, deren Verwertung mit erheblichem Aufwand und Energieverbrauch und sonstigen Umweltbeeinträchtigungen verbunden ist, sind weiterhin ordnungsgemäß zu beseitigen, wobei oberirdische Deponien in vielen Fällen die langfristig sichere Lagerung am besten gewährleisten. Zu diesen Abfällen zählen insbesondere:

- belastete Böden
- Baggergut aus Gewässern
- pechhaltiger Straßenaufbruch
- Filterstäube, Rost- und Kesselaschen
- Gießereisande
- Schlämme aus der chemisch-physikalischen Abfallbehandlung
- Brand- und Asbestabfälle
- nicht verwertbarer Anteil mineralischer Bauabfälle
- Produktionsrückstände und Sortierreste aus entsprechenden Aufbereitungsanlagen, die die Anforderungen der Deponieverordnung einhalten

Vom BMUB werden mit Bezug auf das Statistische Bundesamt 07/2015 folgende Angaben gemacht (BIEDERMANN, 2015 zitiert in DWA/VKU, 2015):

- Von ca. 340 Mio. Mg/a Gesamtabfallmenge werden etwa 300 Mio. Mg/a verwertet.
- Der Anteil mineralischer Abfälle liegt bei etwa 200 Mio. Mg/a – 240 Mio. Mg/a.
- 2012 wurden etwa 15 Mio. Mg auf Deponien verwertet und 37 Mio. Mg beseitigt. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der auf Deponien beseitigten und verwerteten Abfälle im Zeitraum 2002 – 2013.

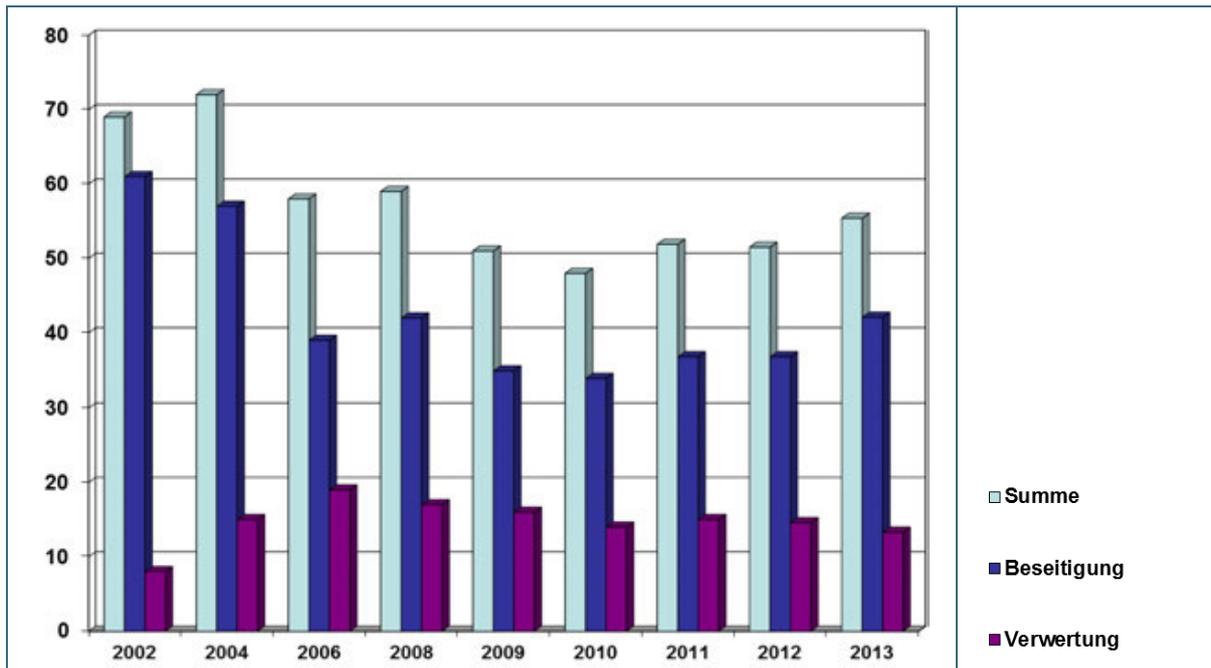


Abb.1: Auf Deponien beseitigte und verwertete Abfallmengen in Mio. Mg (BIEDERMANN, 2015, DESTATIS 2015)

Von Biedermann wurde ebenfalls unter Bezug auf das Statistische Bundesamt eine Übersicht (Tab. 1) zu den Restvolumina und Restlaufzeiten von Deponien der Klassen 0 – IV in Deutschland mit folgenden Hinweisen gegeben (BIEDERMANN, 2015):

- Die Deponien der Klasse 0 befinden sich hauptsächlich in Süddeutschland (Bayern, Baden-Württemberg) und Nordrhein-Westfalen.
- Von den Deponien der Deponiekategorie I befinden sich vier Großdeponien in Nordrhein-Westfalen, die ausschließlich für Verbrennungsrückstände aus der Braunkohlenverstromung genutzt werden (Tagebauverfüllungen). Auf diesen vier Deponien werden etwa 5,7 Mio. Mg/a abgelagert und sie weisen ein Restvolumen von ca. 124 Mio. m<sup>3</sup> (2013) auf. Ohne diese vier Großdeponien weisen die restlichen 154 Standorte eine durchschnittliche Restlaufzeit von lediglich ca. 10 Jahren auf. In Anbetracht, dass das Zulassungsverfahren von neu zu errichtenden Deponien mehrere Jahre dauert (ca. fünf bis sieben Jahre), reflektiert diese für 2013 abgeschätzte Restlaufzeit von ca. 10 Jahren den regionalspezifischen Deponiebedarf für DK I-Deponien in Deutschland.

Tab. 1: Deponien 2013 (Werte in Klammern 2012) – Anzahl und Ablagerungsmengen; Restvolumina und -laufzeiten (Quelle: Statistisches Bundesamt, 07/2015)

Deponiekategorie	Anzahl	Ablagerungsmenge [Mio. Mg/a]	Restvolumen** [Mio. m <sup>3</sup> ] (2012)	Laufzeit* [Jahre]
DK 0	794 (794)	16,6 (14,4)	168 (167)	16 (19)
DK I	158 (158)	16,7 (12,7)	196 (188)	19 (24)
DK II	157 (158)	6,3 (6,9)	92 (101)	23 (23)
DK III	29 (4)	2,4 (2,8)	46 (45)	30 (26)
DK IV (UTD)	4 (4)	0,15 (0,2)	17 (17)	170 (160)
<b>Summe:</b>	<b>1.142 (1.146)</b>	<b>42,1 (36,9)</b>	<b>519 (518)</b>	

\* Annahme: 1 m<sup>3</sup> à 1,6 Mg und gleichbleibende Ablagerungsmenge

\*\* Die Restvolumina der Deponien werden nur für geradzahlige Jahre erhoben, so dass für 2013 keine Daten vorliegen. Die Restvolumina für 2013 wurden aus dem Anstieg der statistischen Daten für 2012 und 2010 linear auf 2013 extrapoliert.

In einigen Regionen Deutschlands steht mittlerweile kaum noch oder gar kein Deponievolumen mehr zur Verfügung. So sind z. B. in Niedersachsen seit dem Jahr 2009 nur noch 9 Abfalldeponien der Deponieklasse I (DK I nach Deponieverordnung (DepV, 2009)) für die Ablagerung derartiger Abfälle öffentlich zugänglich. Daher wird im Abfallwirtschaftsplan Niedersachsen im Teilplan Siedlungsabfälle und nicht gefährliche Abfälle von 2011 ein entsprechender Bedarf an zusätzlichen Deponiestandorten für DK I-Deponien festgestellt. Eine Bestandsaufnahme des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz zeigt, dass es bei einer rechnerischen Restlaufzeit von 3,5 Jahren insbesondere im Norden Niedersachsens zu Engpässen bei der Ablagerung von mäßig belasteten mineralischen Abfällen auf Deponien kommen kann (NMU, 2014).

Auch in Nordrhein-Westfalen wurde im Zuge einer so genannten DK I-Bedarfsanalyse festgestellt, dass ein erheblicher Bedarf an Deponieraum im Land besteht (PROGNOS/INFA, 2013).

Neben der Ausweisung neuer Deponiestandorte, die in der Regel einen großen Zeitaufwand erfordert und mit großen Widerständen der betroffenen Anrainer verbunden ist, kommt die Erweiterung oder Überlagerung bestehender Deponien in Frage. Sie kann in relativ kurzen Zeiträumen umgesetzt werden und ist vergleichsweise kostengünstig, da z. B. die vorhandene Infrastruktur und die deponietechnischen Einrichtungen weitergenutzt werden können. Ferner wird ein zusätzlicher Flächenverbrauch reduziert oder gänzlich vermieden.

### **3 Rechtliche Rahmenbedingungen, Genehmigungsverfahren, multifunktionale Dichtung**

Unter genehmigungsrechtlichen Aspekten sind folgende Ausgangssituationen zu unterscheiden:

- Erweiterung in der planfestgestellten Deponiefläche, wobei bereits planfest-gestelltes, aber noch nicht erschlossenes Deponievolumen genutzt wird
- Fortführung einer vorhandenen Deponie mit Zulassung neuer Deponievolumina durch Erweiterung/Überhöhung
- „Deponie auf Deponie“ (Abschluss eines vorhandenen Deponiekörpers und Errichtung einer neuen Deponie auf dem Altdeponiekörper)

Je nach Einordnung als neue Deponie oder neuen Deponieabschnitt kann ein Änderungsgenehmigungsverfahren oder Neugenehmigungsverfahren nach § 35 Abs. 2 KrWG erfolgen. In beiden Fällen ist regelmäßig ein Planfeststellungsverfahren mit UVP erforderlich. Bei der UVP sind alle Auswirkungen des Erweiterungsvorhabens zu betrachten. So ist auch die Prägung bzw. „Vorbelastung“ des Standortes durch den vorhergehenden Deponiebetrieb zu berücksichtigen (WILLAND, 2014).

Zur Errichtung und zum Betrieb einer Deponie der Deponieklasse I gemäß § 2 Nr. 7 der Deponieverordnung ist in der Regel die Planfeststellung durch die zuständige Behörde zu beantragen. Nur in wenigen Ausnahmefällen (unbedeutende Deponie im Sinne der UVP oder befristeter Versuchsbetrieb) sieht das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG, 2012) die Möglichkeit einer einfachen Plangenehmigung vor. Auch diese Möglichkeit ist gemäß § 35 Abs. 3 KrWG für die Neuerrichtung unbedeutender Deponien im Sinne der UVP nicht gegeben, wenn gefährliche Abfälle abgelagert werden sollen. Dieses ist auf Deponien der Klasse I in den meisten Fällen der Fall (mit „\*“ versehene Abfallarten der Abfallverzeichnisverordnung), so dass ein Planfeststellungsverfahren erforderlich wird (SCHRÖDER et al., 2014).

Folglich sind die möglichen Nachfolgenutzungen eines Deponiegeländes dem Grundsatz nach rechtlich nicht begrenzt. So ist es nicht ausgeschlossen, dass die Nachfolgenutzung in der Errichtung und dem Betrieb einer neuen Deponie für alle Deponieklassen auf dem vorhandenen Altkörper besteht.

Zur Umsetzung des Konzepts „Deponie auf Deponie“ ist demnach eine entsprechende behördliche Zulassung für die neue Deponie, die auf der Grundlage des KrWG i. V. m. der DepV ergeht, sowie eine entsprechende Änderung der Zulassung für den Altkörper durch die zuständige Behörde erforderlich.

Die rechtlichen Anforderungen insbesondere beim Dichtungssystem richten sich in diesem Fall sowohl nach denen an die Errichtung einer neuen Deponie als auch nach denen an die Stilllegung des Altkörpers. Diese Zwischenabdichtung wird auch bifunktionale Abdichtung, mehrfach funktionale oder multifunktionale Abdichtung bezeichnet. Im Folgenden wird der Begriff „multifunktionale Abdichtung“ (MFA) genutzt. Sie muss folgende Funktionen erfüllen (KERSTING UND GRUBER, 2010):

- Oberflächenabdichtung der alten Deponie
- Basisabdichtung der neuen Deponie
- ggf. geologische Barriere für die neue Deponie, sofern die vorhandenen Barrieren hierfür nicht ausreichen

Dazu muss die multifunktionale Abdichtung sowohl den deponierechtlichen Anforderungen an ein Oberflächenabdichtungssystem gemäß § 10 Abs. 1 i. V. m. Anhang 1 Nr. 2.3 DepV als auch den Anforderungen an ein Basisabdichtungssystem gemäß § 3 Abs. 1 i. V. m. Anhang 1 Nr. 2.2 DepV genügen. Ferner ist der vorhandene natürliche Untergrund (geologische Barriere) im Sinne des § 3 Abs. 1 i. V. m. Anhang 1 Nr. 1.2 DepV zu berücksichtigen.

Im Einzelfall kommt eine Herabsetzung der jeweiligen Regelanforderungen in Betracht, falls die Voraussetzungen gemäß Anhang 1 Nr. 3 DepV für bestimmte Monodeponien (z. B. für Baggergut oder betriebseigene spezifische Massenabfälle) erfüllt sind, was sich auf die Gestaltung der multifunktionalen Abdichtung auswirken kann (KERSTING UND GRUBER, 2010).

## 4 Technische Anforderungen

### 4.1 Allgemeine technische Voraussetzungen

Zu den technischen Voraussetzungen bei der Deponieerweiterung nach dem Prinzip „Deponie auf Deponie“ gehören insbesondere (LANU, 2015):

- Die Setzungen des unteren Deponiekörpers müssen soweit abgeklungen sein, dass das Basisabdichtungssystem des überlagernden Deponiekörpers keine schädlichen Verformungen erfahren kann.
- Die durch die weitere Ablagerung von Abfällen zu erwartende Auflasterhöhung darf keine Verformungen des unteren Deponiekörpers verursachen, die zu schädigenden Einwirkungen auf die Dichtungssysteme oder andere deponietechnische Einrichtungen führen können (z. B. Drainage, Gasfassung). Hierzu zählen auch Zugkräfte, die auf Dichtungskomponenten wirken. Die ggf. vorhandenen baulichen Einrichtungen müssen eine hinreichende Tragfähigkeit aufweisen, um die zusätzliche Auflast aufzunehmen.
- Durch die Überlagerung werden keine Einrichtungen oder Bauteile längerfristig oder dauerhaft unzugänglich gemacht, die noch betrieben, gewartet oder ggf. repariert werden müssen.

## 4.2 Fallkonstellationen und Randbedingungen zur Gestaltung der multifunktionalen Abdichtung in Abhängigkeit der Deponieklassen

Wesentliche Fallkonstellationen in Abhängigkeit der Deponieklasse der unterlagernden (bestehenden) und der überlagernden (neuen) Deponie sind im DWA-Arbeitsbericht in mehreren Tabellen aufgeführt. Die daraus resultierenden Mindestanforderungen an die Gestaltung einer multifunktionalen Abdichtung (MFA) werden aus folgenden Ausgangsbedingungen abgeleitet:

Die MFA muss wie erläutert sowohl die Anforderungen der Oberflächenabdichtung der unterlagernden Deponie als auch die Anforderungen der Basisabdichtung der überlagernden Deponie gemäß DepV sowie der entsprechenden Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards (BQS) erfüllen.

Bei den Anforderungen an die Basisabdichtung der überlagernden Deponie können die bestehenden Abdichtungssysteme inkl. geologischer Barriere der unterlagernden Deponie mit herangezogen werden. Die Anrechenbarkeit jeweils vorhandener Abdichtungskomponenten ist im Einzelfall durch die zuständige Behörde zu prüfen.

Tabelle 2 zeigt beispielhaft ein Anforderungsprofil für eine Überlagerung eines alten Abschnittes der Deponieklasse II mit einem neuen Abschnitt der Deponieklasse I.

Tab. 2: Anforderungen an eine Zwischenabdichtung, Beispiel für die Überlagerung eines DK II-Abschnittes durch einen DK I-Abschnitt (LANUV, 2015)

Funktion für unteren Deponiekörper (DK II)	Komponente	Funktion für oberen Deponiekörper (DK I)
	Abfall DK I	Ablagerung
Rekultivierungsschicht	-	
Entwässerungsschicht Oberfläche	Kiesdrainage 16/32 mm oder ähnlich Sickerrohre	Entwässerungsschicht Basis
1. Abdichtungskomponente	Kunststoffdichtungsbahn $d \geq 2,5 \text{ mm}$	1. (und einzige) Abdichtungskomponente
2. Abdichtungskomponente	Tonmineralische Dichtungsschicht $d \geq 1 \text{ m}$ bzw. $0,5 \text{ m}^1)$ $k \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	geotechnische Barriere
Ausgleichs-/Gasdränschicht	Ausgleichsschicht	Tragschicht
Ablagerung	Abfall DK II	

1) Die Anforderungen an die Mächtigkeit richten sich nach den Vorgaben des Anhangs 1 Nr. 1.2 Ziffern 3 und 4 DepV.

Aufgrund der bifunktionalen Wirkung der Systemkomponenten und der stärkeren Restriktionen für Basisabdichtungssysteme werden der Auswahl alternativer Abdichtungskomponenten enge Grenzen gesetzt (z. B. gemäß Arbeitsblatt 13 des LANUV (2015) Deponieasphalt statt Kunststoffdichtungsbahn). Die technischen Anforderungen an die multifunktionalen Komponenten richten sich bei konkurrierenden Regelungen nach den jeweils strengeren Vorgaben (LANU, 2015), wofür Anhang 1, Nr. 2.2 und Nr. 2.3 der Deponieverordnung heranzuziehen sind.

Die Rekultivierungsschicht entfällt in dieser Konstellation; deren Schutzfunktionen (z. B. gegen Frost und Austrocknung) wird durch die überlagernde Ablagerung erbracht und die weiteren Funktionen durch die Rekultivierungsschicht der Oberflächenabdichtung des überlagernden Deponiekörpers.

### 4.3 Konzepte zur Überlagerung

Es sind unterschiedliche Anordnungen nach dem Prinzip Deponie auf Deponie möglich (BIENER et al., 2011, BARTL UND HIEMANN, 2014):

- Deponie auf Deponie bei Anhebung der maximalen Einlagerungsendhöhe („Deponie on top“). Die Erweiterung erfolgt durch die Überlagerung im bestehenden Plateaubereich.
- Bereichsweise Nutzung einer teilverfüllten Deponie (Anlehnen an Böschungsbereich) mit vorgelagerter Erweiterung (Basisabdichtung) auf natürlichem Untergrund. Diese Variante wird häufig ausgeführt. Hier liegt die multifunktionale Abdichtung im Hangbereich zwischen der Altdeponie und der neuen seitlichen Erweiterung. Anschlusspunkte ergeben sich bei dieser Ausführungsvariante im oberen Hangbereich mit der Oberflächenabdichtung der Altdeponie und im unteren Hangbereich mit der Basisabdichtung des neuen seitlichen Deponieabschnitts.
- Kombination aus beiden erstgenannten Varianten, wie es Abbildung 2 beispielhaft zeigt.

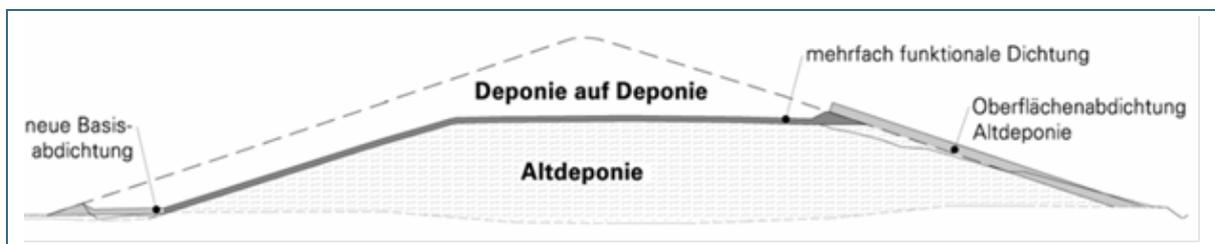


Abb. 2: Beispiel zur Kombination aus vorgelagerter Erweiterung und „Deponie on top“ (BIENER et al., 2011)

## 5 Fallbeispiele

Im DWA-Arbeitsbericht „Deponie auf Deponie“ werden Beispiele und Erfahrungen zum Konzept Deponie auf Deponie beschrieben. Es handelt sich um ausgeführte, im Bau oder in der Planung befindliche Maßnahmen, die den jeweiligen Bedingungen des Deponiestandorts und der zum jeweiligen Zeitpunkt geltenden Genehmigungslage entsprechen, u. a.:

- Erhöhung der Deponie Am Froschgraben, Landkreis Ludwigsburg
- Trennung zweier Deponieabschnitte mit einer multifunktionalen Abdichtung auf der Deponie Ihlenberg
- Erweiterung der Hochhalde Schkopau, Sachsen-Anhalt
- Erweiterung der Deponie Kapiteltal, Kaiserslautern

### 5.1 Trennung zweier Deponieabschnitte mit einer multifunktionalen Abdichtung auf der Deponie Ihlenberg

Die Deponie Ihlenberg im Landkreis Nordwestmecklenburg wurde Ende der 70-er Jahre als Hang- bzw. Haldendeponie errichtet. Zur Wende wurde die Deponie als so genannte Altdeponie in bundesdeutsches Recht mit einer potenziellen Ablagerungsfläche von 113 ha überführt. Die älteren Deponieabschnitte der Deponieklasse III befinden sich in der Stilllegungsphase und wurden 2012 zu einem Deponieabschnitt (DA 1) zusammengefasst. Südlich schließt sich der aktive Verfüllbereich (DA 7), ebenfalls als DK III-Abschnitt, sowie der weitere potenzielle Ablagerungsbereich an. Der aktuell genutzte DA 7 soll sich zukünftig über einer multifunktionalen Abdichtung (MFA) auch an den bestehenden, in der Stilllegungsphase befindlichen Deponiekörper des DA 1 anlehnen (Abb. 3, KRÜGER et al. 2014).

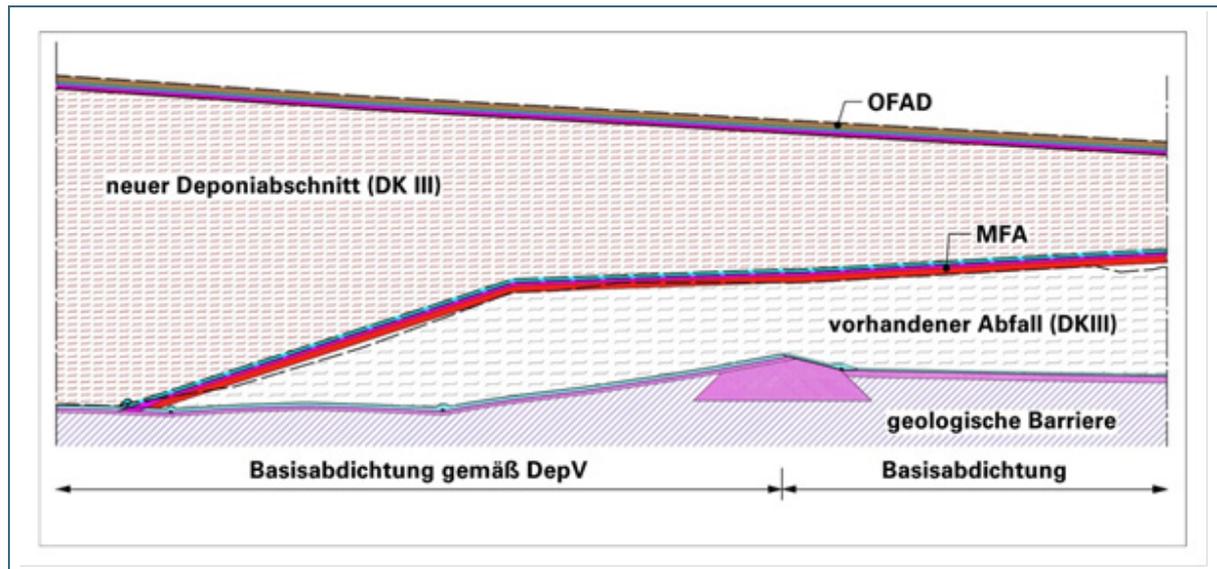


Abb. 3: Überlagerung neuer auf vorhandenem Deponieabschnitt, Trennung durch eine multifunktionale Abdichtung (MFA) (KRÜGER et al., 2014)

Das zur Genehmigung beantragte und zur Ausführung gelangte Abdichtungssystem zeigt Abbildung 4:

- Die Gas-, Trag- und Ausgleichsschicht wird in einer Mächtigkeit von 1 m ausgebildet. Innerhalb der Schicht wird zudem ein Geogitter verlegt, was die setzungsausgleichende Wirkung zusätzlich unterstützen und so die Komponenten der Abdichtung (KDB und mineralische Dichtung) vor unzulässigen Dehnungen schützen soll.
- Die mineralische Dichtung wird gemäß den BQS 2-0 und 2-1 eignungsgeprüft baulich ausgeführt. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Spannungs-Verformungseigenschaften des mineralischen Dichtungsmaterials.
- Es erfolgt eine Überhöhung der Profilierung in den Plateaubereichen mit dem Ziel, ein Längsgefälle von 2 % nach Setzungen (auf Basis einer Setzungsprognose) zu erreichen.
- Die Platzierung der Sickerwassersammelschächte auf dem vorhandenen Deponiekörper erfolgt außerhalb der MFA-Abdichtungsfläche.
- Zur Vermeidung von vertikalen Durchdringungen der MFA erfolgt eine horizontale Ableitung des Deponiegases aus den bestehenden Gasbrunnen.

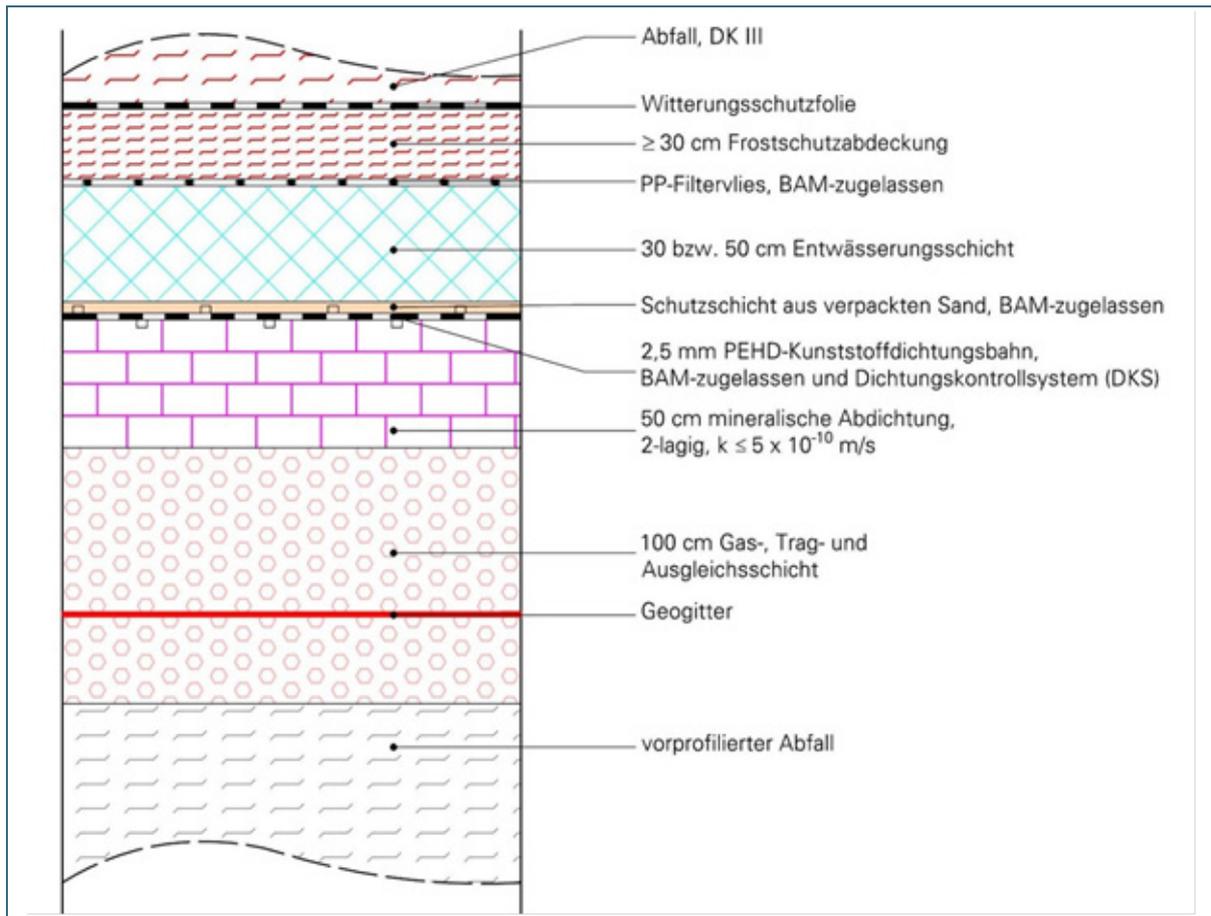


Abb. 4: Aufbau der multifunktionalen Abdichtung der Deponie Ihlenberg (KRÜGER et al., 2014)

U. a. werden zusätzliche Leitungssysteme zur hydrostatischen, linienförmigen Höhenvermessung installiert, um die auftretenden Setzungen besser kontrollieren und die Setzungsprognosen validieren zu können.

Zur Überprüfung des Erfordernisses einer Verbesserung der vorhandenen geologischen Barriere wurden vorab vergleichende Permeabilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung der im DA 1 vorhandenen Basisabdichtungssysteme sowie der Grundwassermonitoringergebnisse im hydraulischen Einflussbereich der MFA durchgeführt. Hierbei wurde eine ausreichend geringe Permeabilität festgestellt, so dass eine Ergänzung der geologischen Barriere nicht erforderlich wurde (KRÜGER et al., 2014).

Die multifunktionale Abdichtung soll vollständig auf bereits mit Abfällen belegten Flächen errichtet werden, die gemäß der vorliegenden Standortgenehmigung für einen Weiterbetrieb vorgesehen sind. Somit ist weder eine Erhöhung der genehmigten Verfüllkapazitäten noch eine Vergrößerung der Ablagerungsflächen erforderlich. Daher wurde für die Herstellung der MFA eine Plangenehmigung gemäß § 31 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 KrWG mit einer UVP-Vorprüfung nach § 33 Abs. 1 KrWG beantragt. Auf dieser Grundlage wurde die Genehmigung mit einigen ergänzenden Auflagen erteilt, die insbesondere folgende Punkte betrifft:

- Mindestquergefälle nach Setzungen von > 5 %
- Mindestlängsgefälle nach Setzungen von 1 %
- baubegleitende Fortsetzung von Setzungsmessungen und regelmäßige Fortschreibung der bestehenden Setzungsprognose
- bei Bedarf Anpassung der Ausführungsplanung an die Ergebnisse der Setzungsprognose

## 5.2 Weitere Fallbeispiele

Weitere Planungen und ausgeführte Vorhaben zum Konzept Deponie auf Deponie:

- **Deponie Kapiteltal, Kaiserslautern:** Auf dem Gelände der Zentralen Abfallwirtschaft Kaiserslautern (ZAK) entsteht seit 2015 eine „Deponie auf der Deponie“. Insgesamt können nach der Deponieerweiterung rund 7,2 Mio. m<sup>3</sup> mineralische Abfälle der Deponieklasse I abgelagert werden (ZAK, 2014).  
Mit der Überlagerung der Altdeponie, die von 1975 bis 2000 in Betrieb war, wird deren dauerhafte Sicherung angestrebt. Zur Erkundung und Prognose des Setzungsverhaltens erfolgten Voruntersuchungen am Deponiekörper und in Randbereichen durch Kernbohrungen und Rammkernsondierungen sowie Seitendruckversuche. Die Bohrungen dienen zur Erkundung des Aufbaus des Deponats, die Rammkernsondierungen zur Beurteilung der Homogenität des Deponiekörpers (DEUBIG et al., 2014).  
Auf und außerhalb der Altdeponie wird eine geologische Barriere aus einer mindestens ein Meter starken Tonlage und eine Kunststoffdichtungsbahn eingebaut. Der neue Deponiekörper erstreckt sich auf einer Fläche von 21,3 ha der Altdeponie sowie auf 10,3 ha bislang bewaldeter Flächen in den Talflanken des Kapiteltals. Geplant ist der Betrieb der neuen Deponie bis ins Jahr 2052 (ZAK, 2014).
- **Blocklanddeponie Bremen („Deponie on top“):** Die Erweiterung der Deponie um eine 4,2 Hektar große Fläche auf einem Plateau der Altdeponie ist geplant und soll als Klasse I-Deponie in zwei Bauabschnitten realisiert werden. Die Deponie wird dadurch von ca. 41 Meter um 17 Meter auf ca. 58 Meter anwachsen und so ihren Status als höchster Berg Bremens festigen (BIENER et al., 2011).
- **Deponie Grauer Wall, Bremerhaven:** Deponieendverfüllung mit seitlicher Erweiterung und „Deponie on top“. Auf dem bestehenden Abfallkörper (bzw. dem bestehenden Zwischenlager) mit einer Gesamtfläche von etwa 20 ha werden insgesamt drei neue Deponieabschnitte der Deponieklasse DK I und DK III eingerichtet, die an der Basis mit Abdichtungssystemen ausgestattet werden. Für den DK I-Deponieabschnitt werden die Festlegungen der DepV unter gleichzeitiger Berücksichtigung der vorhandenen geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen herangezogen. Bei der Auslegung der multifunktionalen Abdichtung in den DK III-Abschnitten werden die Ausnahmeregelungen aus Nr. 3 des Anhangs 1 der DepV genutzt. Hierfür werden ebenfalls die geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen wie die im unterlagernden Deponiekörper bereits vorhandenen Basisabdichtungselemente herangezogen.  
Alle neuen Deponieabschnitte erhalten nach deren Teilverfüllung eine Oberflächenabdichtung. Es erfolgt eine Erhöhung der Abfalleinlagerung durch Realisierung einer allseitigen äußeren Böschungsnäigung von ca. 1:3 bei gleichzeitigem Verzicht auf Zwischenbermen. Abzüglich der Volumen für die technisch notwendigen Profilierungsmaterialien und Abdichtungssysteme ergibt sich damit ein neues Ablagerungsvolumen von etwa 1,6 Mio. m<sup>3</sup> und somit je nach Abfallaufkommen eine Deponielaufzeit von mindestens 20 Jahren (UMTEC, 2010).
- **Deponie Lübeck-Niemark:** Die Deponie wird seit dem Jahr 1963 betrieben. Ab 1993 wurde auf einer Fläche von ca. 9 ha eine Basisabdichtung errichtet, die die Anforderungen der Deponieklasse II gemäß DepV erfüllt. Diese Abschnitte dienen heute u. a. der Ablagerung vorbehandelter Abfälle aus der am Standort befindlichen mechanisch-biologischen Abfallvorbehandlungsanlage (MBA). Die vor 1993 eingerichteten Deponieabschnitte weisen keine Basisabdichtung auf, so dass gemäß den Anforderungen der DepV auf den vorhandenen Böschungen des Altkörpers keine Ablagerung mehr zulässig gewesen wäre. Für eine im Hinblick auf die spätere Oberflächenabdichtung erforderliche Endgestaltung wie auch zur Optimierung des Ablagerungsvolumens besteht das Erfordernis, den Deponiekörper des Neubereichs an den des Altbereichs im Sinne einer De-

ponie auf Deponie anzulehnen. Dafür muss eine qualifizierte Zwischenabdichtung aufgebracht werden, die den genehmigungsrechtlichen Anforderungen sowie den standortspezifischen Gegebenheiten Rechnung trägt. Bereits im Jahr 2008 erfolgte die entsprechende Planung und Genehmigung der Zwischenabdichtung unter Berücksichtigung der zu erwartenden Setzungen des Altkörpers (Schütthöhe bis 40 m) und vorhandener Böschungsneigungen. Die Zwischenabdichtung erfüllt die Funktion der Oberflächenabdichtung der Böschungen des Altkörpers und schließt an die Oberflächenabdichtung der bereits stillgelegten Deponiebereiche an. Im Juli 2014 wurde mit den Bauarbeiten an der etwa 4 ha großen Abdichtungsfläche begonnen (BARTL et al., 2016).

- **Deponie Reesberg:** Die Deponie Reesberg wird vom Abfallentsorgungsbetrieb des Kreises Herford betrieben. Die Gesamteinlagerungsmenge vor Beginn der Planungen zur Deponieerweiterung im Jahr 2010 betrug ca. 5,7 Mio. m<sup>3</sup>, die Ablagerungsfläche betrug zum damaligen Zeitpunkt 19 ha.  
Auf Basis eines Planfeststellungsantrags nach § 31, Abs. 2 KrW-/AbfG wurde 2012 ein Planfeststellungsbeschluss erlassen. Dieser sieht auf einer Fläche von ca. 3,4 ha die Errichtung einer der Altdeponie vorgelagerten Basiserweiterung vor. Der neu entstehende Deponieabschnitt für Abfälle der Deponieklasse I lehnt sich an die bestehende Außenböschung der Altdeponie an. Im Anlehnungsbereich wird auf einer Fläche von ca. 5 ha eine multifunktionale Abdichtung hergestellt. Das neu geschaffene Ablagerungsvolumen beträgt ca. 1 Mio. m<sup>3</sup>. Mit dem Planfeststellungsbeschluss wurden zudem Festlegungen zur erweiterungsbedingten Anpassung der Oberflächenabdichtung und Entgasung der Altdeponie getroffen. In den Planungen mussten ferner die im Anlehnungsbereich vorhandenen Betriebseinrichtungen der Altdeponie wie Sickerwasserdrainagen, Sickerwasserförderbrunnen etc. berücksichtigt werden. Die bauliche Ausführung erfolgte 2013 und 2014 (WEMHOFF et al., 2016).
- **Deponie Hittfeld II:** In einem Teil einer Kiesgrube wurde im Jahr 2009 die Deponie Hittfeld II als DK I-Deponie errichtet. Es ist vorgesehen, das Ablagerungsvolumen gegenüber der Ursprungsplanung zu erhöhen und so weiteres Deponievolumen zu schaffen. Dazu wird die Deponie mit einer Kuppe versehen, so dass ein Mindestgefälle zu den Deponierändern von 5 % erreicht wird. Die zusätzliche Auflast auf die Sickerwasserdrainageleitungen resultiert aus der Erhöhung um bis zu 15 m.  
Eine Zwischenabdichtung ist nicht vorgesehen. Für die Deponieerhöhung wird in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt, obwohl dadurch, dass keine neuen Flächen in Anspruch genommen werden, nur geringe Auswirkungen auf die Schutzgüter zu erwarten sind (BARTL et al., 2016).

### 5.3 Diskussionspunkte zur Gestaltung der multifunktionalen Abdichtung

Vor dem Hintergrund der Kosten einer qualifizierten multifunktionalen Abdichtung sollte zunächst die Möglichkeit einer Fortführung der Deponie durch Nutzung bestehender oder Zulassung neuer Deponievolumina geprüft werden. Eine solche Prüfung kommt unter genehmigungsrechtlichen Aspekten nicht in Frage, wenn

- die Deponie sich rechtlich bereits in der Stilllegungsphase oder Nachsorgephase befindet,
- der Altdeponiekörper nicht den aktuellen Anforderungen nach DepV entspricht und sich die Anforderungen auch durch Nachrüstung nicht herstellen lassen,
- eine Deponie höherer Deponieklasse auf einer Deponie geringerer Klasse errichtet werden soll.

Auch wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen wenig Spielraum lassen, stellt sich aus technischen Erwägungen und unter Berücksichtigung des Emissions- und Deponieverhaltens die übergeordnete Frage, ob und mit welchem Systemaufbau eine multifunktionale Abdichtung aufgebracht werden sollte. Bei der Überlagerung mit einem Deponiekörper z. B. der Deponiekategorie I sind nur geringe Sickerwasserbelastungen und Schadstofffrachten zu erwarten. Sie treten nur im Verfüllzeitraum auf, bevor die Oberflächenabdichtung aufgebracht wird. Wenn der Altkörper über eine entsprechende geologische Barriere, qualifizierte Basisabdichtung, technisch ausreichende Systeme zur Erfassung der Emissionen verfügt und bereits ein günstiges Deponieverhalten aufweist, könnten sowohl aus ökologischen als auch ökonomischen Gründen zwei Optionen geprüft werden:

- Anpassung des Systemaufbaus der MFA
- Verzicht auf eine MFA

In beiden Fällen muss das Wohl der Allgemeinheit gewahrt werden, was in diesem Fall insbesondere die Umweltverträglichkeit des Deponiestandorts hinsichtlich der Sickerwasser- und Deponiegasemissionen anbelangt.

Ggf. können hier die aktuellen wie zukünftigen Erfahrungen beim Bau und Betrieb der „Deponie auf Deponie“ zu ergänzenden Anforderungen und Regelungen in den Regelwerken und Verordnungen führen, die den spezifischen Belangen, Einwirkungen und Risiken Rechnung tragen.

## 5.4 Weitere Einflussfaktoren auf die zukünftige Überlagerung bestehender Deponien

Die zukünftige Umsetzung des Konzepts Deponie auf Deponie kann von weiteren abfallwirtschaftlichen Faktoren beeinflusst werden:

- Mit Erlass einer Mantelverordnung kann ggf. ein erheblicher zusätzlicher Bedarf an Deponievolumen entstehen, sofern in der Verordnung eine Absenkung der Schadstoffgrenzwerte für Recyclingbaustoffe erfolgen sollte. In Nordrhein-Westfalen wird in diesem Fall mit einer Zunahme der Menge an mineralischen Abfällen zur Beseitigung von ca. 10 % gerechnet. Vom Verband Baustoffrecycling Bayern wurde eine Menge von bis zu 96 Mio. Mg für ganz Deutschland genannt (EUWID, 2015).
- Ggf. können Mittel aus den Rückstellungen zur Stilllegung und Nachsorge des Altdeponiekörpers für die multifunktionale Abdichtung und den Weiterbetrieb des Deponiestandorts eingesetzt werden, da die Aufbringung der Oberflächenabdichtung auf den Altdeponiekörper in der ursprünglich vorgesehenen Form nicht mehr erforderlich ist.

## 6 Zusammenfassung

Die Vorhaltung und der Betrieb einer ausreichenden Anzahl an Deponien ist auch zukünftig eine unverzichtbare Aufgabe der Abfallwirtschaft, um Schadstoffe aus den Stoffkreisläufen ausschleusen und umweltverträglich entsorgen zu können. In vielen Regionen Deutschlands besteht ein erheblicher Bedarf an technisch geeignetem wie kostengünstigem Deponievolumen insbesondere der Deponiekategorie I, der aufgrund der Schließung von Altdeponien noch anwachsen wird. Wird dieser Entwicklung nicht rechtzeitig entgegengewirkt, besteht die Gefahr, dass es zukünftig in einzelnen Regionen und bei einzelnen Deponieklassen zu Entsorgungsengpässen kommen wird und die Kosten für die Abfallentsorgung durch die Verknappung von Deponievolumen und größere Transportentfernungen steigen (DWA, 2015).

Hier kann die Nutzung bestehender Deponiestandorte nach dem Prinzip „Deponie auf Deponie“ oder als reine Erweiterung der bestehenden Deponie in vielen Fällen eine geeignete Lösung bieten. Die Entsorgungssicherheit als Aufgabe der Daseinsvorsorge muss für alle Abfälle gewährleistet werden. Deponieraum aller Deponieklassen muss entsprechend dem regionalen Bedarf zur Verfügung stehen. So weit wie möglich sollten hierfür bestehende Deponiestandorte im Sinne des Flächen- und Ressourcenschutzes genutzt oder ggf. erweitert werden (VKU, 2014).

## 7 Literaturverzeichnis

### Technische Vorschriften, Verordnungen und Gesetze:

DEPV (2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV); Artikel 1 der Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009; BGBl Teil I vom 29.04.2009, Seite 900; zuletzt geändert am 21.03.2013 durch Zweite Verordnung zur Änderung der Deponieverordnung

KRWG (2012): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen. Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch § 44 Absatz 4 des Gesetzes vom 22. Mai 2013 (BGBl. I S. 1324)

### Literatur:

AVL (2013): Planfeststellungsantrag für die Erhöhung der Deponie „Am Froschgraben“. Abfallverwertungsgesellschaft des Landkreises Ludwigsburg mbH

BARTL, U., HIEMANN, P. (2014): Die Deponie als „Nachnutzung“ der Deponie – Grundzüge und Praxisbeispiele. In: 6. Praxistagung Deponie 2014 – Betrieb, Abschluss, Nachnutzung. Tagungsband 11.-12.12.2014, S. 223 - 236

BARTL, U., HIEMANN, P., PIEPENBURG, A. (2016): Deponie auf Deponie: Grundzüge und Praxisbeispiele. In: Deponietechnik 2016 (Hrsg.: Stegmann, Rettenberger, Ritzkowski, Kuchta, Siechau, Fricke, Heyer). Hamburger Berichte 44, Verlag Abfall aktuell, 311 - 325

BIENER, E., SASSE, T., WEMHOFF, T. (2011): Deponie auf Deponie - neue Wege bei der Stilllegung von Altdeponien, genehmigungstechnische, technische und wirtschaftliche Aspekte. Tagungsband zur 27. Fachtagung „Die sichere Deponie 2011 – Abdichtung von Deponien und Altlasten mit Kunststoffen“, SKZ - ConSem GmbH, Würzburg und AK GWS Arbeitskreis Grundwasserschutz e. V, Berlin

DEUBIG, J., ALBERTZ, F., BARTL, U., EHL, U. (2014): Deponie Kapiteltal: DK I-Erweiterung – Beispiel einer „Deponie auf Deponie“. In: Abschluss und Rekultivierung von Deponien und Altlasten (Hrsg.: Egloffstein, T, Burkhardt, G.) Seminar 22.-23.10.2014 in Karlsruhe

DWA (2015). Deponie auf Deponie. DWA Arbeitsbericht. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., gemeinsam mit dem VKU Verband kommunaler Unternehmen e.V., Abfallwirtschaft und Stadtreinigung VKS. September 2015

HEYER, K.-U., HUPE, K., SCHNURR, J., STEGMANN, R., ROSENKRANZ, G., UNGER, C. (2013): Deponiebelüftung als Klimaschutzmaßnahme: Einsatz- und Fördermöglichkeiten. VKS-News, September 2013

KERSTING, A., GRUBER, J. T. (2010): Deponie auf Deponie – ein Königsweg für Altstandorte? In: AbfallR – Zeitschrift für das Abfallrecht, Ausgabe 4/2010, Lexxion Verlagsgesellschaft mbH, Berlin

- KRÜGER, B., KOBEL, C., JACOBSEN, N., WEMHOFF, TH., SÄNGER, F. (2014): Die Multifunktionale Abdichtung (MFA) der Deponie Ihlenberg - Aufgabenstellung, Genehmigung, Ausführung. In: Deponietechnik 2014. Hrsg.: Stegmann, Rettenberger, Kuchta, Siechau, Fricke, Heyer. Hamburger Berichte 40, Verlag Abfall aktuell
- LANU (2015): Technische Anforderungen und Empfehlungen für Deponieabdichtungssysteme. Konkretisierungen und Empfehlungen zur Deponieverordnung. LANUV-Arbeitsblatt 13. Landesamt für Natur, Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, 3. Neuauflage 2015
- MDSE (2014): Kurzdarstellung des Deponieabschnitts DA 4.5, Hochhalde Schkopau. Schriftliche Unterlagen der Mitteldeutschen Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH
- SCHRÖDER, H., SCHNIBBEN, V. (2014): DK I Deponien: Planung, Bau, Betrieb, Sickerwasserfassung und –behandlung. In: Deponietechnik 2014. Hrsg.: Stegmann, Rettenberger, Kuchta, Siechau, Fricke, Heyer. Hamburger Berichte 40, Verlag Abfall aktuell
- UMTEC (2010): Deponie Grauer Wall, Antrag auf Änderung der Planfeststellung nach § 31 Abs. 2 KrW/AbfG. Erstellt im Auftrag der Bremerhavener Entsorgungsgesellschaft mbH durch Umtec, März 2010
- VKU (2014): VKU-Positionen zur Abfallwirtschaft. Internet-Info 14, Abfallwirtschaft und Stadtreinigung VKS, Verband kommunaler Unternehmen, Ausgabe 1, Juni 2014
- WEMHOFF, T., BIENER, E., SASSE, T. (2016): Deponie auf Deponie: Rechtliche und technische Fragestellungen anhand von Praxisbeispielen aus Planung, Genehmigung und Bau. In: Deponietechnik 2016 (Hrsg.: Stegmann, Rettenberger, Ritzkowski, Kuchta, Siechau, Fricke, Heyer). Hamburger Berichte 44, Verlag Abfall aktuell, 285 - 309
- WILLAND, A. (2014): Deponien - aktuelle Praxisprobleme -. 14. Informationsseminar „Erfahrungsaustausch Kommunale Abfallwirtschaft“. Gaßner, Groth, Siederer & Coll., Berlin, 2014
- ZAK (2014): Neuer Abschnitt im Leben der ZAK. Deponie für mineralische Abfälle entsteht ab 2015 im Kapitelal. Veröffentlichung der Zentralen Abfallwirtschaft Kaiserslautern (ZAK) am 04.04.2014 unter <http://www.zak-kl.de/aktuelles/news> (zuletzt eingesehen 18.05.2014)

# Möglichkeiten der Schwachgasentsorgung und Schwachgasnutzung

## Projekt Deponie Atzenhof

**Michael Podsadny, Göbel Energie- und Umwelttechnik Service GmbH**

### Zusammenfassung

Sinkende Deponiegasmengen und veränderte Gaszusammensetzungen auf fast allen deutschen Deponiestandorten stellen neue Anforderungen an die Anlagen zur Erfassung, Ableitung und Behandlung von Deponiegas. Unter Ausnutzung der verbrennungsphysikalischen/ -chemischen Grenzen wurden deshalb die Anlagen zur Verwertung und Behandlung von Deponiegas weiter entwickelt und die Verbrennungsprozesse optimiert. Der folgende Text erläutert in kurzer Form die Grundlagen der Verbrennungstechnik und zeigt kategorisiert die anlagentechnischen Möglichkeiten auf, um Deponieschwachgas energetisch wirtschaftlich zu verwerten bzw. thermisch sicher autotherm zu behandeln. Es werden die technischen Grenzen der einzelnen Behandlungsanlagen aufgezeigt und die wirtschaftlichen Eckdaten benannt. Die Einsatzmöglichkeiten der neuen Verbrennungstechniken werden am Beispiel der Deponie Atzenhof kurz dargestellt.

## 1 Einleitung

Mit dem Ablagerungsende unbehandelter Siedlungsabfälle 2005 sank auf deutschen Siedlungsabfalldeponien die Gasproduktion, meist auch die erfassbare Deponiegasmenge und häufig zusätzlich die Gasqualität. Dies ist zurückzuführen auf den üblichen Verlauf der Gasmengenentwicklung sowie auf altersbedingte Funktionsstörungen der Gasfassungssysteme.

Verglichen mit der Gassituation bis 2005 entsteht heute deutlich weniger Deponiegas im Einflussbereich eines Gasbrunnens. Zur Sicherung einer ausreichend hohen Entgasungswirksamkeit muss die Absaugmenge für den Gasbrunnen jedoch weiterhin hoch bleiben; aufgrund von Funktionsstörungen an einzelnen Entgasungselementen muss die brunnenspezifische Fördermenge ggf. sogar erhöht werden. Dies führt oft zu einem verstärkten zusätzlichen Ansaugen von Umgebungsluft. Die Gasqualität ändert sich; neben dem Deponiegas ist nun auch Luft im abgesaugten Gas enthalten. Die zusätzlich abgesaugte Luft verdünnt das Deponiegas; die Methankonzentration im abgesaugten Gas sinkt.

Das verstärkte Besaugen der einzelnen Entgasungselemente wird durch eine immer größere Anzahl von Ingenieurbüros gezielt eingesetzt, um neben den anaeroben, Deponiegas bildenden Abbauprozessen in der Deponie parallel aeroben Abbau der organischen Abfallbestandteile zu ermöglichen. Ziel ist die beschleunigte gastechnische Stabilisierung des Abfallkörpers. In einem weiteren Schritt ist die gezielte Belüftung der Deponie bei gleichzeitigem Absaugen der Abluft möglich. Aus beiden Verfahren, dem gewollten Übersaugen und der aktiven Belüftung von Deponien, resultiert eine veränderte Gaszusammensetzung. Diese führt zu veränderten Anforderungen an die Gasverwertungs- und Gasbehandlungstechnik. Die Anforderungen an den Emissionsschutz auf der Deponie und an die Qualität der Deponiegasbehandlung bleiben unverändert hoch.

Vor diesem Hintergrund wurden in den vergangenen Jahren Wege gesucht, die Gasverwertungs- und Gasbehandlungstechnik an die neuen Anforderungen anzupassen. Es wurden Anlagen für die Gasbehandlung mit deutlich geringeren Methankonzentrationen im abgesaugten Gas entwickelt. Der vor-

liegende Text befasst sich mit der Weiterentwicklung der Gasverbrennungsanlagen, ausgehend von den seit über 30 Jahren eingesetzten Hochtemperaturfackeln. Es werden Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Entwicklungskonzepte aufgezeigt und die Kosten für Investition und Betrieb dieser Anlagen dargestellt.

## 2 Entgasungskonzepte

Die Gassituation auf deutschen Deponien ist geprägt durch eine sinkende Gasproduktion und häufig durch altersbedingte Funktionsstörungen am Gasfassungssystem. Für die Aufrechterhaltung der Entgasungseffizienz muss der Absaugvolumenstrom für die einzelnen Gasbrunnen eigentlich gleich bleiben, bei Ausfall benachbarter Gasbrunnen ggf. sogar weiter erhöht werden. Die dadurch verstärkt zusätzlich angesaugte Umgebungsluft führt zu einer sinkenden Gasqualität. In den vergangenen Jahren war es üblich, dem Absinken der Gasqualität mit einer geringeren Absaugmenge für die einzelnen Gasbrunnen und in Summe für das Gesamtsystem zu begegnen. Dadurch konnten die vorhandenen Anlagen zur Gasverwertung bzw. Gasbehandlung weiter eingesetzt werden, solange die untere Leistungsgrenze nicht unterschritten wurde. Die Absenkung der Fördermenge führte zu einer geringeren Entgasungswirksamkeit.

Seit einiger Zeit wird aktiv planerisch mit dieser Problematik umgegangen; es wurden neue Entgasungskonzepte entwickelt. In seltenen Fällen wird das Gasbrunnennetz soweit verdichtet, dass die umfassende Entgasung der Deponie bei weiterhin hoher Deponiegasqualität möglich ist. Oft werden die Standorte unter Nutzung der vorhandenen, ggf. angepassten Entgasungstechnik gezielt über-saugt, zum Teil parallel dazu belüftet.

Durch die neuen Entgasungskonzepte sinken die Deponiegasemissionen; gleichzeitig aber sinkt die Methankonzentration im abgesaugten Gas. Die Anlagenbauer haben für diese Anwendungen neue Gasbehandlungstechniken entwickelt, so dass inzwischen Deponieschwachgase in allen Entgasungskonzepten sicher thermisch behandelt werden können.

## 3 Grundlagen für Deponiegasverbrennungsanlagen

Die Verbrennung von Methan bzw. Deponiegas in Luft unterliegt den immer gleichen chemisch/ physikalischen Grundlagen.

Die maximale Verbrennungstemperatur für ein Gasgemisch wird erreicht, wenn dem Brenngas nur so viel Verbrennungsluft zugeführt wird, wie für die stöchiometrische Verbrennung erforderlich ist. Für ein Brenngas mit 100 Vol.-% Methan und Umgebungsluft (20°C) beträgt die stöchiometrische Verbrennungstemperatur über 2.000°C. Mit abnehmender Methankonzentration sinkt die maximale Verbrennungstemperatur.

Die für die Deponiegasbehandlung vorgegebene Mindestverbrennungstemperatur beträgt 1.000°C. Dieser Wert wird theoretisch noch erreicht bei der Verbrennung von Deponiegas mit 8 Vol.-% Methan in 20°C warmer Luft. Abbildung 1 zeigt die Verbrennungstemperatur für Deponiegas bzw. Methan in Luft.

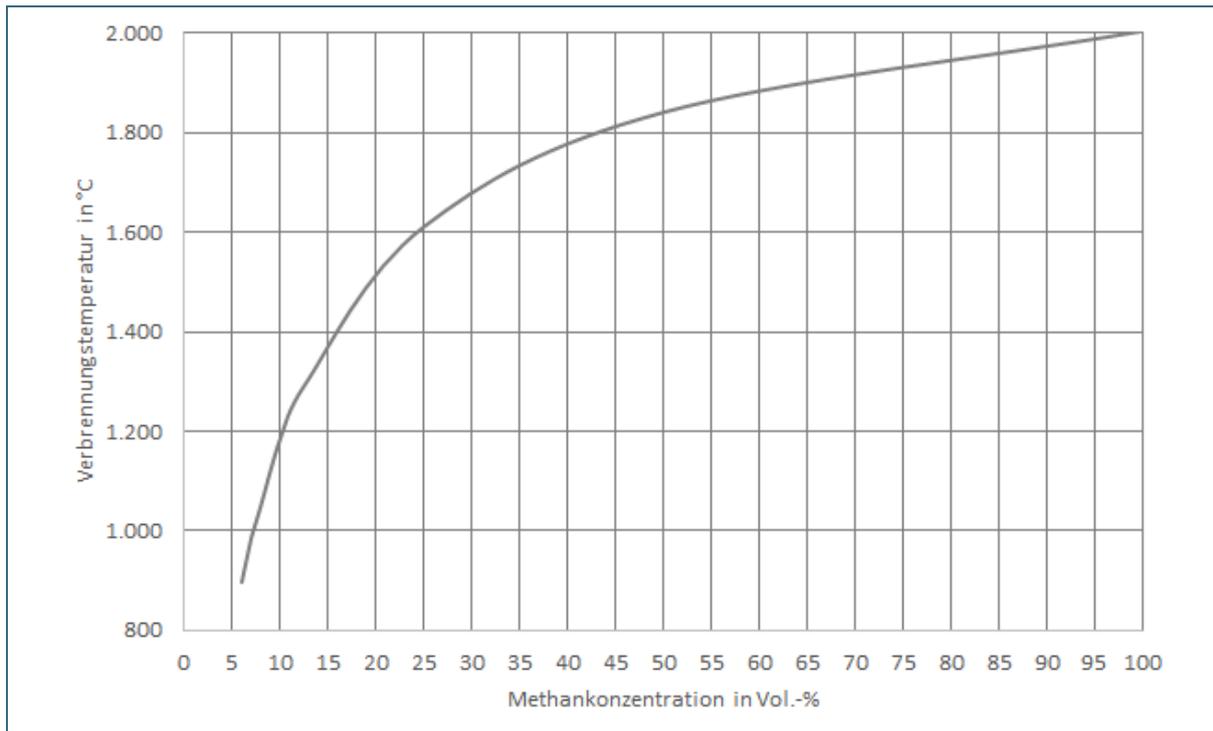


Abb. 1: Stöchiometrische Verbrennungstemperatur (verlustfrei) von Methan/ Deponiegas in Luft (20°C)

Die theoretische Grenzkonzentration von Methan für die TA-Luft-konforme Verbrennung von Deponiegas liegt bei ca. 8 Vol.-%. Die tatsächlich notwendige Methankonzentration liegt bei etwa 12 Vol.-%, da für ein reales Verbrennungssystem die thermischen Verluste berücksichtigt werden müssen.

Außerdem darf der Verbrennungsprozess zur Sicherung einer ausreichenden Qualität der Gasbehandlung nicht unterstöchiometrisch stattfinden. Die Regelung der Verbrennungstemperatur kann (ohne z. B. eine zusätzliche kontinuierliche Sauerstoffmessung im Abgas) nur bei überstöchiometrischer Verbrennung stattfinden. Deponiegasverbrennungsanlagen werden deshalb immer mindestens leicht überstöchiometrisch betrieben.

In der Praxis werden Deponiegasverbrennungsanlagen auf eine Temperatur etwas oberhalb der Mindesttemperatur von 1.000°C geregelt. Ein praktikabler Wert hierfür ist eine Brennkammertemperatur von 1.020°C. Für alle Gaszusammensetzungen mit höherer maximaler Verbrennungstemperatur wird die Brennkammer mit zusätzlich zugeführter Luft gekühlt, bis die Solltemperatur von 1.020°C erreicht wird. Die Anlage wird dann mit einem Sauerstoffüberschuss im Abgas betrieben. Als Regelparameter dient die Brennkammertemperatur; geregelt wird die Verbrennungsluftmenge. Die Abbildung 2 zeigt den Sauerstoffüberschuss im Abgas für verschiedene Gaszusammensetzungen und eine Brennkammersolltemperatur von 1.020°C.

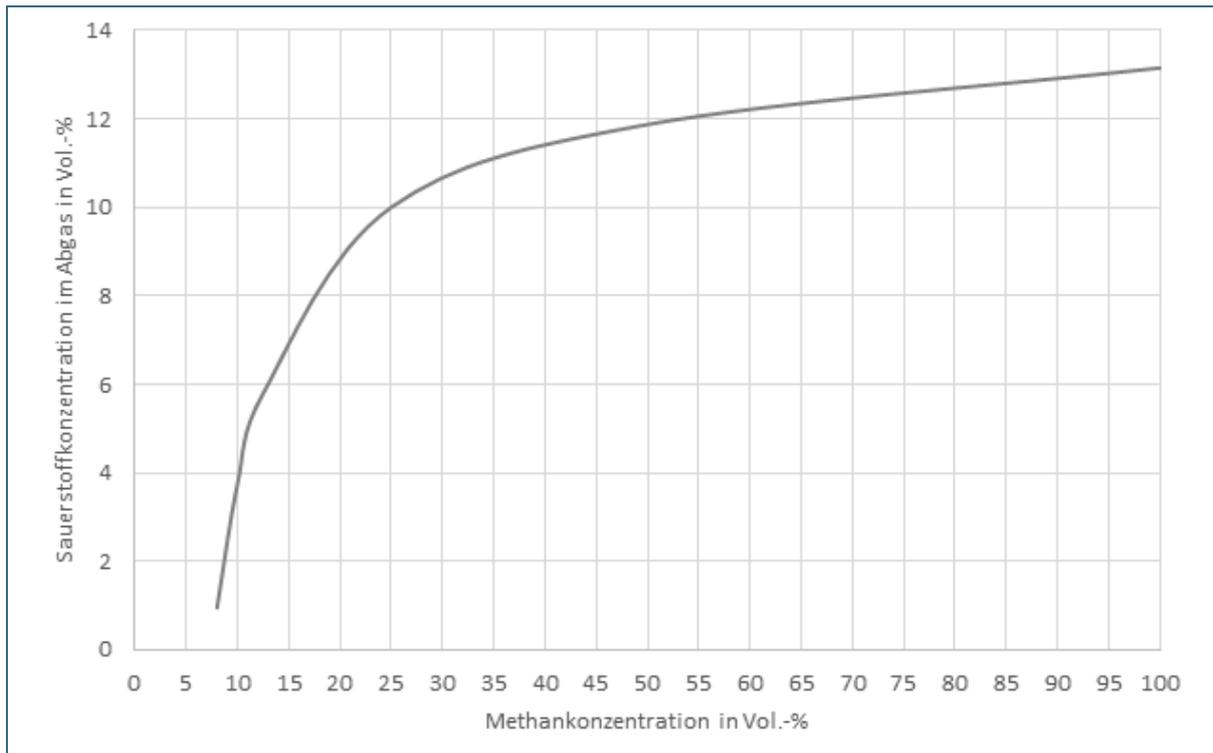


Abb. 2: Sauerstoffüberschuss im Abgas bei der Verbrennung von Deponiegas in Luft (20°C), Brennkammertemperatur 1.020°C (verlustfrei)

Demnach gibt es bei 12 Vol.-% Methan im Brenngas einen theoretischen Sauerstoffüberschuss im Abgas von 5 Vol.-%. Aufgrund der beschriebenen thermischen Verluste wird der reale Wert etwas geringer sein.

Abbildung 3 zeigt den Verbrennungsluftbedarf für die Verbrennung von 1 m<sup>3</sup> Brenngas bei verschiedenen Gaszusammensetzungen. Die Verbrennungstemperatur beträgt jeweils 1.020°C. Eine höhere Methankonzentration im Deponiegas führt zu einem höheren Verbrennungsluftbedarf.

Für ein Brenngas mit 100 Vol.-% Methan sind über 20 m<sup>3</sup>/h Verbrennungsluft erforderlich, um die Brennkammertemperatur auf 1.020°C auszuregeln. 1 m<sup>3</sup> Deponiegas mit nur 8 Vol.-% Methan erfordert theoretisch nur 0,85 m<sup>3</sup> Verbrennungsluft.

Das Mengenverhältnis von Brenngas und Verbrennungsluft verändert sich zugunsten des Brenngases; gleichzeitig wird der Luftüberschuss im Abgas kleiner. Dabei gilt: je höher der Sauerstoffüberschuss im Abgas und der Verbrennungsluftbedarf je m<sup>3</sup> Brenngas, desto besser lässt sich die Verbrennungsanlage regeln. Unterstöchiometrische Brenngas/Luftverhältnisse sind zwingend zu vermeiden: D. h. Brenngas und Verbrennungsluft müssen exakt aufeinander abgestimmt werden.

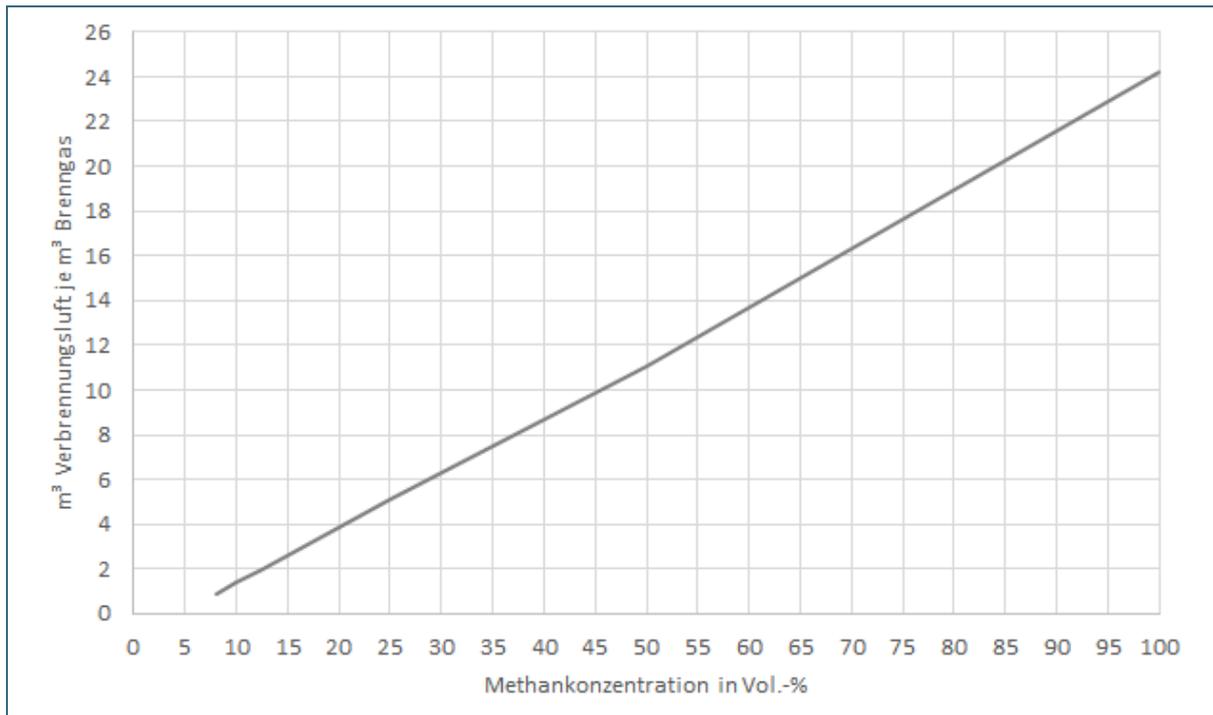


Abb. 3: Verbrennungsluftbedarf je m³ Brenngas, Verbrennungslufttemperatur 20°C (verlustfrei)

In der praktischen Umsetzung, d. h. unter Berücksichtigung thermischer Verluste und Mess- und Regelungsgenauigkeiten, kann der autotherme Betrieb von Verbrennungsanlagen für Deponiegas bis ca. 12 Vol.-% Methan sichergestellt werden.

Für Methankonzentrationen < 12 Vol.-% müssen andere Anlagenkonzepte gefunden werden.

Hier bieten sich drei Möglichkeiten an:

- Erhöhung der Verbrennungslufttemperatur
- Erhöhung der Brenngastemperatur und der Verbrennungslufttemperatur
- Erhöhung der Temperatur des Brenngas/Luftgemisches

Mit diesen Maßnahmen kann der Sauerstoffüberschuss im Abgas bei Verbrennung des Deponiegases bei gleicher Solltemperatur angehoben werden. Die Temperaturanhebung für die Verbrennungsluft bzw. das Brenngas kommt einer Anhebung der Methankonzentration im abgesaugten Deponiegas gleich.

In der Abbildung 4 sind die Auswirkungen der Verbrennungstemperaturanhebung für Deponiegas mit 7 Vol.-% Methan und für Deponiegas mit 6 Vol.-% Methan dargestellt. Der Sauerstoffüberschuss im Abgas steigt mit Erhöhung der Verbrennungslufttemperatur signifikant.

Die stöchiometrische Verbrennungstemperatur (verlustfrei) für Deponiegas mit 7 Vol.-% Methan beträgt bei einer Verbrennungslufttemperatur von 20°C deutlich < 1.000°C. Das Abgas wäre dabei sauerstofffrei. Die Anhebung der Verbrennungslufttemperatur auf 500°C führt bereits zu einem Sauerstoffüberschuss von über 3 Vol.-%. Wird die Verbrennungsluft auf 850°C vorgewärmt, dann erhöht sich der Sauerstoffüberschuss auf fast 10 Vol.-%. Je höher die Sauerstoffkonzentration im Abgas, desto besser ist die Verbrennungstemperatur regelbar.

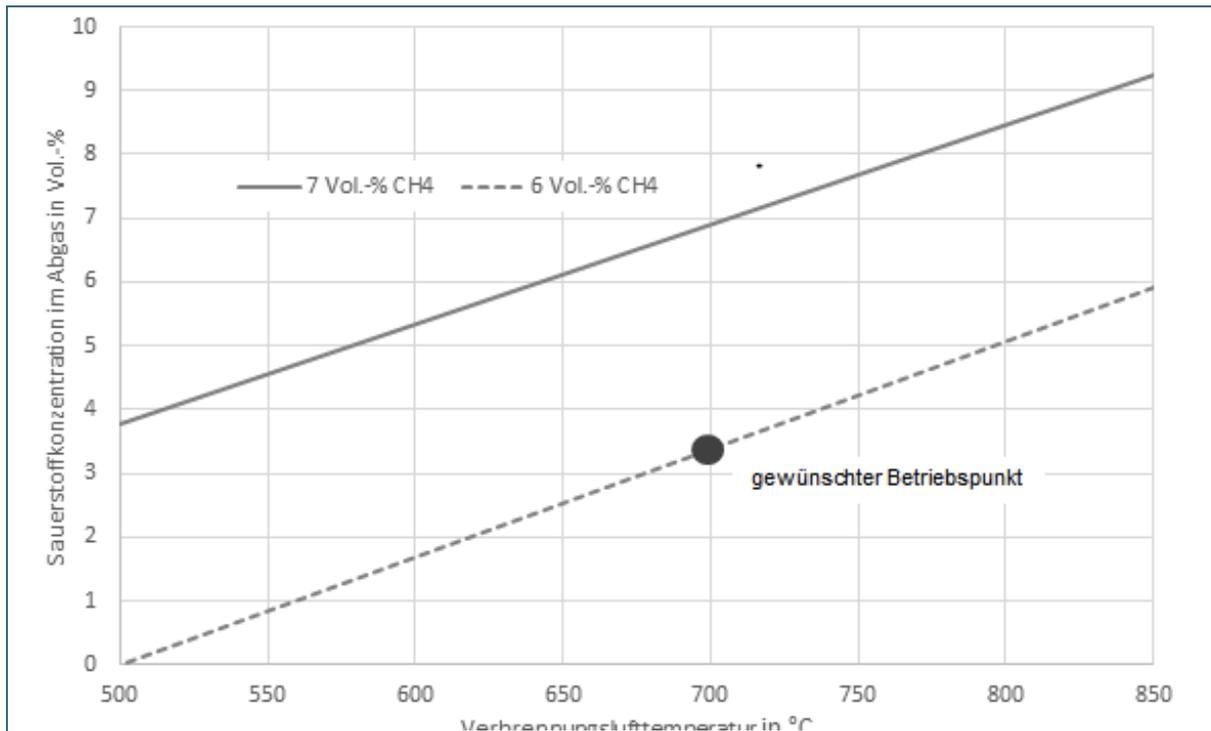


Abb. 4: Sauerstoffüberschuss im Abgas bei der Verbrennung von Deponiegas in vorerwärmter Luft, Brennkammertemperatur 1.010°C (verlustfrei)

Theoretisch könnte man mit einer auf 1.000°C aufgewärmten Luft noch ein Deponiegas mit 4,5 Vol.-% bei über 1.000°C mit einem geringen Sauerstoffüberschuss verbrennen. Dies würde allerdings die Größe des Wärmetauschers extrem anwachsen lassen.

Beschränkt man die Vorwärmung der Verbrennungsluft, dann sind 6 Vol.-% Methan im sauerstoff-freien Brenngas ein mit angemessenen Mitteln erreichbarer Grenzwert. In diesem Fall beträgt die Verbrennungsluftmenge in etwa der Gasmenge, um einen Sauerstoffüberschuss zwischen 4 und 5 Vol.-% im trockenen Abgas zu erzielen. Damit eine Abgastemperatur oberhalb von 1.000°C erzielt wird, muss die Verbrennungsluft auf ca. 700°C regenerativ aufgeheizt werden.

Um noch geringere Methangehalte zu verbrennen, ist es effektiver, das Gas ebenfalls regenerativ aufzuheizen, denn trotz der hoch aufgewärmten Luft geht ein Großteil der Abgasenergie verloren. Das liegt daran, dass bei der Verbrennung schwacher Gase der Luftmassenstrom deutlich kleiner gegenüber dem Abgasmassenstrom wird und dadurch die übertragbare Energiemenge begrenzt ist.

Die Abbildung 5 zeigt die erforderlichen Brenngastemperaturen vor Eintritt in die Brennkammer/ Oxi-dationszone. Die Verbrennungsluft wurde dabei auf 750°C vorgewärmt. Ein Brenngas mit 3 Vol.-% Methan muss ebenfalls auf 750°C vorerwärmt werden, um eine Verbrennungstemperatur von 1.020°C zu erreichen.

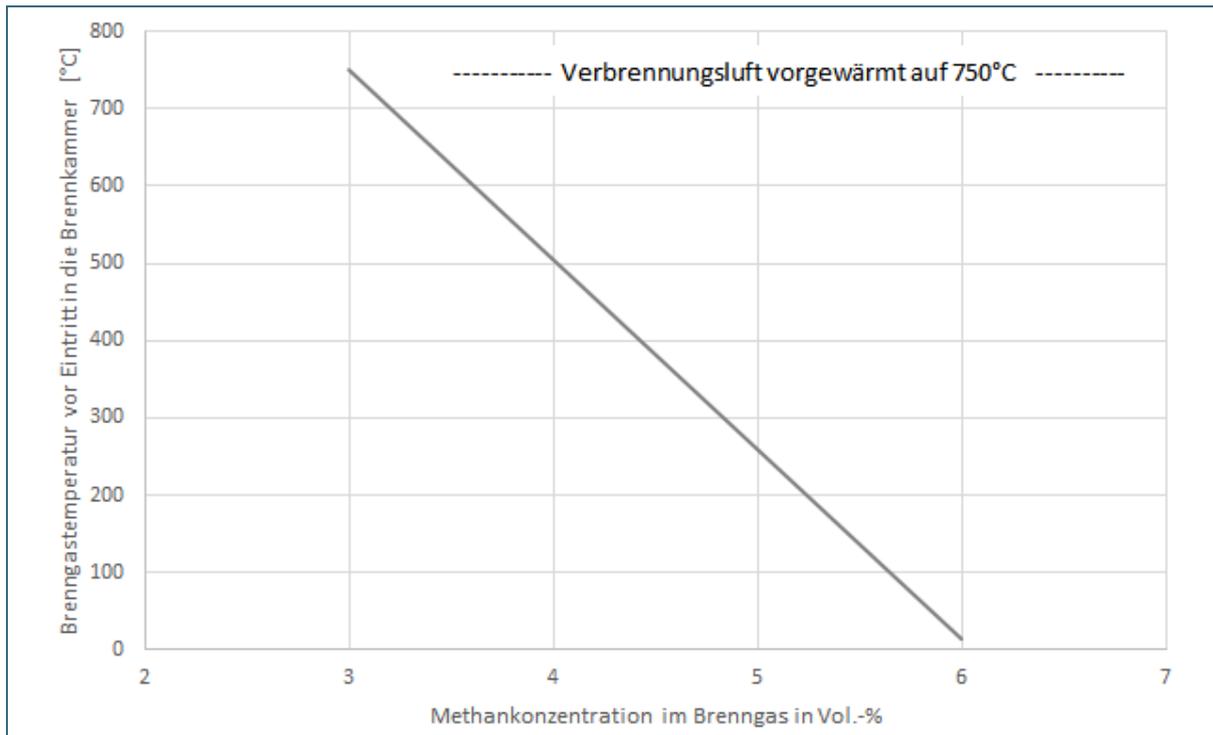


Abb. 5: Erforderliche Vorwärmung des Brenngases in Abhängigkeit von der Methankonzentration

Bei der konstruktiven Gestaltung einer Anlage zur zusätzlichen Brenngasvorwärmung ist unter Berücksichtigung des sicherheitstechnischen Konzepts und der Kosten für Investition und Betrieb abzuwägen, ob die Erwärmung von Brenngas und Luft in zwei getrennten Wärmetauschern stattfinden kann, oder ob ein gemeinsamer Wärmetauscher eingesetzt wird. Wird ein gemeinsamer Wärmetauscher verwendet, dann mündet die Weiterentwicklung der Fackeltechnik für die Verbrennung von Deponiegasen im Konzept einer Anlage für die regenerative thermische Oxidation (RTO).

## 4 Deponiegasbehandlungsanlagen

### 4.1 Einleitung

Für die Konzeption und Konstruktion von Deponiegasverbrennungsanlagen müssen die in Punkt 3 des vorliegenden Textes dargestellten Zusammenhänge berücksichtigt werden. Zusammengefasst sind dies:

- Sicherstellung eines für die Regelung ausreichenden Sauerstoffüberschusses im Abgas
- Minimierung ungewollter Wärmeverluste
- Ausregelung des passenden Brennstoff-Luftgemisches
- falls erforderlich Anhebung der Verbrennungslufttemperatur vor der Verbrennung
- falls erforderlich Anhebung der Brenngastemperatur vor der Verbrennung
- Einsatz der Abgaswärme für die Vorwärmung

Je nach geplanter Gaszusammensetzung im Deponiegas bzw. in der Abluft sind die einzelnen Punkte differenziert zu berücksichtigen. Grundsätzlich gilt: Je geringer die Methankonzentration im abgesaugten Deponiegas, desto höher die Anforderungen an die Gasbehandlungsanlage.

Bis zu einer Methankonzentration von 6 Vol.-% können Deponiegasverbrennungsanlagen konzeptionell und konstruktiv sehr ähnlich der einfachen und erprobten Deponiegashochtemperaturfackel gebaut werden. Die verwendeten konstruktiven Lösungen und Materialien haben sich im Langzeitbetrieb bewährt.

Für den Betrieb einer an die neue Gassituation angepassten neuen Verbrennungsanlage kann häufig die vorhandene Gasverdichterstation weiter verwendet werden. Die neue Verbrennungsanlage ist einfach in die vorhandenen Rohrleitungssysteme und Anlagensteuerungen zu integrieren. Nachfolgend sind, geordnet entsprechend der erforderlichen Mindestmethankonzentration, für die Göbel-Gasbehandlungsanlagen die Konzepte kurz dargestellt.

#### **4.2 Klassische Deponiegasverbrennungsanlage HTV (≥ 25 Vol.-% Methan)**

Die klassische Hochtemperaturfackel wird seit über 30 Jahren in fast unveränderter Weise eingesetzt. Die für die Verbrennung wichtigsten Anlagenkomponenten sind:

- Isolierte Brennkammer, dimensioniert entsprechend der thermischen Anforderungen
- Deponiegasbrenner zur optimalen Vermischung von Brenngas und Verbrennungsluft
- Werkstoffe für Brenner und Isolierung: V4A, keramische Isolierung, beständig bis 1.400°C
- Verbrennungsluftjalousie
- Betriebsüberwachung mittels UV-Sonde

Zusätzlich erforderlich sind die Einrichtungen zur Gewährleistung der Anlagensicherheit sowie für den Anlagenstart.

Die Isolierung ist so bemessen, dass die Verbrennungstemperatur von mindestens 1.000°C sicher erreicht und über die Mindestverweilzeit auch eingehalten werden kann. Die Anlage ist temperaturgeregelt, die Verbrennungsluftmenge wird über eine Luftjalousie eingestellt. Dieses Regelkonzept funktioniert sicher bis ca. 25 Vol.-% Methan im Brenngas. Bis zu diesem Betriebspunkt werden je m<sup>3</sup> Brenngas mindestens 5 m<sup>3</sup> Verbrennungsluft benötigt.

Sinkt die Methankonzentration unter 25 Vol.-%, ist die Regelgenauigkeit der Jalousieklappen nicht mehr ausreichend, so dass durch eine ungenaue Einstellung der Verbrennungsluftmenge entweder zu wenig oder zu viel Luft in die Brennkammer gelangt. Dies führt dann wechselnd zu unterstöchiometrischen Betriebszuständen und zu einem Luftüberschuss, so dass die Brennkammersolltemperatur unterschritten wird. Ein sicherer Anlagenbetrieb ist nicht mehr möglich. Abbildung 6 zeigt die klassische Hochtemperaturfackel schematisch und beispielhaft im Bild.

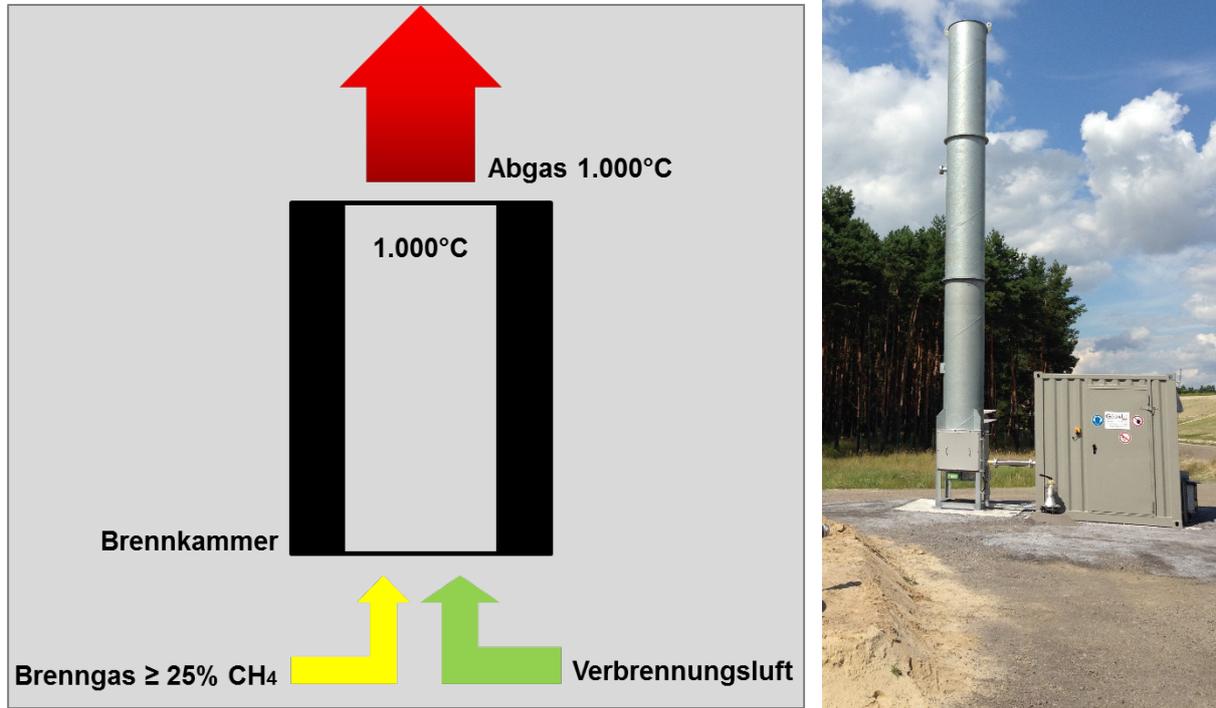


Abb. 6: Klassische Hochtemperaturfackel für die Verbrennung von Deponiegas

#### 4.3 Modifizierte Deponiegasverbrennungsanlage HTC (≥ 12 Vol.-% Methan)

Die modifizierte Hochtemperaturverbrennungsanlage übernimmt konzeptionell und konstruktiv die wichtigsten Komponenten der Standard-Hochtemperaturfackel. Die Hauptkomponenten Brennkammer und Brenner sowie die verwendeten Materialien sind gleich. Modifiziert wurden:

- Verbrennungsluftzufuhr über ein separates, stufenlos regelbares Verbrennungsluftgebläse
- Kombinierte Betriebsüberwachung mittels UV-Sonde und Thermoelement

Durch die geänderte Verbrennungsluftregelung kann auch für ein Brenngas mit weniger als 25 Vol.-% Methan die erforderliche Verbrennungsluftmenge gut ausgeregelt werden. Entsprechend der in Punkt 3 des vorliegenden Textes genannten Zusammenhänge funktioniert die Art der Regelung sicher autotherm bis 12 Vol.-% Methan, ohne dass die Anlage ggf. in einen unterstöchiometrischen Bereich gelangt.

Abbildung 7 zeigt die modifizierte Hochtemperaturverbrennungsanlage schematisch und die veränderte Verbrennungsluftzufuhr beispielhaft im Bild.

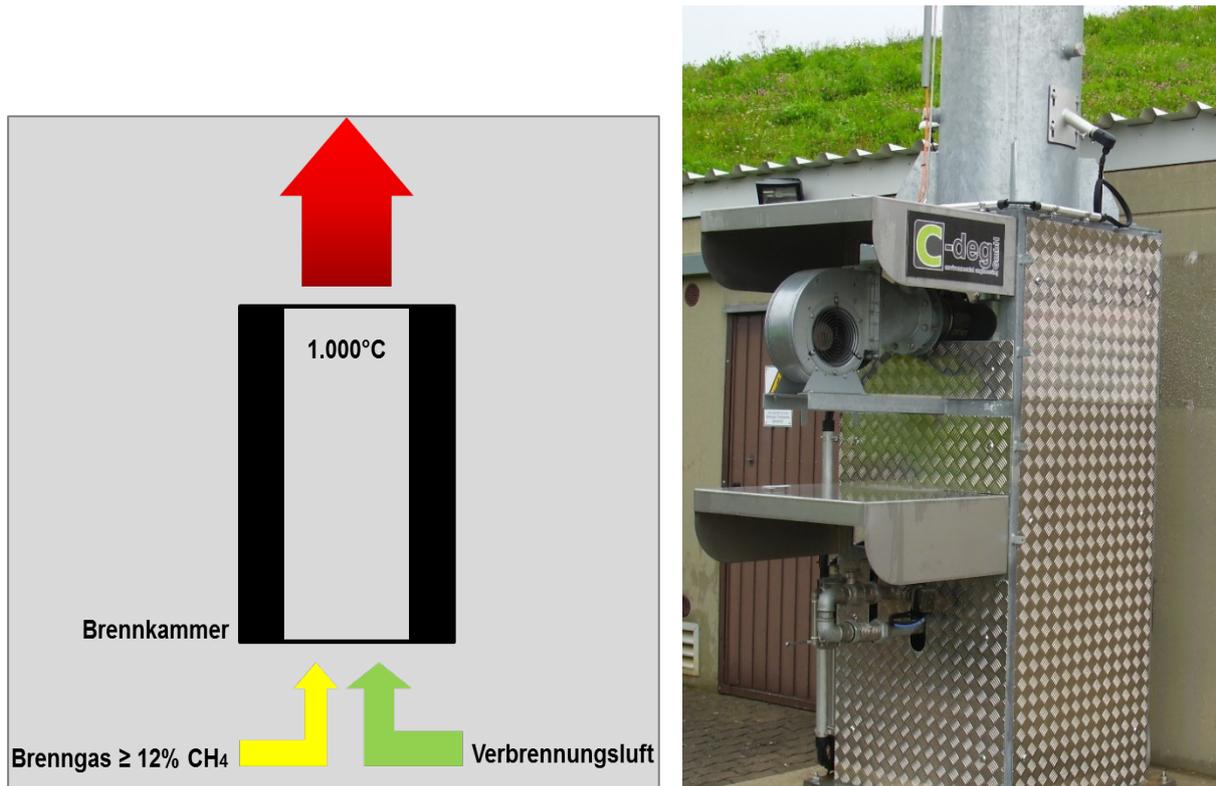


Abb. 7: Hochtemperaturverbrennungsanlage HTC

#### 4.4 Deponiegasverbrennungsanlage HTX mit der Vorwärmung von Verbrennungsluft ( $\geq 6$ Vol.-% Methan)

Die Schwachgasverbrennungsanlage entspricht konzeptionell weitestgehend der optimierten Hochtemperaturverbrennungsanlage HTC mit den Anlagenkomponenten:

- Isolierte Brennkammer, dimensioniert entsprechend der thermischen Anforderungen
- Deponiegasbrenner zur optimalen Vermischung von Brenngas und Verbrennungsluft
- Werkstoffe für Brenner und Isolierung: V4A, keramische Isolierung, beständig bis  $1.400^{\circ}\text{C}$
- Verbrennungsluftzufuhr über ein separates, stufenlos regelbares Verbrennungsluftgebläse
- Kombinierte Betriebsüberwachung mittels UV-Sonde und Thermoelement

Ergänzt wird die HTC durch einen

- Abgas/Verbrennungsluftwärmetauscher.

Die Schwachgasverbrennungsanlage HTX ähnelt noch immer stark der klassischen Hochtemperaturfackel. Der zusätzlich erforderliche Wärmetauscher wird auf die Brennkammer aufgesetzt. Die Verbrennungsluft wird über den Wärmetauscher geleitet und dort durch das Abgas bis auf  $800^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Durch die genaue Regelung und die Vorwärmung der Verbrennungsluftmenge kann die Schwachgasverbrennungsanlage HTX sicher autotherm bis 6 Vol.-% Methan betrieben werden, ohne dass die Anlage unterstöchiometrisch verbrennt.

Das Gasbehandlungsverfahren HTX ist ein kontinuierliches Verfahren. Die Anforderungen der TA Luft werden sicher eingehalten, die Brennkammertemperatur beträgt  $> 1.000^{\circ}\text{C}$ , die Verweilzeit der heißen Abgase ist in allen Lastzuständen der Anlage  $> 0,3$  Sekunden. Die manchmal als Gleichwertigkeits-

nachweis zur TA Luft herangezogenen Emissionsgrenzwerte für die verbrennungsrelevanten Abgasparameter werden deutlich unterschritten.

Abbildung 8 zeigt die Schwachgasverbrennungsanlage HTX schematisch und beispielhaft im Bild.

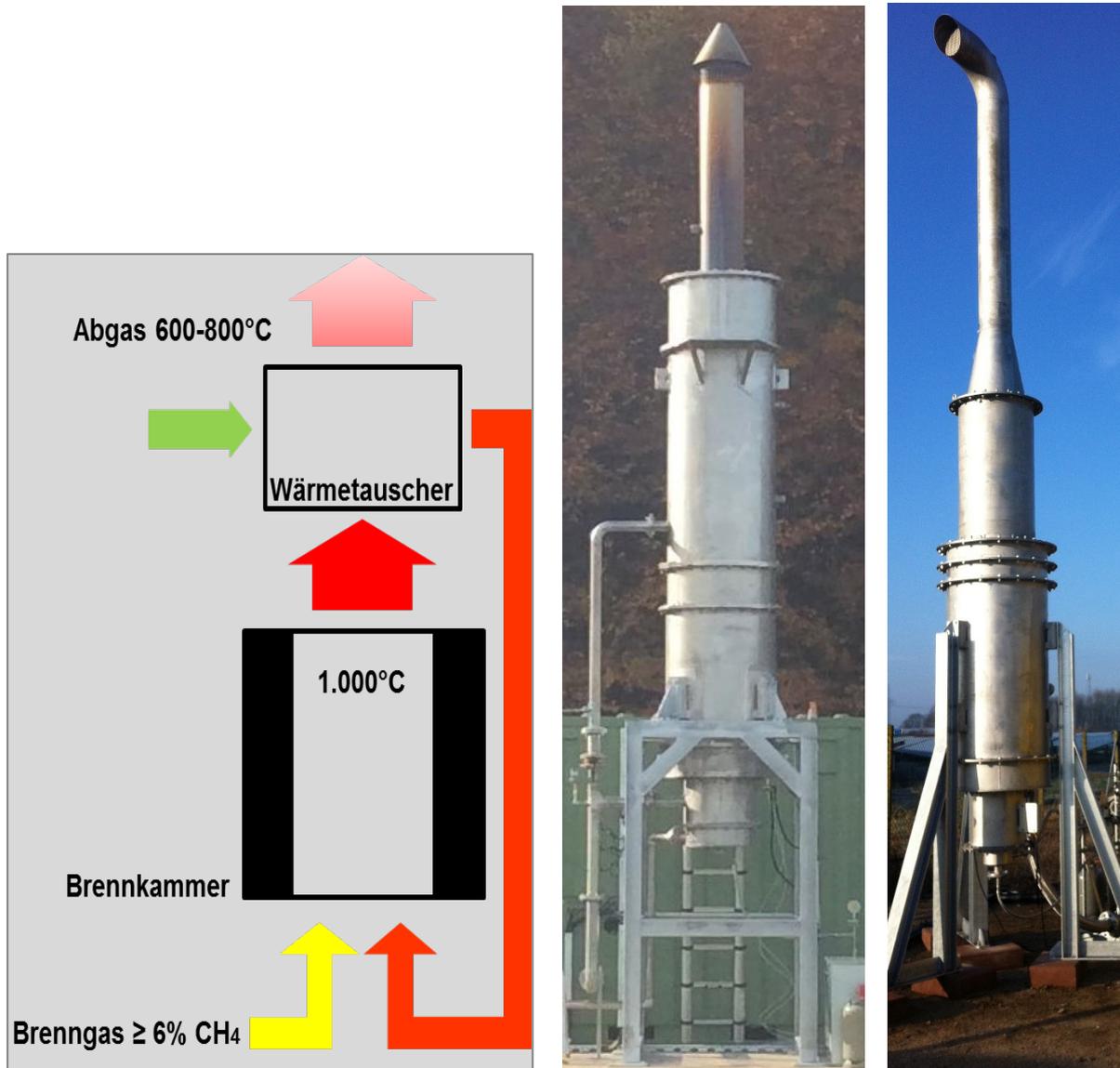


Abb. 8: Schwachgasverbrennungsanlagen HTX

#### 4.5 Deponiegasverbrennungsanlage HTX-X mit der Vorwärmung von Verbrennungsluft und Brenngas ( $\geq 4$ Vol.-% Methan)

Die Schwachgasverbrennungsanlage HTX-X entspricht konzeptionell der Schwachgasverbrennungsanlage HTX mit den Anlagenkomponenten:

- Isolierte Brennkammer, dimensioniert entsprechend der thermischen Anforderungen
- Deponiegasbrenner zur optimalen Vermischung von Brenngas und Verbrennungsluft
- Werkstoffe für Brenner und Isolierung: V4A, keramische Isolierung, beständig bis  $1.400^\circ\text{C}$

- Verbrennungsluftzufuhr über ein separates, stufenlos regelbares Verbrennungsluftgebläse
- Kombinierte Betriebsüberwachung mittels UV-Sonde und Thermoelement
- Abgas/Verbrennungsluftwärmetauscher

Ergänzt wird die HTX-X durch:

- Abgas/Brenngaswärmetauscher

Der zusätzlich erforderliche Wärmetauscher wird auf den Wärmetauscher der HTX aufgesetzt. Das Brenngas wird analog zur Verfahrensweise für die Verbrennungsluft anteilig über den Wärmetauscher geleitet und dort durch das Abgas bis auf 500°C erwärmt. Durch die genaue Regelung und die Vorwärmung von Brenngas und Verbrennungsluft kann die Schwachgasverbrennungsanlage HTX-X sicher autotherm bis 4 Vol.-% Methan betrieben werden, ohne dass die Anlage unterstöchiometrisch verbrennt.

Das Gasbehandlungsverfahren HTX-X ist ein kontinuierliches Verfahren. Die Anforderungen der TA Luft werden sicher eingehalten, die Brennkammertemperatur beträgt > 1.000°C, die Verweilzeit der heißen Abgase ist in allen Lastzuständen der Anlage > 0,3 Sekunden.

#### **4.6 Anlagen zur Regenerativen Thermischen Oxidation (RTO) (≥ 1 Vol.-% Methan)**

In Kapitel 3 des vorliegenden Textes ist dargestellt, dass bei Methankonzentrationen unterhalb von 6 Vol.-% im abgesaugten Deponiegas Brenngas und Verbrennungsluft erwärmt werden müssen. Die Erwärmung kann in getrennten Wärmetauschern stattfinden, oder es kann ein gemeinsamer Wärmetauscher eingesetzt werden. Wird ein gemeinsamer Wärmetauscher verwendet, mündet die Weiterentwicklung der Fackeltechnik für die Verbrennung von Deponiegasen im Konzept einer Anlage für die regenerative thermische Oxidation (RTO).

Für die Verbrennung von Deponiegas mit Methankonzentrationen kleiner 4 Vol.-% wird das Deponiegas immer gemeinsam mit der Verbrennungsluft erwärmt.

Hierzu wird das Brenngas/Luftgemisch in eine isolierte, über ca. 1.000°C heiße Keramikschüttung geleitet. Das Gasgemisch wird auf diese Temperatur erwärmt. Durch das hohe Temperaturniveau und die lange Verweilzeit reagieren die oxidierbaren Bestandteile des Brenngas/Luftgemischs mit dem Luftsauerstoff und erzeugen eine leichte Temperaturanhebung.

Dieser Vorgang ist ebenso als Verbrennung zu bezeichnen, nur ist dies eine flammenlose Verbrennung. Die theoretischen Grundlagen dazu lieferte Anfang des letzten Jahrhunderts der schwedische Chemiker Arrhenius in seinen Arbeiten über die Reaktionskinetik, deren Temperaturabhängigkeit in der bekannten Arrhenius-Gleichung zum Ausdruck kommt. Entscheidend für das Verfahren ist, dass bei der Reaktion von Gas und Luft eine Abgastemperatur oberhalb von 1.000°C entsteht.

Vorteil dieses Verfahrens ist der niedrige erforderliche Energiegehalt im Brenngas. Deshalb werden RTO-Anlagen vorwiegend in der Abluftbehandlung eingesetzt. Auf Deponien haben sie sich im Rahmen von Schutzentgasungsprojekten sowie bei Deponiestabilisierungsprojekten auf Standorten mit nur noch sehr geringem Restgaspotenzial bewährt.

RTO-Anlagen haben einen gegenüber den Schwachgasfackeln vergleichbaren thermischen Regelbereich, gleichzeitig sind sie bzgl. der Anforderungen an die Gaszusammensetzung sehr flexibel, sie können Deponiegas in sehr unterschiedlicher Zusammensetzung verarbeiten.

Nachteilig wirkt sich aus, dass die maximale Methankonzentration für den Dauerbetrieb vor Eintritt in die Verbrennungsanlage deutlich unter 1 Vol.-% liegt. Deponiegas mit höherer Methankonzentration muss deshalb mit energetischem Zusatzaufwand verdünnt werden.

Die für die Deponiegasbehandlung eingesetzten RTO-Anlagen arbeiten diskontinuierlich. Ein Teil des zu behandelnden Gases wird unbehandelt an dem Reaktor vorbei geführt. Der daraus resultierende Methanschleupf erfordert einen zusätzlichen Aufwand beim Bau und Betrieb der Anlagen, um Emissionsgrenzwerte für thermische Deponiegasbehandlungsanlagen einzuhalten.

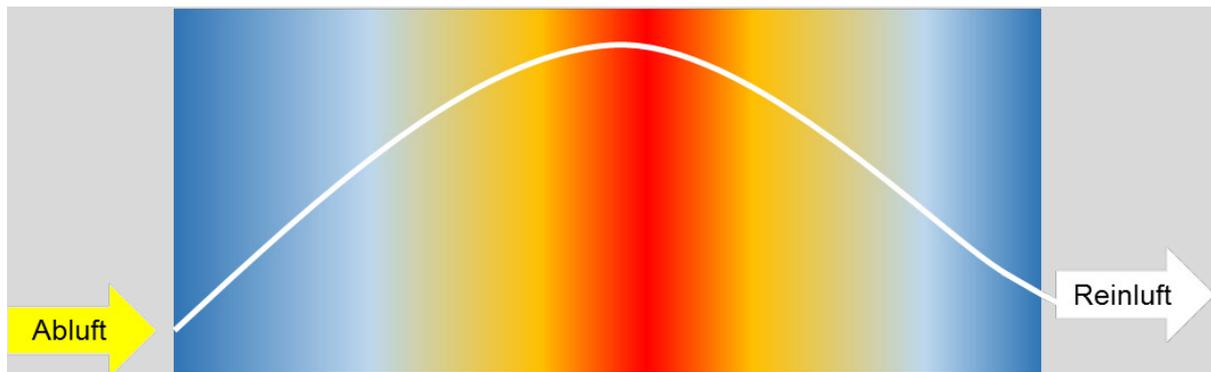


Abb. 9: Temperaturverlauf in einer RTO-Anlage

RTO-Anlagen stellen neue Anforderungen an die Gasfördertechnik; sie werden i. d. R. mit einer neuen Gasverdichterstation errichtet. Die Nachnutzung der vorhandenen Anlagentechnik ist meist nicht möglich bzw. wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Die Abbildung 10 zeigt beispielhaft eine Göbel GVS 2000 mit einer Wessel RTO 0.4 MW.



Abb. 10: Gasverdichterstation mit RTO für ein Deponiebelüftungsprojekt

## 4.7 Kosten für Investition und Betrieb

Die Investitionskosten für Deponiegasbehandlungsanlagen sind abhängig von der Anlagengröße, außerdem von den projektspezifischen Anforderungen. Verallgemeinerungen über die absoluten Kosten sind nicht möglich. Ein Kostenvergleich der einzelnen Anlagenkonzepte zeigt aber, dass:

- die Kosten für eine modifizierte Hochtemperaturverbrennungsanlage (HTC) gleich sind im Vergleich zu den Kosten für eine klassische Hochtemperaturfackel. Es entstehen keine Mehrkosten, es gibt jedoch einen Mehrwert.
- die Kosten für eine Schwachgasfackel (HTX) ca. doppelt so hoch sind im Vergleich zu einer klassischen Hochtemperaturfackel.

Die Abschätzung gilt für separat zu installierende Verbrennungsanlagen. Für diese Anlagen ist die Betrachtung zulässig, da sie unter Verwendung bauseitig vorhandener Gasfördertechnik eingesetzt werden können. D. h., für die Implementierung dieser Schwachgasbehandlungsanlagen muss nicht zwingend neue Gasfördertechnik installiert werden. Die Projekte können deutlich kostengünstiger umgesetzt werden gegenüber Projekten, bei denen der vollständige Austausch der Anlagentechnik notwendig ist.

Für alle anderen derzeit am Markt erhältlichen Schwachgasbehandlungsanlagen gilt dies nicht. Deshalb muss bei einem Kostenvergleich hier immer die komplette Gasförder- und Gasbehandlungsanlage berücksichtigt werden. Dann gilt:

- die Kosten für eine modifizierte Hochtemperaturverbrennungsanlage (HTC) mit Gasverdichterstation sind gleich zu den Kosten für eine klassische Hochtemperaturfackelanlage.

Die anderen Anlagentypen sind z. T. deutlich teurer.

- Eine Gasverdichterstation mit HTX kostet bis zu 30 % mehr gegenüber einer Anlage mit HTC.
- RTO-Anlagen können in den Investitionskosten doppelt so hoch sein gegenüber einer HTC-Anlage.

Auch bei den Betriebskosten gibt es signifikante Unterschiede. Die wichtigsten Kostenpunkte hier sind die Stromkosten für den Anlagenbetrieb sowie die Wartungs- und Instandhaltungskosten.

Die Stromkosten sind abhängig von der Höhe des Volumenstroms durch die Gasbehandlungsanlage sowie dem Druckverlust über die Behandlungstechnik. Bezogen auf einen Methanvolumenstrom von z. B. 50 m<sup>3</sup>/h, d. h. einer 500 kWth Anlage müssen die folgenden Gasmengen bewegt werden:

- |                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| • Standard-Hochtemperaturfackel | max. 200 m <sup>3</sup> /h |
| • HTC                           | 410 m <sup>3</sup> /h      |
| • HTX                           | 830 m <sup>3</sup> /h      |
| • RTO                           | 8.000 m <sup>3</sup> /h    |

Standard-Fackeln und HTC weisen einen geringen Strombedarf auf, RTO-Anlagen einen signifikant höheren. HTX Anlagen verorten sich dazwischen. Der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ist bei allen Anlagentechniken ähnlich, jedoch werden die Kosten hier von der Größe der einzelnen Aggregate beeinflusst.

## 5 Deponiegasverwertungsanlagen

### 5.1 Einleitung

Die Deponiegasverwertung kann grundsätzlich unterschieden werden in die Erzeugung von Elektroenergie und die Erzeugung von thermischer Energie. Für die Konzeption und Konstruktion von Deponiegasverwertungsanlagen müssen ebenfalls die in Punkt 3 des vorliegenden Textes dargestellten grundlegenden Zusammenhänge berücksichtigt werden. Wichtig für die energetische Verwertung von Deponieschwachgas ist vor allem die optimale Ausregelung des passenden Brennstoff-Luftgemisches für die jeweilige Anlagentechnik. Im Folgenden werden die von der Göbel Energie- und Umwelttechnik angebotenen Anlagentechniken kurz dargestellt.

### 5.2 Gasmotorische Verwertung mit Deponieschwachgas-BHKW ( $\geq 25$ Vol.-% Methan)

Das BHKW für Deponiegas basiert auf einem aufgeladenen Standard-Gas-Otto-Motor, dessen Brenngasmischung und Steuerung jedoch für die Verbrennung von Deponieschwachgas angepasst wird. Üblicherweise arbeiten Gasmotoren mit einem Brenngas mit mindestens 40 Vol.-% Methan. Sinkt die Methankonzentration, ändert sich das Verhältnis der Massenströme von Brenngas und Luft signifikant. Je kleiner die Methankonzentration, desto weniger Verbrennungsluft wird benötigt. Die für die Vermischung beider Stoffströme zuständige Anlagentechnik am Gasmotor muss dementsprechend angepasst werden. Der Verbrennungsluftbedarf für Deponiegas mit 25 Vol.-% Methan beträgt nur ca. 45 % gegenüber einem Deponiegas mit 50 Vol.-% Methan. Gleichzeitig ändert sich das Zünd- und Verbrennungsverhalten des Brenngas-Luftgemisches. Dies ist bei der Parametrierung der Motorsteuerung zu berücksichtigen.



Abb. 11: Deponieschwachgas-BHKW schematisch

Nach heutigem Entwicklungsstand kann ein Deponiegas mit 25 Vol.-% in einem Gasmotor sicher und TA-Luft konform verwertet werden.

Gasmotoren hierfür gibt es in **Modulen ab 10 kW<sub>el</sub>**, die derzeit am Markt am meisten gefragten Modulgrößen liegen zwischen 80 kW<sub>el</sub> und 250 kW<sub>el</sub>. Die Motoren schließen damit an die vor 10 bis 25 Jahren üblichen Motorengrößen ab 300 kW<sub>el</sub> an.

Der **elektrische Wirkungsgrad** der Gasmotoren beträgt  $> 30\%$ , der thermische Wirkungsgrad 40 % bis 45 %. Die Abwärme wird üblicherweise auf einem Temperaturniveau von 80°C bis 95°C bereitgestellt und kann sehr gut für die Erzeugung von Warmwasser eingesetzt werden.

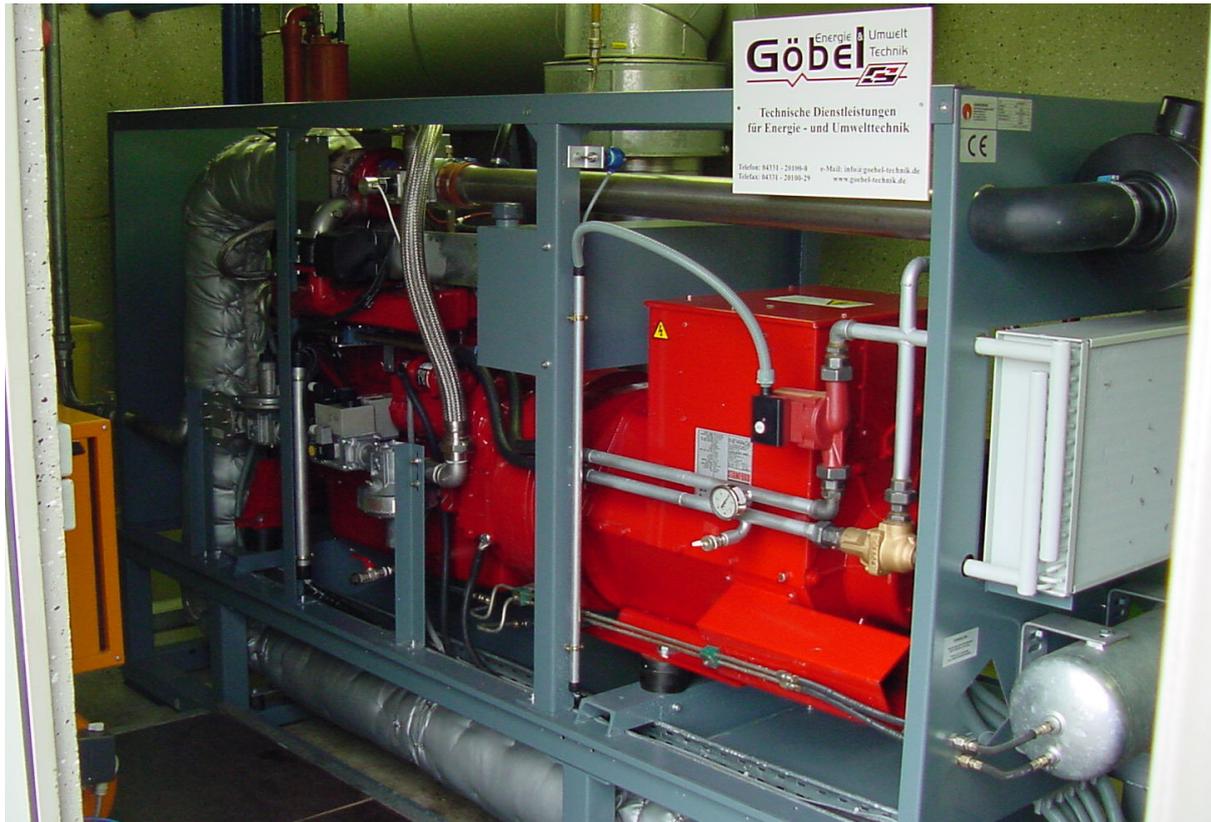


Abb. 12: DeponieSchwachgas-BHKW

### 5.3 CRC-Anlage – Dampfkolbenmotoranlage ( $\geq 6$ Vol.-% Methan)

Neben der direkten Verbrennung von Deponiegas in der Gasverwertungsanlage kann auch aus dem Abgas der Gasbehandlungsanlage Strom erzeugt werden. Voraussetzung ist eine hohe Abgastemperatur. Grundlage bilden die in Punkt 4 vorgestellten Schwachgasverbrennungsanlagen HTC und HTX mit einem Abgastemperaturniveau  $> 600^{\circ}\text{C}$ . Unter Ausnutzung des Clausius Rankine Kreisprozesses (CRC) wird in einem Verdampfer im Abgasstrom Wasserdampf erzeugt, mit dem anschließend ein Expander, hier ein Dampfkolbenmotor angetrieben wird.

Der **elektrische Wirkungsgrad** des Dampfkolbenmotores beträgt  $> 15\%$ , der thermische Wirkungsgrad ca.  $65\%$ . Die Abwärme kann analog zum Gasmotor sehr gut für die Erzeugung von Warmwasser eingesetzt werden. Gegenüber ORC-Anlagen weisen CRC-Anlagen einen deutlich höheren Wirkungsgrad bei gleichzeitig deutlich kleinerem Eigenenergiebedarf auf. ORC-Anlagen stellen derzeit aus diesen Gründen keine wirtschaftliche Option für die Deponiegasverwertung dar.

CRC-Anlagen weisen einen deutlich erweiterten **Arbeitsbereich** bzgl. der Methankonzentration im Deponiegas auf. Die Gasverwertung funktioniert in den Grenzen der Schwachgasbehandlungsanlagen HTX, d. h. es sind nur mindestens **6 Vol.-% Methan** im Deponiegas erforderlich.

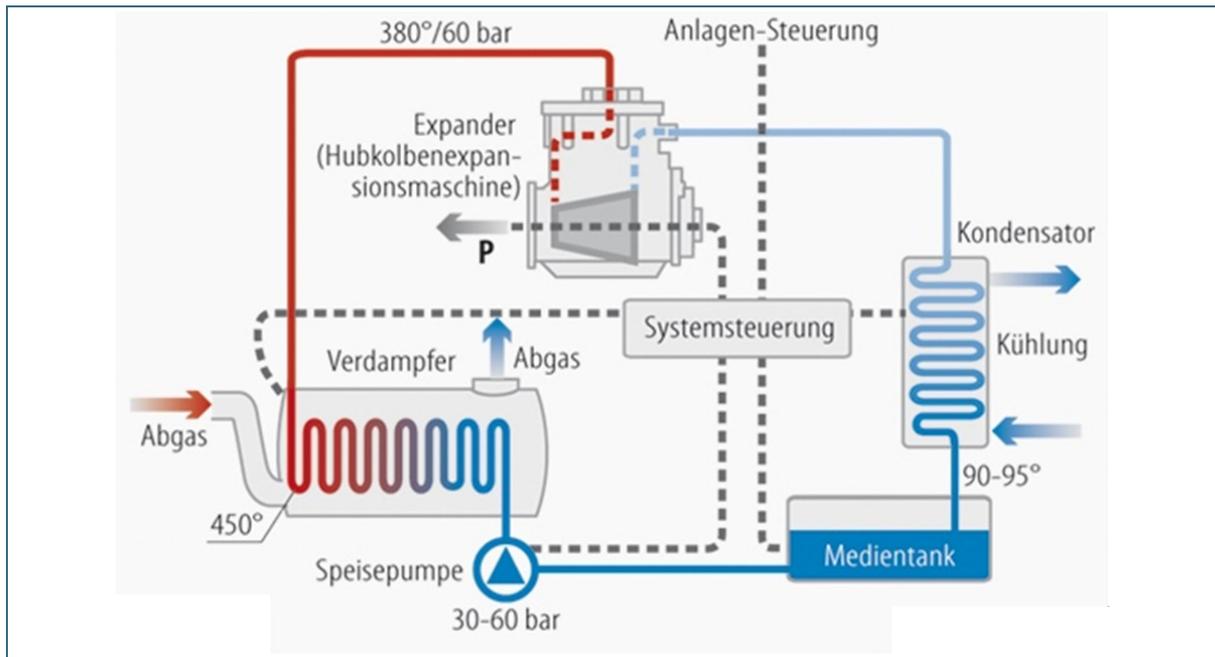


Abb. 13: Quelle: Firma ROTARIA, schematische Darstellung des Clausius Rankine Kreislaufs



Abb. 14:  
Quelle: Firma ROTARIA, Voith Dampf-  
motorenaggregat

#### 5.4 Wärmenutzungskonzepte ( $\geq 1$ Vol.-% Methan)

Die hier entstehende Abwärme kann von allen Deponiegasschwachgasverwertungs- und -behandlungsanlagen genutzt werden. Die Anlagen unterscheiden sich dabei bzgl. des thermischen Wirkungsgrades und des möglichen Temperaturniveaus für die Wärmenutzung.

Anlagen zur Verwertung oder Behandlung von Deponiegasen müssen i. d. R. kontinuierlich betrieben werden, d. h. der Betrieb muss unabhängig von der jeweiligen Wärmeabnahme möglich sein. Deponiegas-BHKW erhalten aus diesem Grund (fast) immer einen Notkühler, der die Abwärme auch ohne externe Wärmeabnahme sicher entsorgen kann. Die in Punkt 4 des vorliegenden Textes vorgestellten

Deponiegasverbrennungsanlagen müssen das Abgas entweder am Wärmeübertrager vorbei leiten, einen Notkühler aufweisen, oder an einer ausreichend großen Wärmesenke installiert sein.

Alle im Kapitel 4 vorgestellten Gasbehandlungsanlagen weisen ein thermisch noch nutzbares Abgastemperaturniveau auf. Hierbei gilt:

- Je höher die Methankonzentration im Brenngas vor der Verbrennungsanlage, desto höher ist auch die Abgastemperatur.
- Je höher die Abgastemperatur, desto mehr technische Möglichkeiten zur Wärmenutzung lassen sich wirtschaftlich darstellen.
- Das nutzbare Energiepotenzial im Abgas wird zusätzlich bestimmt durch die Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt aus der Wärmenutzungsanlage: Je höher die Temperaturdifferenz, desto höher ist der nutzbare Energieanteil.

Das Abgas der Schwachgasverbrennungsanlagen HTC und HTX weist ein Temperaturniveau von 600 bis 1.000°C auf. Das Abgas kann neben der Erzeugung von elektrischem Strom auch sehr gut für die Erzeugung von Dampf oder Warmwasser eingesetzt werden.

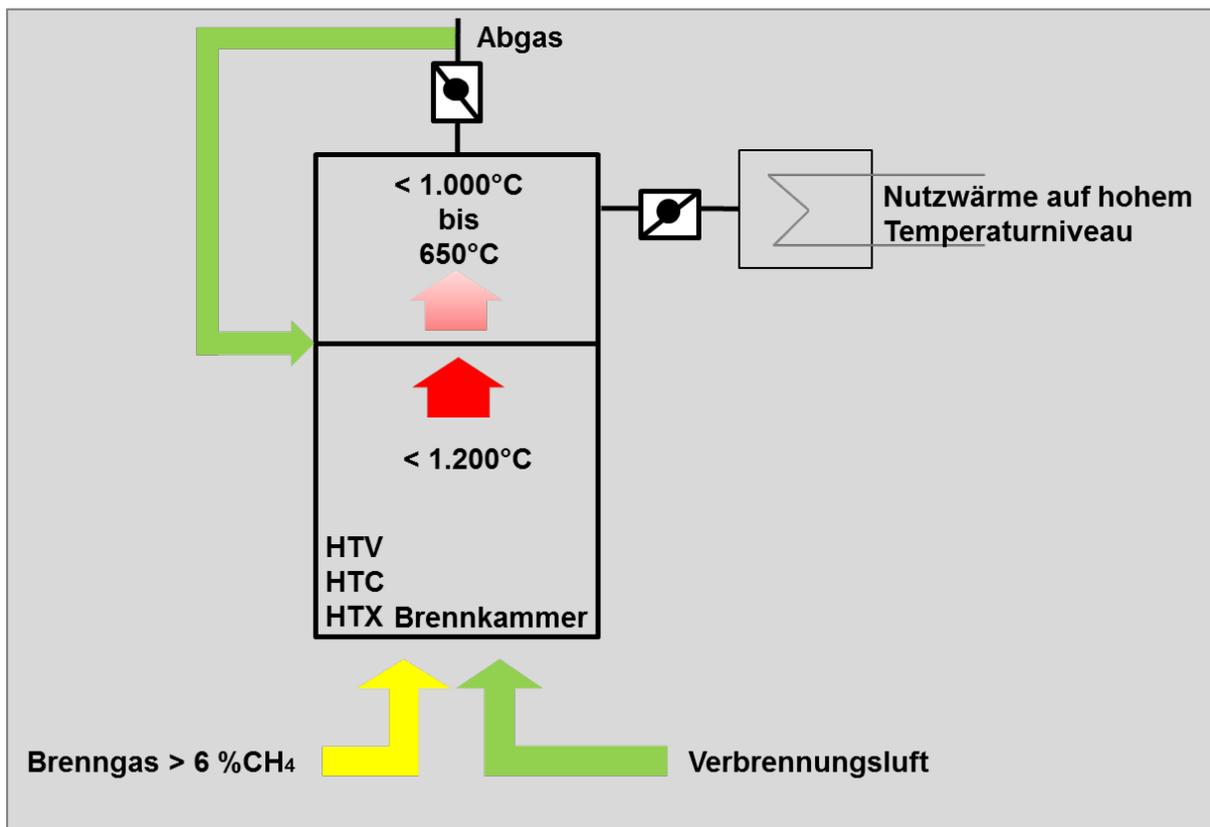


Abb. 15: Schematische Darstellung der Abwärmenutzung an Deponiegasverbrennungsanlagen

Das Abgas der Verbrennungsanlage HTX-X ist mindestens 300°C heiß; Dampf und Warmwasser können auch hier erzeugt werden, während die Stromproduktion bereits schwieriger ist.

RTO-Anlagen erzielen eine mittlere Abgastemperatur von ca. 150°C; das Abgas kann gut zur Erzeugung von Warmwasser verwendet werden.

## 5.5 Kosten für Investition und Betrieb

Für Deponiegasverwertungsanlagen gilt analog zu den Gasbehandlungsanlagen, dass die spezifischen Kosten höher sind:

- je kleiner die Mindestmethankonzentration für die Verwertungsanlage ist.
- je kleiner die maximale Leistung der Gasverwertungsanlage ist.

Für die Stromerzeugungsanlagen können im Rahmen einer Projektplanung die folgenden Ansätze gewählt werden:

Deponieschwachgas-BHKW	ab 10 kW <sub>el</sub>	2.000 – 800 Euro/kW <sub>installiert</sub>
	Wartungskosten	0,04 – 0,02 Euro/kWh
Dampfkolbenmotor	35 kW <sub>el</sub>	7.000 – 5-000 Euro/kW <sub>installiert</sub>
	Wartungskosten	0,04 – 0,04 Euro/kWh

Neben den Investitionskosten für die Anlagentechnik sind für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit noch die Kosten für die Implementierung der Anlagentechnik am jeweiligen Standort zu berücksichtigen. An vielen Standorten gab es bereits vorher Anlagen zur Deponiegasverstromung, so dass die vorhandene Infrastruktur wie bestehende Fundamente, elektrotechnische Anbindung, Gasförderanlage etc. in vollem Umfang weiter verwendet werden kann.

Für thermische Verwertungsanlagen gilt, dass die kapitalisierten Investitionskosten für die Anlagentechnik selbst i. d. R. deutlich kleiner sind als die alternativ anfallenden Brennstoffkosten für die Wärmeversorgung bzw. Wärmenutzung im ersten Ansatz wirtschaftlich erscheint. Ob das jeweilige Projekt wirtschaftlich dargestellt werden kann, hängt jedoch zusätzlich von den Kosten für die Anbindung der Wärmeverbraucher an die Gasbehandlungsanlage ab.

## 6 Das Projekt Gasverwertung Deponie Atzenhof

### 6.1 Technische Aufgabe (2009)

Deponiegasmenge und Gasqualität veränderten sich auch auf der Deponie Atzenhof im zeitlichen Verlauf. Gasmenge und Methankonzentration im abgesaugten Gas sanken. Die sichere Deponiegasbehandlung und die energetische Verwertung des anfallenden Gases waren mit der vorhandenen Anlagentechnik nicht mehr möglich.

Aus diesem Grund wurde entschieden, eine neue, an die aktuelle und künftige Deponiegassituation angepasste Deponiegasverbrennungsanlage zu errichten. Dabei sollte das anfallende Gas sicher und TA Luft gemäß behandelt und die im Gas enthaltene thermische Energie so effizient wie möglich genutzt werden.

Vor Projektbeginn stellten sich die Anforderungen an die Verbrennungstechnik und die Anlage für die Wärmeauskopplung wie folgt dar:

- Deponiegasvolumenstrom: 85 m<sup>3</sup>/h
- Min. CH<sub>4</sub> – Konzentration: 15 Vol. %
- Verbrennungstemperatur: 1.000°C
- Verweilzeit: 0,3 s

- Max. Heizleistung: ca. 300 kW
- Heizwasservorlauf: 90 °C
- Heizwasserrücklauf: 105 °C

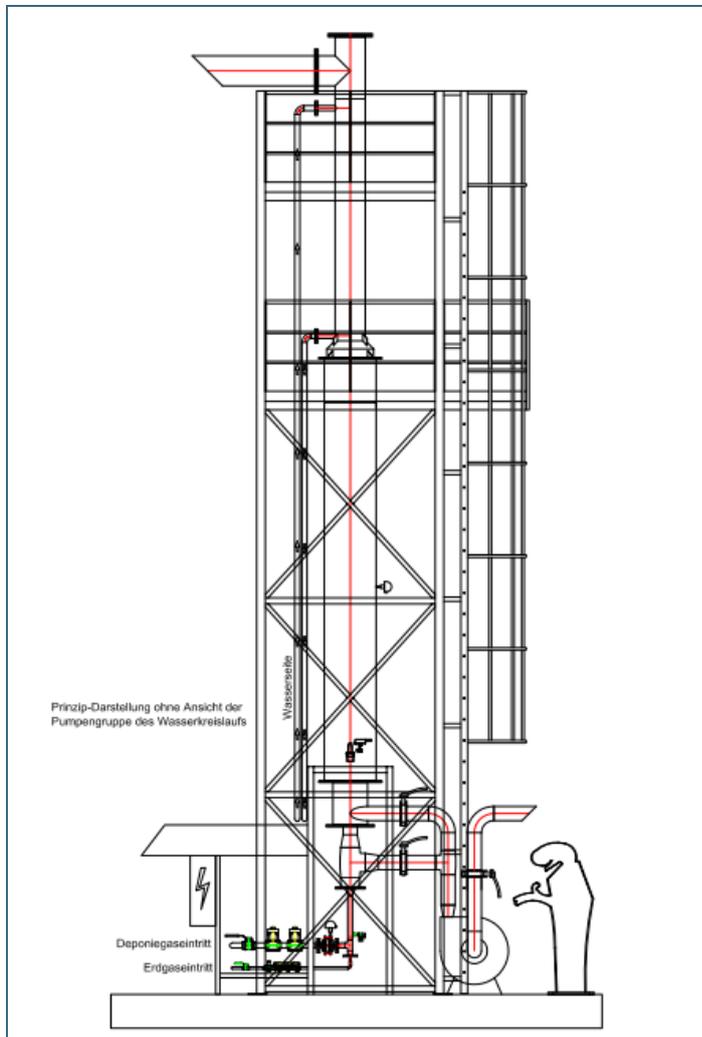


Abb. 16  
Technischer Entwurf für  
die geplante Gasver-  
brennungs- und Gas-  
verwertungsanlage

## 6.2 Projektbeteiligte

An dem Projekt Schwachgasnutzung auf der Deponie Atzenhof waren beteiligt:

- die Stadt Fürth als Verantwortliche für die Deponie Atzenhof
- die infraFürth GmbH als örtliches Energieversorgungsunternehmen
- die Göbel Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG als Errichter der erforderlichen Anlagentechnik
- die C-deg-GmbH als Lieferant für die Verbrennungstechnik

Erste technische Abstimmungen zwischen den Beteiligten gab es bereits 2009, die technische Umsetzung erfolgte 2012.

### 6.3 Technische Umsetzung (2012)

Im Rahmen der technischen Entwicklung des Projektes zwischen allen Projektbeteiligten wurden die Anforderungen an die Anlagen zur Gasverbrennung und Gasverwertung weiter optimiert. 2012 wurden die folgenden Randbedingungen vereinbart:

- Feuerungsleistung der Verbrennungsanlage max. 330 kW
- Volumenstrom max.: 85 m<sup>3</sup>/h
- Min. CH<sub>4</sub> – Konzentration: 15 Vol.%
- aus dem Deponiegasstrom: 255 kW
- Verbrennungstemperatur: 1.000°C
- Verweilzeit: 0,3 s
- Max. Heizleistung: 200 kW
- thermischer Wirkungsgrad: 80 %
- Heizwassereintritt: 70°C
- Heizwasseraustritt: 82°C

Die Anlage hebt sich in zwei Punkten deutlich von ähnlicher, älterer Anlagentechnik ab. Zum einen sollte die Anlage auch Deponiegas mit nur 15 Vol.% Methan sicher behandeln können, zum anderen wünschte der Kunde einen hohen thermischen Wirkungsgrad.

Für die Gasbehandlung wurde eine Hochtemperaturverbrennungsanlage der Firma C-deg GmbH vom Typ HTC 0.3 (siehe auch Kapitel 4.3) eingesetzt. Direkt aufgesetzt auf die Fackelanlage wurde erstmals ein Abgas / Verbrennungsluftwärmetauscher, wie er auch für den Anlagentyp HTX (siehe Kapitel 4.4) eingesetzt wird. Der Wärmetauscher erfüllt zwei Funktionen. Durch die Vorwärmung der Verbrennungsluft kann die Verbrennungsanlage einfacher und sicherer bei niedrigen Methankonzentrationen im abgesaugten Deponiegas betrieben werden. Außerdem wird dem Abgas Energie entzogen und so die Eintrittstemperatur des Abgases in den Abgas / Wasserwärmetauscher abgesenkt. Damit wird die thermische Überbeanspruchung des Abgas / Wasserwärmetauschers vermieden.

Brennkammer, Abgas / Verbrennungsluftwärmetauscher und Abgas / Wasserwärmetauscher sind vertikal übereinander angeordnet. Gehalten werden alle Komponenten in einem Stahltragwerk.

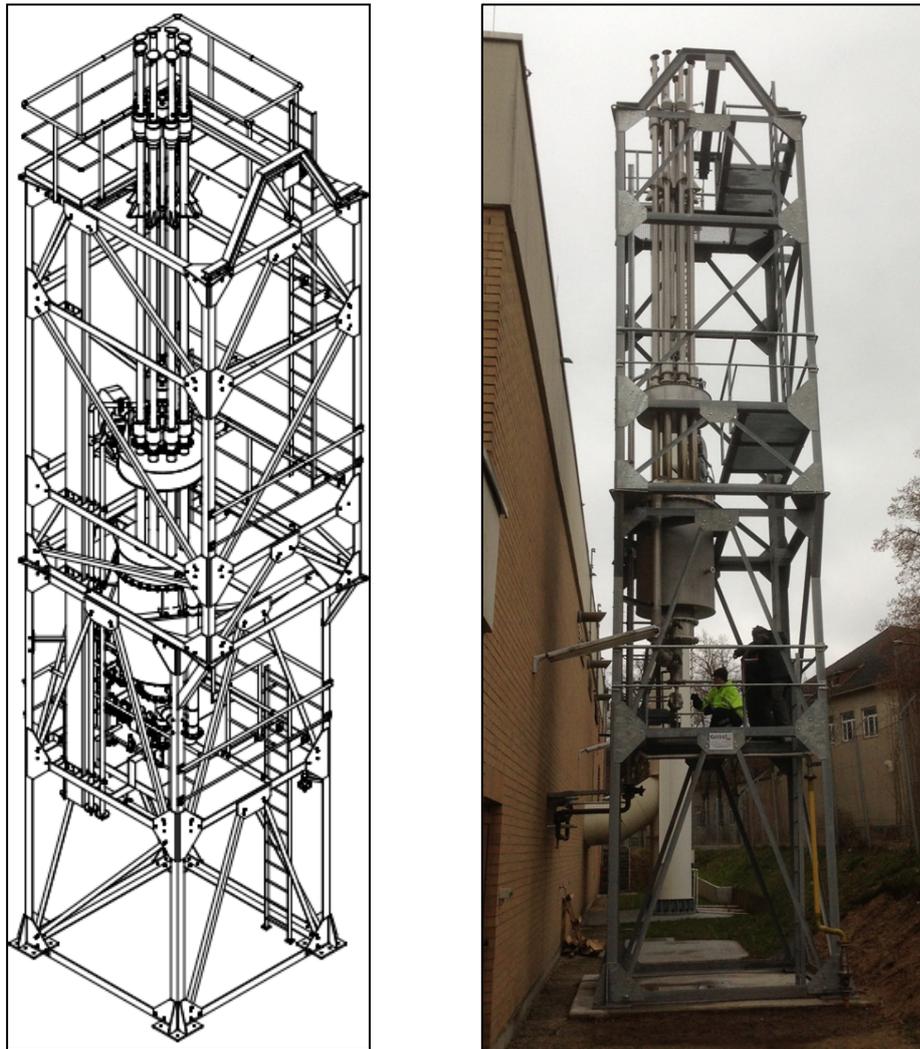


Abb. 17: Ausführungszeichnung und fertig gestellte Verbrennungs- und Verwertungsanlage Atzenhof

## 6.4 Erste Betriebserfahrungen

Die Anlagentechnik erfüllte mit Inbetriebnahme die gestellten Anforderungen. Die Verbrennungsanlage kann sicher im vorgegebenen Arbeitsbereich betrieben werden. Trotzdem waren, wie bei innovativen Neuentwicklungen üblich, an verschiedenen Stellen Optimierungen an der Anlagentechnik selbst, an den peripheren Einrichtungen bzw. der Anlagensteuerung erforderlich. Die letzten Optimierungsarbeiten wurden im Sommer 2016 durchgeführt.

Bisherige Laufzeit der Anlage:	16.900 Bh
Bisher erzeugte Wärmeenergie:	2.389 MWh
Mittlere thermische Leistung der Fackel:	180 kW
Mittlere thermische Leistung der WAK	141 kW
Wirkungsgrad der WAK	78,3 %

## 7 Zusammenfassung

Neue Deponieentgasungs- und Deponiestabilisierungskonzepte stellen neue Anforderungen an die Deponiegasbehandlungsanlagen. Im Fokus der aktuellen Entwicklung steht der Umgang mit Deponieschwachgas.

Die Firma Göbel Energie- und Umwelttechnik hat gemeinsam mit Partnern Deponiegasbehandlungs- und -verwertungsanlagen für die meisten Entgasungsszenarien bzgl. Menge und Zusammensetzung des zu behandelnden Deponiegases entwickelt. Dabei wurden die verbrennungsphysikalischen Randbedingungen optimal ausgenutzt. Im Ergebnis stehen für folgende fünf Anwendungsbereiche Schwachgasbehandlungsanlagen zur Verfügung:

Deponiegas mit mindestens 25 Vol.-% Methan	Deponieschwachgas-BHKW Stromerzeugung wirtschaftlich möglich
Deponiegas mit mindestens 12 Vol.-% Methan	Schwachgasverbrennungsanlage HTC Optimierte Brenngas-Luft-Regelung Stromerzeugung wirtschaftlich möglich
Deponiegas mit mindestens 6 Vol.-% Methan	Schwachgasverbrennungsanlage HTX Verbrennungsluftvorwärmung Stromerzeugung wirtschaftlich möglich
Deponiegas mit mindestens 4 Vol.-% Methan	Schwachgasverbrennungsanlage HTX-X Brenngas- und Verbrennungsluftvorwärmung Wärmenutzung möglich
Deponiegas mit mindestens 1 Vol.-% Methan	RTO-Anlage Brenngas-Luftgemisch-Vorwärmung Wärmenutzung bedingt möglich

Die Anlagentypen weisen jeweils eine Mindestmethankonzentration auf; sie können also Deponiegas mit dieser bzw. jeder höheren Methankonzentration autotherm behandeln. Dabei gilt: Eine hohe zulässige Mindestmethankonzentration im abgesaugten Deponiegas führt zu einer Senkung der Investitions- und Betriebskosten für die Deponieschwachgasverbrennungsanlage.

Die Schwachgasverbrennungsanlagen HTC und HTX können häufig mit der vorhandenen, noch funktionstüchtigen Deponiegasverdichterstation betrieben werden.

Die Auswahl der geeigneten Anlagentechnik sollte immer unter Berücksichtigung des Entgasungskonzepts, des tatsächlich erforderlichen Arbeitsbereichs für die Verbrennungsanlage sowie der Investitions- und der betrieblichen Folgekosten erfolgen.

Auf der Deponie Atzenhof/ Fürth wurde 2012 ein innovatives Gasbehandlungs- und Gasverwertungsprojekt unter Anwendung der neuen Gasbehandlungstechniken umgesetzt. Die in Fürth errichtete Anlagentechnik ist geeignet für die sichere langfristige Behandlung des anfallenden Deponiegases und überträgt gleichzeitig mit hohem Wirkungsgrad die im Abgas enthaltene Energie auf das vor Ort vorhandene Fernheizungssystem. Nach anfänglichen technischen Schwierigkeiten steht der Stadt Fürth sowie dem örtlichen Energieversorgungsunternehmen infraFürth jetzt eine neue und zukunftsweisende Anlagentechnik zur Verfügung.

# Landfill Mining: Ist-Analyse des Ressourcenpotenzials von Deponien in Bezug auf strategische Rohstoffe

**Jan-Philipp Jarmer, Resource Lab der Universität Augsburg**

Ein hohes Abfallaufkommen prägt seit Jahrzehnten unsere Gesellschaft und wird in Zukunft noch steigen. Eine Form der Abfallbeseitigung ist die Ablagerung der Abfälle auf Deponien. In diesen Abfällen lassen sich strategisch wichtige Wertstoffe identifizieren, die einer erneuten industriellen Nutzung zugeführt werden könnten. Der Rohstoffgehalt dieser anthropogenen Lagerstätten ist die Basis für die Idee des Landfill Minings und einer alternativen Ressourcenversorgung in der Zukunft.

Die zunehmende Technologisierung und der steigende Produktkonsum erhöhen den Bedarf an strategischen Rohstoffen. Unter strategischen Rohstoffen werden u. a. Metalle und Mineralien zusammengefasst, deren langfristige Verfügbarkeit für wichtig gehalten wird. In diesem Zusammenhang helfen **Kritikalitätsbewertungen** Rohstoffe einzuordnen und zu vergleichen (vgl. TUMA et al., 2015). Kritikalitätsbewertungen sind ganzheitlich angelegt und berücksichtigen neben der ökonomischen Dimension auch die ökologische und soziale Dimension eines Rohstoffs. Ein Kriterium der ökonomischen Dimension ist das Verfügbarkeitsrisiko. Um dem Verfügbarkeitsrisiko eines Rohstoffs zu entgegnen, gibt es mehrere **Handlungsoptionen**, wie z. B. Substitution, Hedging oder Recycling (vgl. TUMA et al., 2015). Die Material- oder Technologiesubstitution verfolgt das Ziel ein alternatives Material oder eine alternative Technologie auszumachen und den Einsatz des entsprechenden Materials zu umgehen. Durch Kreislaufwirtschaftsstrategien verbleibt der Rohstoff in einem System und muss nicht neu beschafft werden. Der durchschnittliche Rohstoffgehalt von anthropogenen Lagerstätten nähert sich dem durchschnittlichen Rohstoffgehalt von natürlichen Lagerstätten an. Anthropogene Lagerstätten können als zukünftige Rohstoffquelle im Falle eines Verfügbarkeitsengpasses dienen. Das Beziehen von Rohstoffen aus anthropogenen Lagerstätten wird unter dem Begriff **Urban Mining** subsumiert. Als Teil des Urban Minings wird das **Landfill Mining** angesehen, das Rohstoffe durch einen Rückbau von Deponien wiedergewinnt. Deponierückbauprojekte mit dem primären Ziel der Gewinnung von strategischen Rohstoffen sind in Deutschland bisher nicht durchgeführt worden (vgl. FRICKE et al., 2012). Gründe hierfür können die bislang fehlende Wirtschaftlichkeit, fehlende rechtliche Rahmenbedingungen und Informationsdefizite sein (vgl. BERNHARD et al., 2011 und Kranert und CORDLANDWEHR, 2010).

Eine umfassende Literaturrecherche zu Deponiegutzusammensetzungen zeigt, dass in Hausmülldeponien strategische Rohstoffe nachzuweisen sind. Für Hausmülldeponien sind dies in verwertbarem Rahmen neben Ersatzbrennstoffen die Metalle Eisen, Kupfer und Aluminium (vgl. FRICKE et al., 2012). Technisch ist eine Sortierung nach diesen Metallen möglich. Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Basis von durchschnittlichen Literaturdaten von Deponien ergibt aktuell, dass die Rückbaukosten mögliche Erlöse übersteigen können. Durch zukünftige Preissteigerungen und dem Abbau weiterer Rohstoffe können sich positive Erlössituationen ergeben. Die Herausforderung besteht darin, Verfahren und Anlagen zu entwickeln, um auch dissipative Mengen, z. B. Nickel oder Seltene Erden, aus dem Deponat zu entfernen und dadurch die Erlöse eines Deponierückbaus zu erhöhen (vgl. BERNHARD et al., 2011). Darüber hinaus sollten weiche Faktoren wie Klima-, Wasser-, Boden- und Landschaftsschutz bewertet werden. Der Rückbau von Deponien verbessert die Umweltsituation und kann zu einer Aufwertung des Standorts bei gleichzeitigem Flächengewinn führen (vgl. FRICKE et al., 2012).

Die Handlungsempfehlung lautet deshalb, Verfahren des Landfill Minings zu optimieren, rechtliche Rahmenbedingungen zu schaffen und eine solide Datenbasis zu generieren. Diesbezüglich wird ein Deponieinformationssystem, das ressourcenspezifisch eine Deponie aus einer Menge an Deponien mit entsprechendem Potenzial auswählt, vorgeschlagen (siehe Abb. 1).

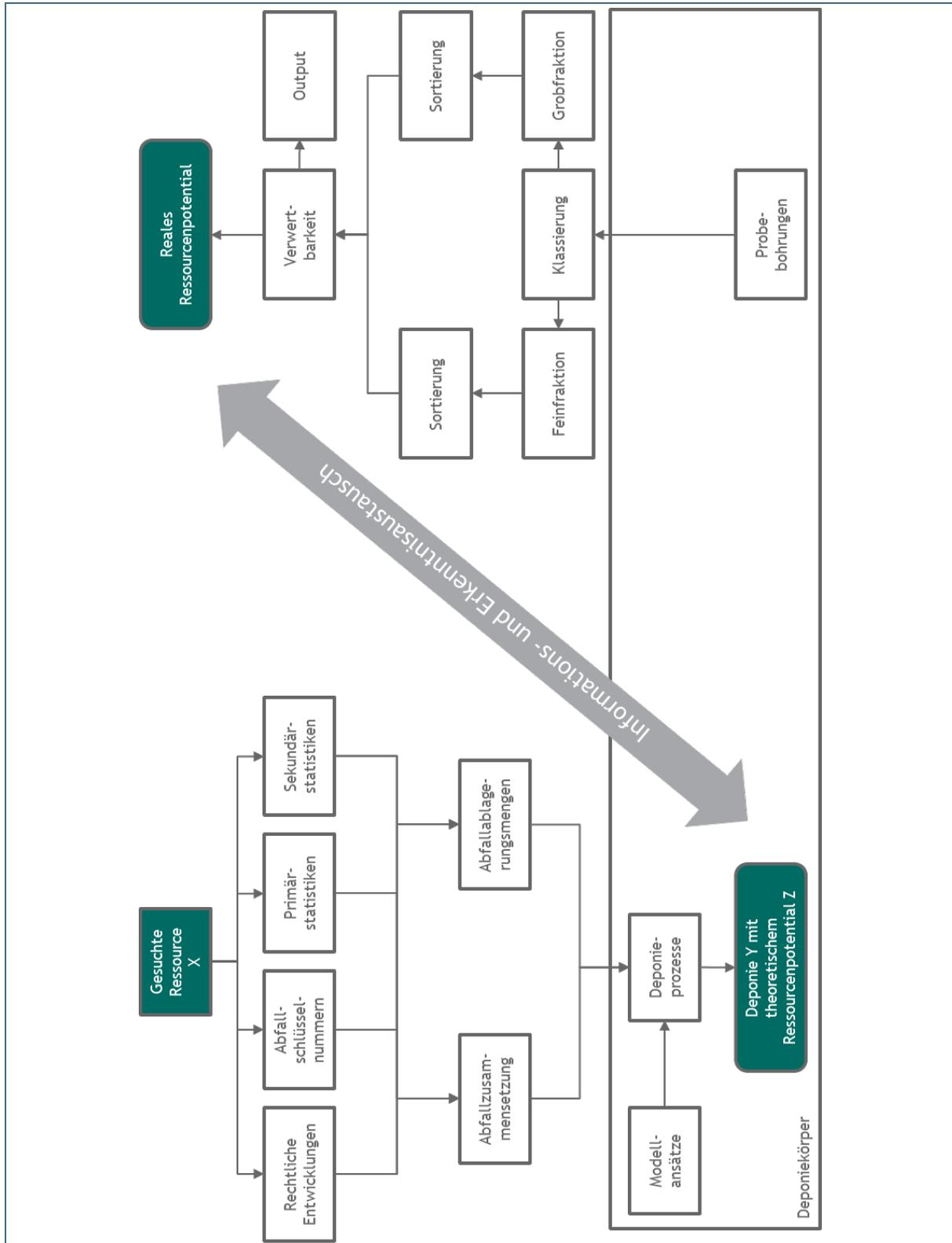


Abb. 1: Angepasster Identifizierungsprozess des Ressourcenpotenzials von Deponien mit Hilfe eines Deponieinformationssystems (Eigene Darstellung in Anlehnung an GÄTH und NISPEL , 2011)

**Quellen:**

BERNHARD, A.; DOMENIG, M.; RESINGER, H.; WALTER, B.; WEIßENBACH, T. (2011): Deponierückbau - Wirtschaftlichkeit, Ressourcenpotential und Klimarelevanz. Umweltbundesamt, Wien.

FRICKE, K.; MÜNNICH, K.; HEUßNER, C.; SCHULTE, B.; WANKA, S. (2012): Landfill Mining - ein Beitrag der Abfallwirtschaft für die Ressourcensicherung. In: Thomé-Kozmiensky, K. (Hrsg): Recycling und Rohstoffe - Band 5. TK Verlag, Neuruppin, S. 933-943.

GÄTH, S.; NISPEL, J. (2011): Ressourcenpotenzial von ausgewählten Hausmülldeponien in Deutschland. In: Müll und Abfall - Ausgabe 02/2011. Erich Schmidt Verlag, Berlin, S. 61-67.

KRANERT, M.; CORD-LANDWEHR, K. (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. 4. Vieweg + Teubner, Wiesbaden.

TUMA A., RELLER A., THORENZ A., KOLOTZEK C., HELBIG C. (2015): Nachhaltige Ressourcenstrategien in Unternehmen: Identifikation kritischer Rohstoffe und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Umsetzung einer ressourceneffizienten Produktion, Endbericht Deutsche Bundesstiftung Umwelt, [http://www.resource-lab.de/documents/Endbericht\\_DBU.pdf](http://www.resource-lab.de/documents/Endbericht_DBU.pdf)

# Deponie – Info 10

## Deponien der Klasse 0

### Erd- und Bauschuttdeponien

**Petra Pöttsch, LfU**

#### **Aktuelle Situation**

Das LfU-Bauschuttdeponiemerkblatt 3.6/3 aus dem Jahr 2007 ist durch Änderungen in der Deponieverordnung überarbeitungsbedürftig geworden. Weil in der erarbeiteten, neuen Fassung, neben wasserwirtschaftlichen Hinweisen viele abfallwirtschaftliche Anforderungen enthalten sind, ist eine Veröffentlichung als Deponie-Info 10 im Internetauftritt des LfU vorgesehen.

Ziel ist es, den Vollzug der Deponieverordnung für Deponien der Klasse 0, bei Wasserwirtschaftsämtern und Kreisverwaltungsbehörden zu erleichtern und zu vereinheitlichen. Den Planungsbüros sollen fachliche Hinweise gegeben werden.

Der Aufbau des Deponie-Info 10 orientiert sich an der Gliederung der Deponieverordnung.

Die einzelnen Gliederungspunkte, zu denen verstärkt Anfragen gestellt worden sind, haben wir mit Erklärungen und Ergänzungen versehen, um zum besseren Verständnis beizutragen.

Die Anlagen:

Anlage 2: Standortkriterien – Naturschutzfachliche Belange

Anlage 3: Richtwerte Eluat und Gesamtstoffgehalt

Anlage 4: Vorsorgewerte Grundwasser – Basisparameter

Anlage 5: Vorsorgewerte Grundwasser – Leitparameter

wurden in überarbeiteter Fassung aus dem Merkblatt 3.6/3 übernommen.

Der aktuelle Entwurf wurde innerhalb des LfU mit den fachlich betroffenen Abteilungen abgestimmt und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz zur Zustimmung vorgelegt. Eine Veröffentlichung im Internet ist geplant.

## Geltungsbereich

- Für Deponien der Klasse 0 (DK 0) gilt die Deponieverordnung (DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S.900), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 4. März 2016 (BGBl. I S. 382).
- Mit dem Merkblatt Deponie–Info 10 „Deponien der Klasse 0, Erd- und Bauschuttdeponien“ werden Hinweise für eine einheitliche Umsetzung der Deponieverordnung (DepV) in Bayern gegeben.
- Die Zuständigkeit liegt nach § 4 Abs. 2 AbfZustV bei den Kreisverwaltungsbehörden.

## Errichtung

- Deponien oder Deponieabschnitte der Klasse 0 sind so zu errichten, dass die Anforderungen nach § 3 und Anhang 1 DepV an den Standort und die geologische Barriere eingehalten werden.
- Bei der Standortprüfung nach **Anlage 1** muss die Eignung des Standortes festgestellt werden.
- Die geologische Barriere ist entweder vollständig vorhanden, oder wird bei Unvollständigkeit oder Nichtvorhandensein technisch nachgerüstet. Ein ausreichender Abstand zum Grundwasserspiegel (> 1 m ab Unterkante geologische Barriere) ist nachzuweisen.

## Anforderungen an Standort und Deponiebauwerk

Für die Eignung des Standortes ist es notwendige Voraussetzung, dass das Wohl der Allgemeinheit nach § 15 Abs. 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes durch die Deponie nicht beeinträchtigt wird. Zu prüfen sind:

- Geologische und hydrogeologische Bedingungen des Gebietes
- Abstand der Unterkante der geologischen Barriere zum Grundwasserspiegel von mindestens 1m.
- Abstand zu Wohnbebauungen, Naturschutzgebieten, Biotopflächen
- Ableitbarkeit des gesammelten Sickerwassers im freien Gefälle

**Ausschlusskriterien** sind:

- Karstgebiete und Gebiete mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund.
- Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Wasservorranggebiete, Überschwemmungsgebiete u. a.

## Anforderungen an Standort und Deponiebauwerk

- Für technische Maßnahmen zur Verbesserung und den Ersatz der geologische Barriere sowie für das Abdichtungssystem dürfen nur Materialien und Systemkomponenten eingesetzt werden, die dem Stand der Technik entsprechen und dies der zuständigen Behörde nachgewiesen wurde.
- Die Bundeseinheitlichen Qualitätsstandards sind zu berücksichtigen
- Die Baumaßnahme ist durch einen nach DIN EN ISO/IEC 17020 als Inspektionsstelle im Deponiebau und nach DIN EN ISO/IEC 17025 als Prüflaboratorium bei DAkkS akkreditierten Fremdprüfer zu überwachen.

## Sickerwassererfassung

Generell ist auch bei Deponien der Klasse 0 eine Sickerwassererfassung erforderlich.

- Ausnahme: Hat die zuständige Behörde bei Deponien der Klasse 0 auf Grund einer Bewertung der Risiken für die Umwelt entschieden, dass die Sammlung und Behandlung von Sickerwasser nicht erforderlich ist oder wurde festgestellt, dass die Deponie keine Gefährdung für Boden, Grundwasser oder Oberflächenwasser darstellt, so können die Anforderungen entsprechend herabgesetzt werden.
- Der Verzicht auf eine Sickerwassersammlung und Behandlung setzt eine Einzelfallprüfung des Standortes durch die Kreisverwaltungsbehörde (KVB) und das Wasserwirtschaftsamt voraus.

## Ablagerungsvoraussetzungen

- Alle Anforderungen für die Deponieklasse 0 werden erfüllt
- Die Zuordnungskriterien und der Parameterumfang nach Anhang 3 Nummer 2 DepV für DK 0 wurde vollständig bestimmt und eingehalten.
- In Abhängigkeit von der grundlegenden Charakterisierung, Herkunft, äußerer Beschaffenheit und spezifischer Zusammensetzung des Abfalls sind bei Bedarf ergänzende Parameter festzulegen.
- Zur Beurteilung der Parameter, die nicht in der DepV enthalten sind, sind **Richtwerte** in der **Anlage 3** aufgeführt. Die Möglichkeit einer bis zu 3-fachen Überschreitung nach Anhang 3 Nr. 2 DepV ist hier nicht vorgesehen.
- Werden Zuordnungswerte DK 0 (inklusive Fußnotenregelung) überschritten, so ist die Zulässigkeit einer Überschreitung nach Anhang 3 Nr. 2 DepV zu überprüfen. Diese Überschreitungen bedürfen der Zustimmung der zuständigen Behörde und sind in einem **Register** zu führen.

## Abfälle aus Behandlungsanlagen

Vorgehen bei Abfällen aus Behandlungsanlagen mit dem Abfallschlüssel 19 12 und 19 13:

- Abfallschlüssel ist nicht im Bescheid genehmigt: Ablagerung bei Einhaltung der Zuordnungskriterien durch Einzelfallgenehmigung.
- Abfallschlüssel ist im Bescheid (mit bestimmten Auflagen) genehmigt: Kontrolle der Betriebstagebücher vor Ort durch die KVB ca. zweimal jährlich auf Einhaltung der Annahmeveraussetzungen wird empfohlen.
- Behandeltes Material aus Bodenbehandlungsanlagen ist grundsätzlich unter dem AVV Schlüssel 19 13 zu führen.

## Kleinmengenregelung

Unter Kleinmengen werden Anlieferungen < 2 t von privaten Haushalten und Handwerksbetrieben verstanden.

Eine Annahme von Abfällen mit Abfallschlüsseln nach § 8 Abs. 8 DepV kann nach visueller und organoleptischer Kontrolle mit unbedenklichem Befund und unter Angabe der Herkunft (entspricht gC) erfolgen.

Werden verschiedene Kleinmengen aus unterschiedlichen Baumaßnahmen zusammengeführt, so hat bei Verzicht auf analytische Untersuchung, jede einzelne Charge die Voraussetzungen des § 8 Abs. 8 DepV zu erfüllen.

## Anlagen

- Anlage 1: Anforderungen an den Standort, die geologische Barriere, und das Oberflächenabdichtungssystem von Deponien der Klasse 0 (Anhang 1 DepV)
- Anlage 2: Standortkriterien – Naturschutzfachliche Belange
- Anlage 3: Richtwerte Eluat und Gesamtstoffgehalt
- Anlage 4: Vorsorgewerte Grundwasser – Basisparameter
- Anlage 5: Vorsorgewerte Grundwasser - Leitparameter

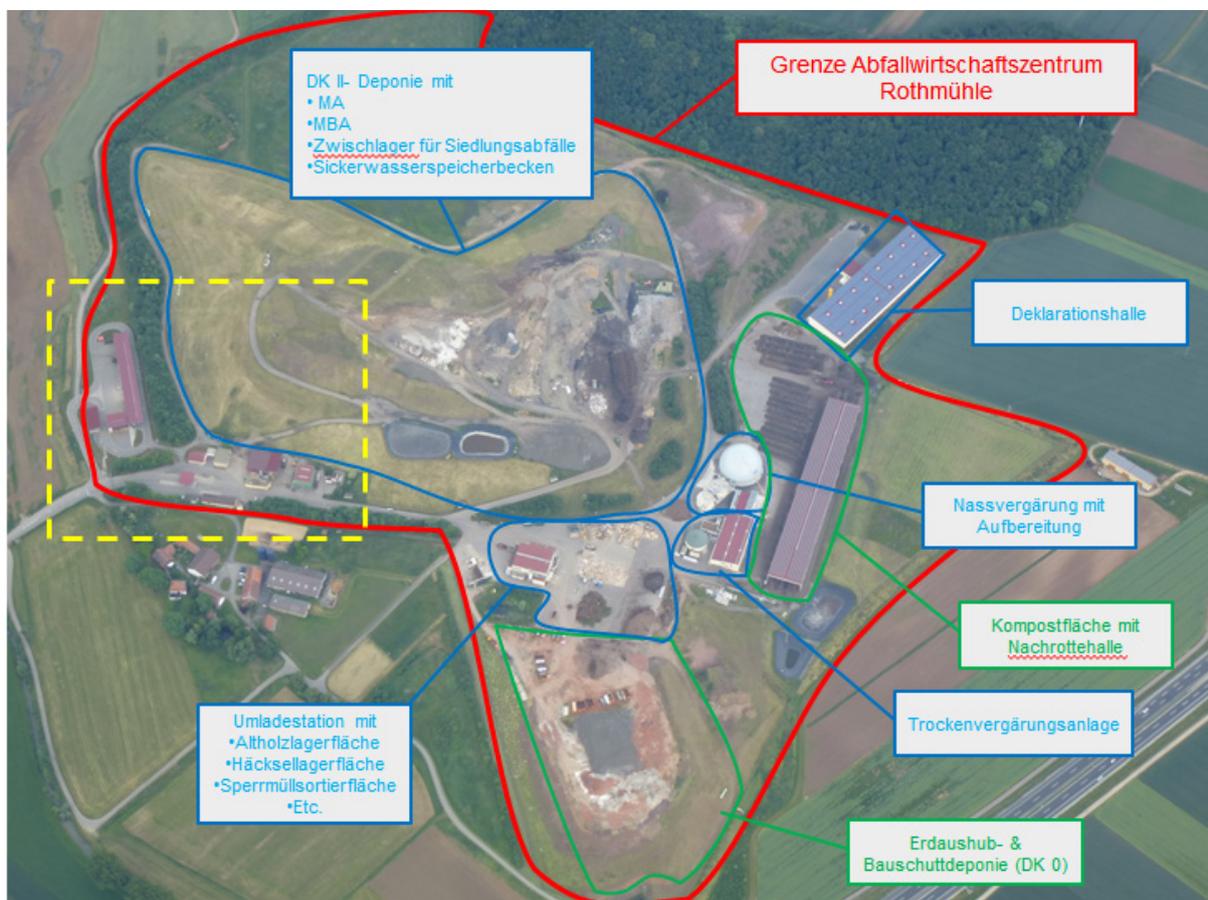
# Deponie für Inertabfälle (DK0) am AWZ Rothmühle

## Errichtung, Betrieb, Erfahrungen

Stephan Orzol, Landkreis Schweinfurt

### Einbindung der DK0-Deponie ins Abfallwirtschaftszentrum Rothmühle

#### Übersicht AWZ Rothmühle



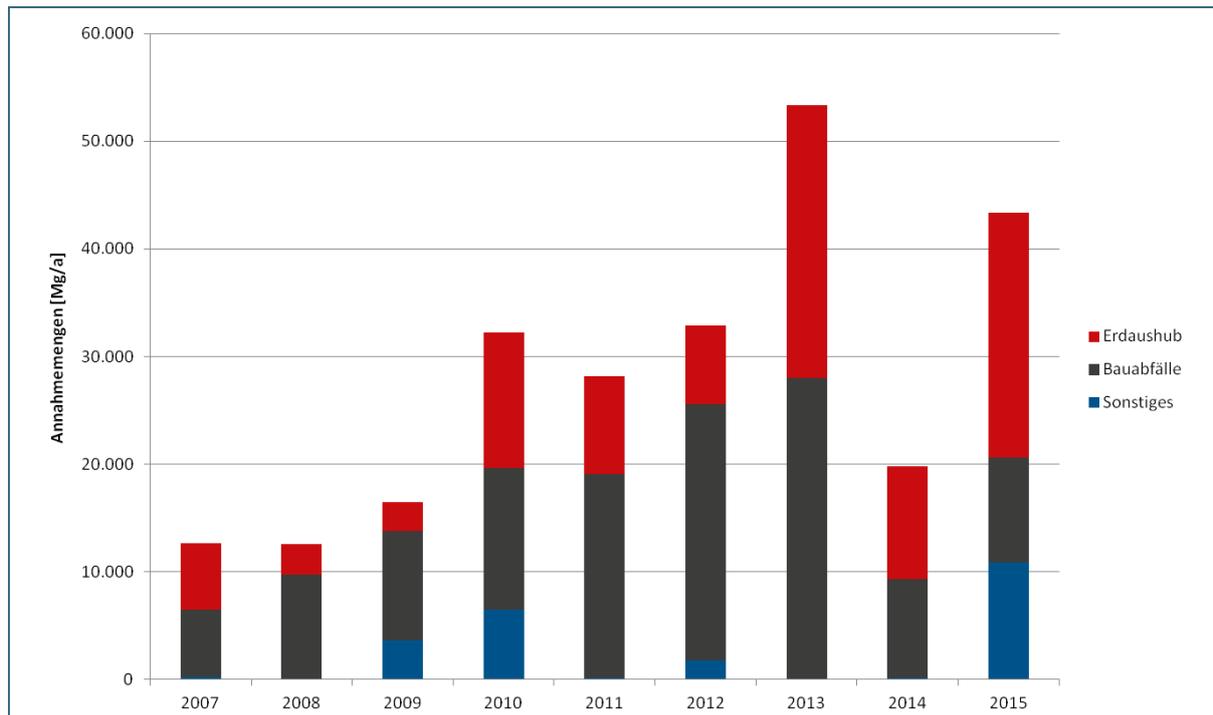
## Übersicht AWZ Rothmühle



## Motivation

- Der Landkreis Schweinfurt ist als entsorgungspflichtige Gebietskörperschaft u. a. zuständig für die Entsorgung von Erdaushub und Bauschutt von Privathaushalten und für die Beseitigung von nicht verwertbarem Erdaushub und Bauschutt aus dem sonstigen Herkunftsbereich, wenn er mit den in den Haushalten üblichen Mengen entsorgt werden kann. Die Entsorgungspflicht ist durch unsere Abfallwirtschaftssatzung nicht ausgeschlossen und kann auch nicht ausgeschlossen werden.
- Der Landkreis Schweinfurt ist sehr ländlich geprägt und im Zuge des demografischen Wandel ist eine Verweisung der Ortskerne zu verzeichnen. Um eine Vitalisierung und somit die Erhaltung lebendiger Ortskerne gewährleisten zu können, ist auch in Zukunft eine günstige Entsorgung von nicht verwertbarem Bauschutt unerlässlich.
- Aufgrund der gestiegenen Anlieferungsmenge betrug die Restverfülldauer der Bauschuttdeponie lediglich 1 - 2 Jahre. Um den Bürgern des Landkreises auch weiterhin eine einfache und kostengünstige Entsorgungsmöglichkeit anbieten zu können, war eine Erweiterung der Inertdeponie zwingend notwendig.

## Anlieferungsmengen an die Deponie für Inertabfälle



## Errichtung

### Eckdaten zur bestehenden DK 0-Deponie

#### Genehmigungssituation

- Erstgenehmigung vom 26.03.1996 mit ca. 110.000 m<sup>3</sup> Verfüllvolumen mit 236 m ü. NN
- Überplanung mit Bescheid vom 31.07.2002: Erhöhung des Verfüllvolumens auf ca. 190.000 m<sup>3</sup> durch Bodenabtrag (ca. 7 m in Tiefe)
- Bescheid vom 08.07.2005 zur Umsetzung der Deponieverordnung

#### Verfüllsituation

- Gemäß Vermessung (Dezember 2013):
  - Ca. 150.000 m<sup>3</sup> bereits verfüllt
  - Ca. 40.000 m<sup>3</sup> noch zu verfüllendes Volumen

## Variantenprüfung der Erweiterung

### Variante 1 kleine Lösung:

Erweiterung der DK 0 bis zur vorhandenen Grundstücksgrenze sowie Überhöhung des Verfüllvolumens bis auf 247 m über NN mit steileren Böschungen. Verfüllvolumen: 175.000 m<sup>3</sup> (evtl. Steigerung um 20.000 m<sup>3</sup> wenn vorhandener Boden abgegraben wird)

### Variante 2 a

Erweiterung nahe Vergärung

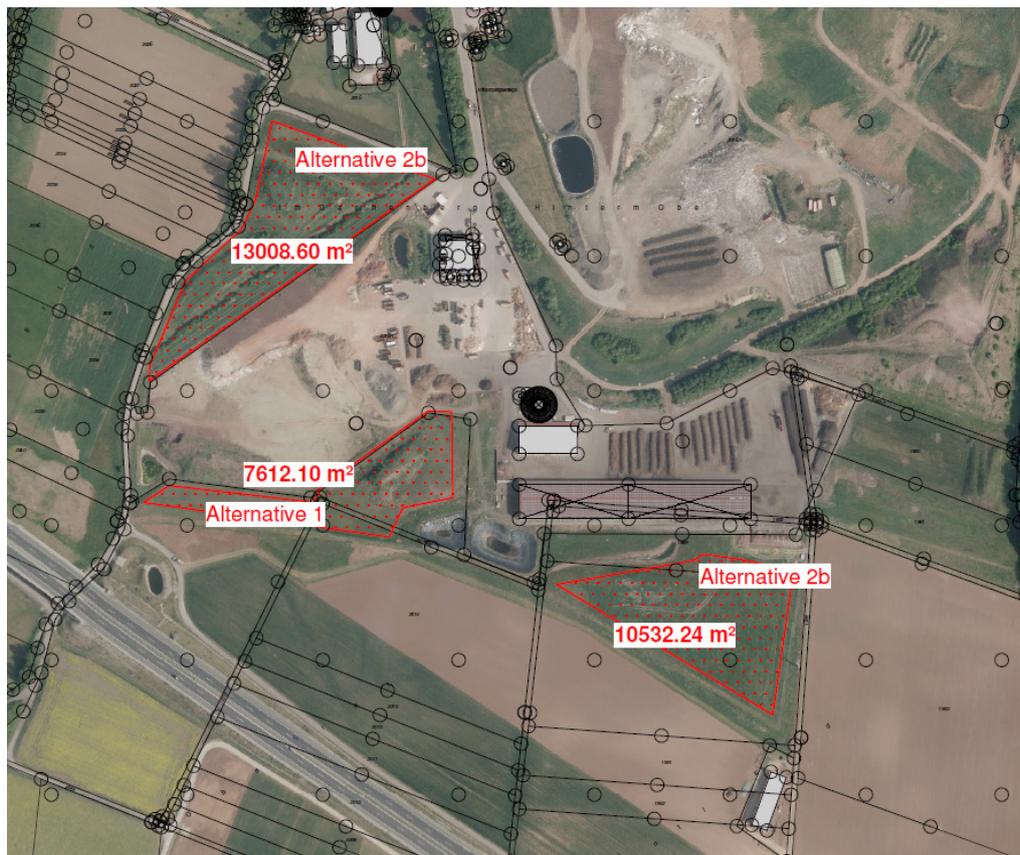
Zufahrt schwierig, geringe Menge ablagerbar, Fläche für andere Zwecke verwendbar, Sichtschutz  
Vergärung

### Variante 2 b

Erweiterung Richtung Nord-West

Verlegung Erdgasleitung notwendig, vorhandene Eingrünung muss ersetzt werden

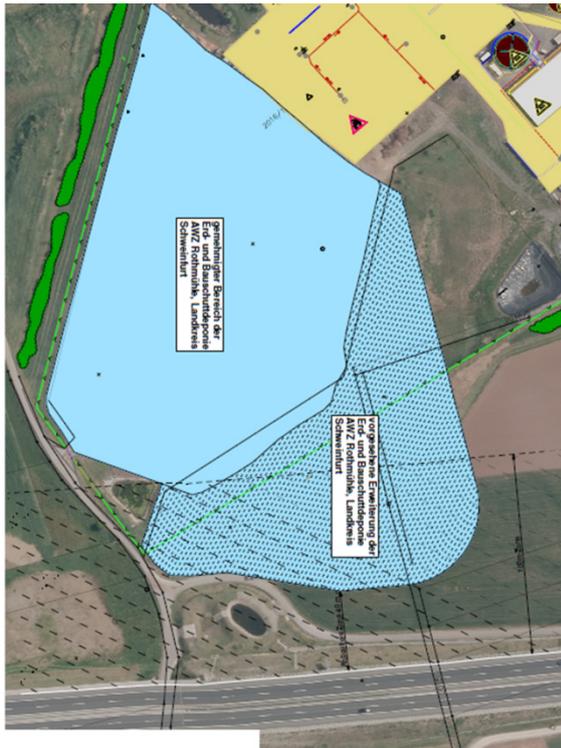
Fläche an Nachbar verpachtet



### Endgültige Variante durch kurzfristigen Flächenzukauf

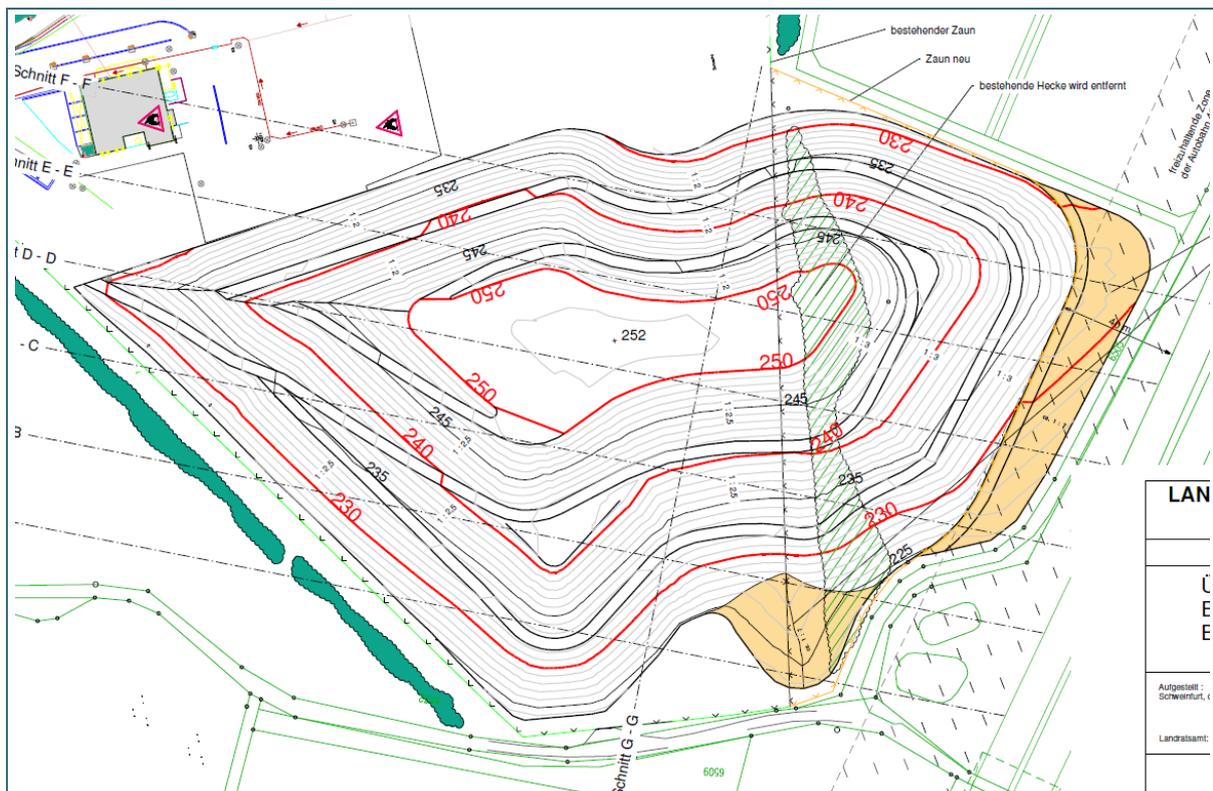
Sinnvollste Erweiterung der Deponie für Inertabfälle in Richtung der Autobahn A71

- wg. Anbau an die bestehende Deponie kann mit relativ wenig zusätzlicher Grundfläche relativ viel zusätzliches Ablagerungsvolumen geschaffen werden (d. h. relativ kleiner Eingriff)
- sehr gute geologische Voraussetzung
- gleichzeitig sehr schlechte landwirtschaftliche Böden



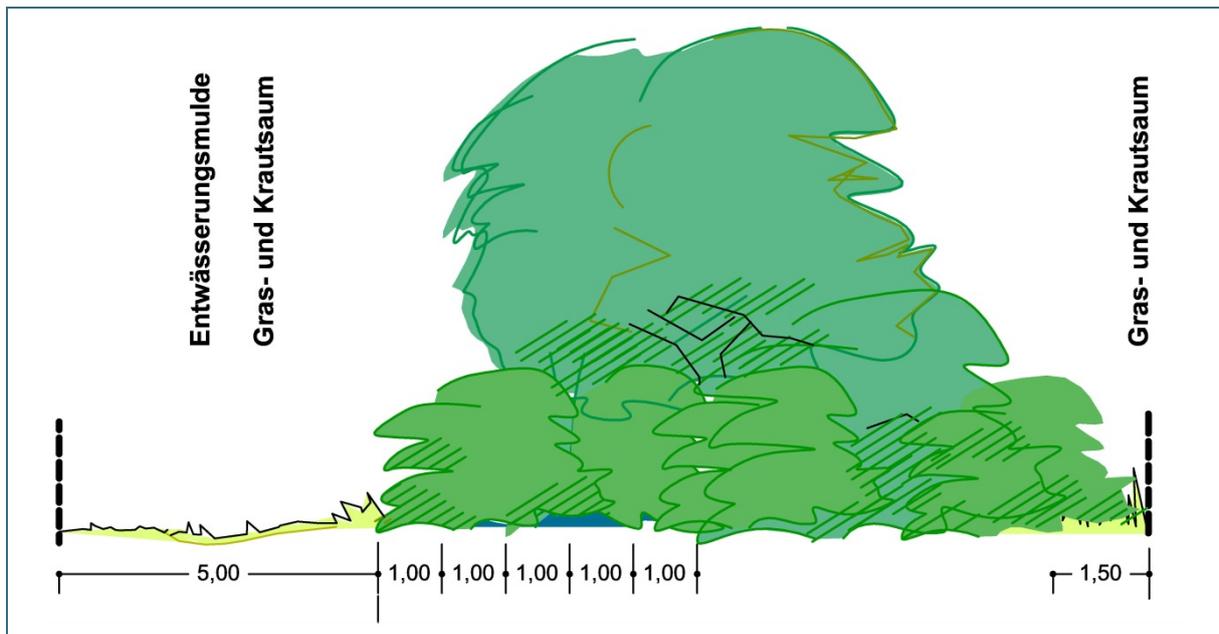
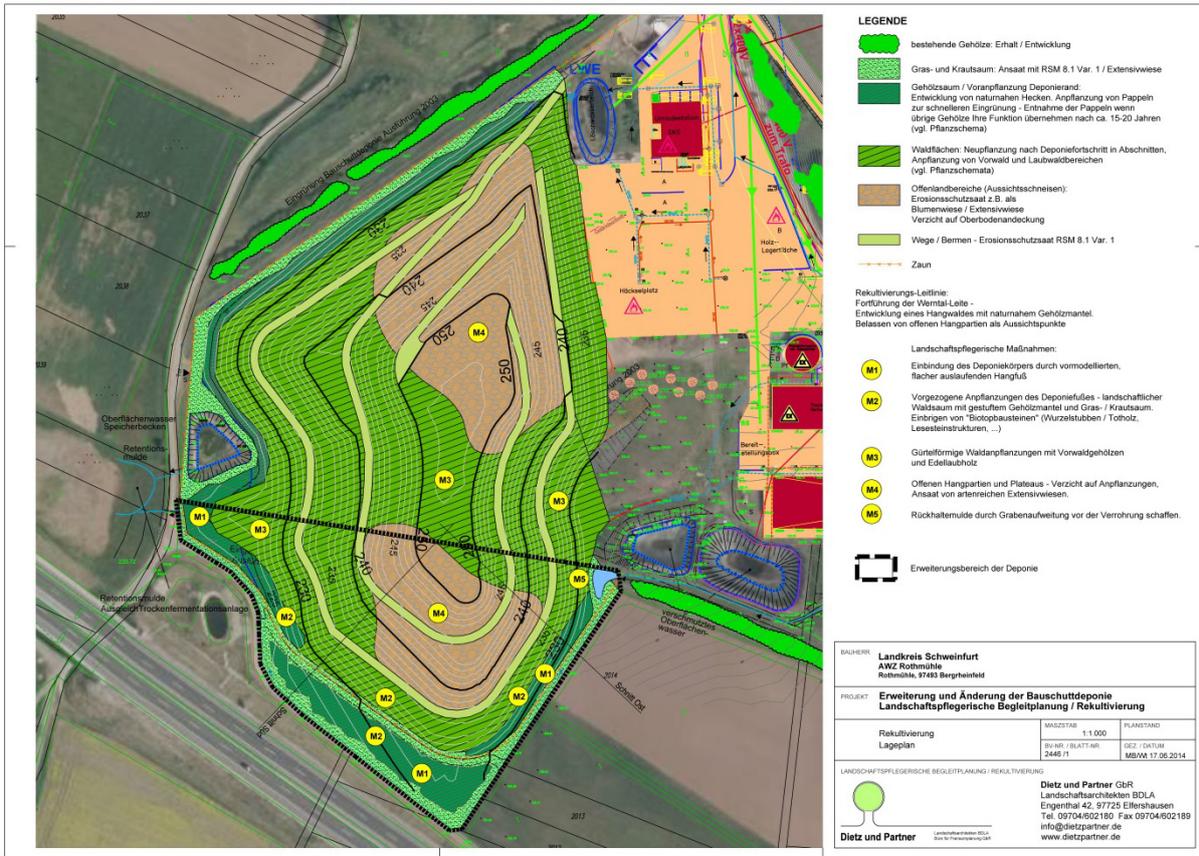
### Technische Planung – Profilierung

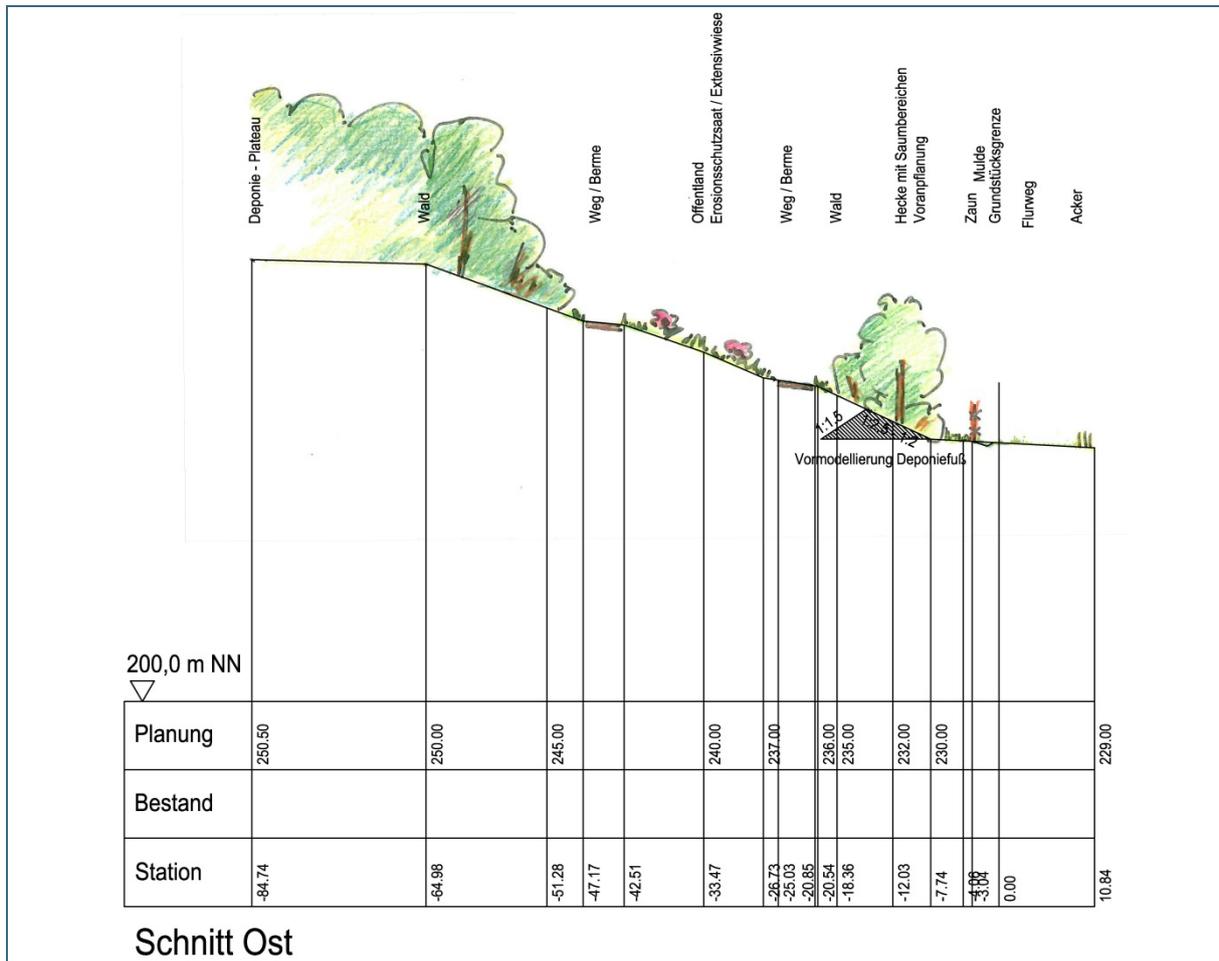
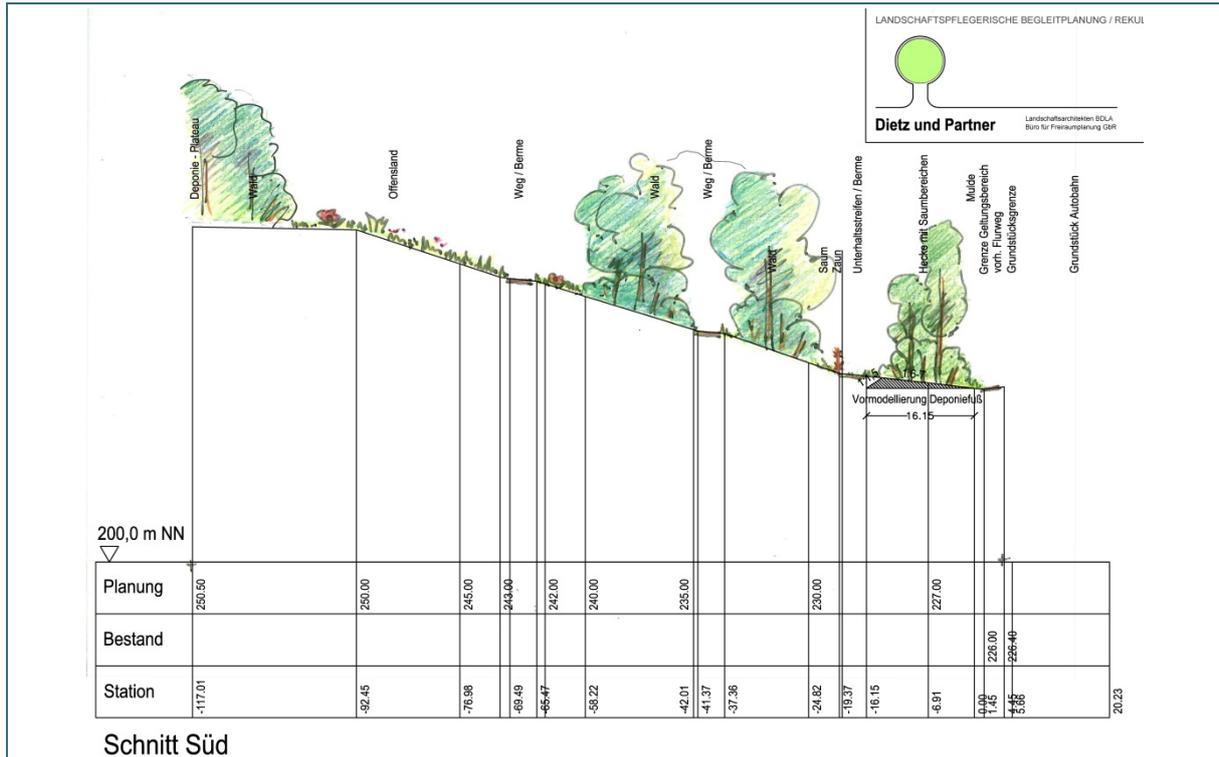
- Erhöhung des bestehenden Ablagerungsvolumen um 390.000 m<sup>3</sup> auf 552.000 m<sup>3</sup>
- Endhöhe der Deponie ca. 252 m über N.N.
- Neigungen der Deponieböschungen ca. 1:2 bis 1:6, gegliedert durch Bermen





# Technische Planung – Landschaftspflegerische Begleitplanung Rekultivierung





## Impressionen – Aus dem Bau



## Betrieb

### Annahme von Erdhaushub und Bauschutt am Wertstoffhof



## Annahme von Erdhaushub und Bauschutt am AWZ Rothmühle



## Erfahrung

- Abfallerzeuger nutzen immer den einfachsten und günstigsten Entsorgungsweg.
- Was ist verwertbarer Bauschutt?? Aufgrund der örtlichen Nähe von vielen Steinbrüchen und Kiesgruben werden schon kleinste Verunreinigungen bzw. Materialgemische als nicht verwertbar angesehen.
- Aufgrund der historischen Bausubstanz (Fachwerkhäuser) fällt sehr häufig ein Lehm/Stroh-Gemisch an. Eine günstige Entsorgung gestaltet sich hier schwierig.
- Unsicherheit des Waagen- und Wertstoffhofpersonals bzgl. der wahren Schadstoffgehalte. Die meisten Schadstoffe kann man weder riechen noch sehen. → Erstellung eines herkunftsbezogenen Schadstoffregisters wäre wünschenswert.

## Gründung eines Deponiebetreiber-Netzwerks in Bayern Deponien in Bayern – auch künftig eine Herausforderung

**Laura Jantz, iDetec, Kompetenzzentrum für innovative Deponietechnik**

Seit 2005 dürfen in Deutschland keine unbehandelten Siedlungsabfälle mehr deponiert werden. Dennoch bleiben Deponien ein unverzichtbarer Bestandteil der Abfallwirtschaft, da aufgrund mangelnder Verwertungsmöglichkeiten immer noch diverse Abfallarten deponiert werden müssen.

Im Zuge des Deponieverbotes wurden deutschlandweit mehr als 100.000 Altdeponien und Altablagerungen stillgelegt, die z. T. sanierungsbedürftig sind und überwacht werden müssen. Für die Ablagerung mineralischer Abfälle stehen in Bayern derzeit circa 250 Deponiestandorte der Klasse 0 zur Verfügung. Zudem befinden sich in Bayern insgesamt 33 Standorte der Deponieklassen I und II in der Ablagerungsphase. An einem Standort können gefährliche Sonderabfälle entsorgt werden. Untertagedeponien werden in Bayern nicht betrieben.

Die Deponiebetreiber stehen heute und künftig vor vielfältigen Herausforderungen. Es gilt, alte Deponien zu sanieren oder modernisieren, neue Verordnungen und Richtlinien beim Betrieb umzusetzen und Entscheidungen zu Stilllegung und Folgenutzungskonzepten zu treffen. Zusätzlich wird die geplante Mantelverordnung den Ausbau nicht genutzter Deponiekapazitäten notwendig machen, was zum einen mit Investitionen, zum anderen mit gesellschaftlichen Konflikten einhergehen wird. Daraus resultiert ein steigender Bedarf an Information, Austausch und Beratung.

### Offene Fragestellungen: Steigender Bedarf an Vernetzung

In zahlreichen Bundesländern wie etwa Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen haben sich als Reaktion auf diese Fragestellungen zwischenzeitlich große Deponie-Arbeitskreise herausgebildet, die auf die Vernetzung der Deponiebetreiber abzielen. Vor allem das Netzwerk in NRW erfährt mittlerweile einen solchen Zulauf, dass es sich in „InwesD – Interessengemeinschaft Deutsche Deponiebetreiber“ umbenannt hat. Auch die Betreiber aus Bayern nutzen z. T. die Angebote anderer Bundesländer, da es in Bayern nur wenig Hilfestellung zum heutigen Tag gibt.

So ist von den ursprünglich sechs bayerischen Deponienachbarschaften aktuell nur noch jene in Ostbayern aktiv. Sie zielt zum einen darauf ab, den Austausch der Deponieleiter zu intensivieren, zum anderen das auf den Deponien tätige Personal zu schulen und Nachbarschaftshilfe zu leisten. In anderen Regionen fehlt ein solches Angebot.

Vom Umweltcluster-Netzwerk „iDetec – Kompetenzzentrum für innovative Deponietechnik“ organisierte Workshops für Deponiebetreiber sowie weitere Gespräche sowohl mit Betreibern als auch mit Mitarbeitern des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) haben gezeigt, dass auch in Bayern ein großes Interesse an einer Vernetzung gegeben ist. Der Umweltcluster Bayern kann mit einem entsprechenden Angebot die bestehende Lücke füllen.

### Die Lösung: Ein Betreiber-Netzwerk unter dem Dach des Umweltclusters Bayern

Der Umweltcluster Bayern ist das Netzwerk der bayerischen Umweltwirtschaft, Wissenschaft, Kommunen und kommunalen Betriebe. Neben dem Thema Abfallwirtschaft widmet sich der Umweltcluster den Themen Wasser & Abwasser, Luftreinhaltung, Bodenschutz und Energie aus Reststoffen. Das Thema Abfallwirtschaft ist ein Schwerpunkt der Arbeit des Clusters.

Mit dem beim Umweltcluster Bayern angesiedelten „iDetec – Kompetenzzentrum für innovative Deponietechnik“ besteht bereits ein bayerisches Netzwerk, das verschiedene Akteure und Aktivitäten im Deponiebereich bündelt. Die Mitglieder sind Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie das LfU. Hauptzielsetzung von iDetec ist die Entwicklung innovativer Projekte und Dienstleistungen rund um die Deponie. Dazu zählen auch Deponiechecks und Workshops, die als Beratungsangebote für Deponiebetreiber konzipiert sind.

Gemeinsam mit den anwesenden Deponiebetreibern wurde beim Workshop im Juli 2016 die konkrete Ausgestaltung eines bayerischen Netzwerks diskutiert. Zielsetzung ist der Informationsaustausch der Betreiber untereinander sowie die Beratung zu deponierelevanten Themen. Träger des Betreibernetzwerks wird der Umweltcluster Bayern sein, die inhaltliche Betreuung des Netzwerks wird durch iDetec übernommen. Das neue Netzwerk soll in Ergänzung zu und in Absprache mit der bestehenden Deponienachbarschaft etabliert werden, um Überschneidungen im Angebot zu vermeiden und auf dem bestehenden Know-How aufzubauen. Zudem wird man sich mit den Arbeitskreisen anderer Bundesländer sowie mit den Branchenverbänden austauschen.

Das Betreibernetzwerk soll im Wesentlichen folgende Aufgaben übernehmen:

Aufgabe	Umsetzung
Plattform für den Austausch der Betreiber untereinander	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Austausch über Best Practices und Fragestellungen rund um die Deponie (Richtlinien, Technologien, Konzepte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Betreiber-Treffen pro Jahr bei einer Mitgliedsdeponie (reihum)</li> <li>Erstellung von Profilen der Mitgliedsdeponien, die dem Netzwerk zur Verfügung gestellt werden</li> </ul>
Kommunikation zwischen Deponiebetreibern und Genehmigungs- wie auch Überwachungsbehörden und Ministerien	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herantragen von Informationen zu neuen Richtlinien, Verordnungen, Merkblättern etc. an die Deponiebetreiber</li> <li>gebündelte Weitergabe von Feedback der Betreiber an die Behörden/Ministerien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Betreiber-Workshop pro Jahr, zu dem alle relevanten Akteure eingeladen werden und bei dem die Themen aus den Betreiber-Treffen diskutiert werden</li> <li>Zusammenarbeit mit Verbänden</li> </ul>
Beratung zu deponierelevanten Themen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>fachliche Beratung zu anstehenden Maßnahmen oder Alternativen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>durch Deponiechecks (iDetec)</li> <li>durch Kontaktvermittlung zu Experten</li> </ul>

Noch in 2016 wird der Umweltcluster mit konkreten Netzwerk-Aktivitäten beginnen, damit zum 01.01.2017 das Fundament für einen erfolgreichen Start gelegt ist.

Interessierte Betreiber können sich ab sofort beim Umweltcluster Bayern melden:

iDetec – Kompetenzzentrum für innovative Deponietechnik  
c/o Trägerverein Umwelttechnologie-Cluster Bayern e.V.  
Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg

Ansprechpartnerin: Laura Jantz  
Tel. +49 821 455 798 – 24  
[laura.jantz@i-de-tec.net](mailto:laura.jantz@i-de-tec.net)

[www.umweltcluster.net](http://www.umweltcluster.net)  
[www.i-de-tec.net](http://www.i-de-tec.net)



## Tagungsleitung / Referenten

Dr. Wolfgang Güntner  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Dienststelle Hof  
Hans-Högn-Str. 12  
95030 Hof  
Tel.: 09281 1800-4660  
E-Mail: [Wolfgang.Guentner@lfu.bayern.de](mailto:Wolfgang.Guentner@lfu.bayern.de)

Andreas Schweizer  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-5358  
E-Mail: [Andreas.Schweizer@lfu.bayern.de](mailto:Andreas.Schweizer@lfu.bayern.de)

---

Dr.-Ing. Kai-Uwe Heyer  
IFAS - Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Prof.  
R. Stegmann und Partner  
Schellerdamm 19-21  
21079 Hamburg  
Tel.: 040 77 11 07 42-xx  
E-Mail: [Heyer@ifas-hamburg.de](mailto:Heyer@ifas-hamburg.de)

Jan-Philipp Jarmer  
Universität Augsburg – Resource Lab  
Universitätsstraße 16  
86159 Augsburg  
E-Mail: [jan-philipp.jarmer@student.uni-augsburg.de](mailto:jan-philipp.jarmer@student.uni-augsburg.de)

Laura Jantz  
iDetec – Kompetenzzentrum für innovative  
Deponietechnik  
c/o Trägerverein Umwelttechnologie-Cluster  
Bayern e.V.  
Am Mittleren Moos 48  
86167 Augsburg  
Tel.: 0821 455798-24  
E-Mail: [Laura.Jantz@i-de-tec.de](mailto:Laura.Jantz@i-de-tec.de)

Stephan Orzol  
Landratsamt Schweinfurt  
Schrammstr. 1  
97421 Schweinfurt  
Tel.: 09721 55-547  
E-Mail: [Stephan.Orzol@irasw.de](mailto:Stephan.Orzol@irasw.de)

Michael Podsadny  
Göbel Energie- und Umwelttechnik Service  
GmbH  
Fehmarnstraße 22  
24782 Büdelsdorf  
Tel.: 04331 20 100-12  
E-Mail: [Podsadny@goebel-technik.de](mailto:Podsadny@goebel-technik.de)

Petra Pöttsch  
Bayer. Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg  
Tel.: 0821 9071-5351  
E-Mail: [Petra.Poetzsch@lfu.bayern.de](mailto:Petra.Poetzsch@lfu.bayern.de)

