



# Neue VDI Richtlinien zur Messung von diffusen Deponiegasemissionen, zu Gaserfassungssystemen und Deponiebelüftung

G. Rettenberger\*, K.-U. Heyer\*\*

\*Ingenieurgruppe RUK GmbH, Auf dem Haigst 21, 70597 Stuttgart

\*\*IFAS – Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft, Prof. R. Stegmann und Partner,  
Schellendamm 19-21, D- 21079 Hamburg

- Die Richtlinienreihe **VDI 3899 besteht aktuell aus zwei Blätter:**
- **Blatt 1:** Behandlung und Verwertung von Deponiegas
- **Blatt 2:** Emissionsminderung – Deponiegas- Systeme zur Deponiegaserfassung und Belüftung
- VDI 3899 Blatt 2 ist im Entwurf erstellt, Einspruchsfrist ist abgeschlossen, Behandlung der Einsprüche in Kürze, mit einem Weißdruck ist in Kürze zu rechnen
- **Vom Gesetzgeber als nachgeordnete „Normsetzung“ gefördert.**

- VDI 3790 Blatt 2: Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Deponien vom Juni 2017
- VDI 3860 Blatt 1: Messen von Deponiegasen-Grundlagen
- VDI 3860 Blatt 2: Messungen im Gaserfassungssystem
- VDI 3860 Blatt 3: Messungen von Methan an der Deponieoberfläche
- VDI 3860 Blatt 4: Messungen im Untergrund
- Die beiden neueren VDI Richtlinien, also VDI 3790 Blatt 2 (VDI 2017) und VDI 3899 Blatt 2 Entwurf (VDI 2019) seien im Folgenden beschrieben, da sie gerade für die aktuelle praktische Anwendung eine hohe Relevanz bekommen können.

- **Warum** kann/muss dieses Thema den Praktiker interessieren?
- Es geht um eine Reihe von **praktischen Fragen**:
  - **Wie groß sind die Emissionen** (Emissionsvolumenstrom,-massenstrom), der von einer konkreten Deponie ausgeht bezüglich: **Deponiegas, Staub und Geruch** aus diffusen Quellen?
  - Also: wie groß ist die Gesamtemission für **Prognosen, Betriebsüberwachungen und Nachweisen**
  - **Wie kann er ermittelt**, also berechnet oder gemessen werden?
- **VDI 3790 Blatt 2**: Diffuse Emissionen von Deponien wurde im Dezember 2000 im Weißdruck veröffentlicht, wurde überarbeitet und im Juni **2017 erneut veröffentlicht**.

## 2. VDI 3790 Blatt 2 Einführung

- In der VDI 3790 Blatt 2 standen bislang die **Geruchsemissionen** im Vordergrund, daher wurde eine Überarbeitung notwendig, da neuere Gesichtspunkte zu berücksichtigen waren:
- Deponiegas: Wurden bislang mit den Modellen **erfassbare Gasvolumenströme** ermittelt, so steht jetzt, nicht zuletzt infolge der internationalen Modelle unter IPCC die **Ermittlung der Emissionen** im Mittelpunkt. Ggf. Anpassung der bislang benutzten Gasprognosemodelle notwendig.
- **Ermittlung der Emissionen**: In der Vergangenheit wurden Emissionsmessungen überwiegend als Kontrollmessungen hinsichtlich der Funktion der Entgasung eingesetzt. In die VDI 3790-2 wurden jetzt auch Verfahren aufgenommen, die für eine **messtechnische Überwachung** herangezogen werden können.

- **Stäube:** Da die Deponien derzeit und auch zukünftig überwiegend inerte Abfälle zur Deponierung angeliefert bekommen werden, was dazu führen wird, dass **DK I Deponien** eine zunehmende Rolle spielen werden, werden damit zwangsläufig Staubemissionen verstärkt in den Blickpunkt des Interesses kommen.
- **Geruchsemissionen: Keine** Angaben mehr von **Emissionsfaktoren** für verschiedene Fälle
- **Nach wie vor gültig ist, dass die Quellstärke von Emissionen sowohl direkt oder indirekt gemessen oder berechnet werden können. Bislang war dies allerdings nicht für alle Emissionen direkt oder indirekt möglich.**
- **Richtlinie beschreibt Deponiegas Entstehung, Auftreten und Langzeitverhalten.**

- Zunächst werden in der VDI 3790 **allgemeine Beschreibungen** von Deponien als diffuse Quellen gegeben, dann werden **Erläuterungen** zu Quellstärken der Emissionen und Einflussgrößen gemacht.
- Von Bedeutung ist die Ermittlung von Quellstärke und Emissionsfaktoren. Diese können nach der VDI 3790 Blatt 2 sowohl durch direkte und indirekte Messungen als auch durch Berechnung bestimmt werden. Diesen klaren Hinweis hat es bislang nicht gegeben.
- Ausführlich wird auf die Zusammensetzung und die Eigenschaften von **Deponiegas eingegangen**, einschließlich der Ursachen und Einflussfaktoren auf die Gasbildung. Dabei wird insbesondere auch die **Deponiegasbildung im Zeitverlauf** beschrieben (neun Phasen: aeroben Phase, die stabile Methanphase, Langzeitphase, Methanoxidationsphase bis zur Luftphase ).

## 2. VDI 3790 Blatt 2 Deponiegaspotenzial

- Die Berechnung der Emissionen basiert auf dem Deponiegasbildungspotenzial (in  $\text{m}^3/\text{Mg FM}$  => Achtung: unterschiedlicher Bezug Feuchtmasse (FM) oder Trockenmasse (TM)).
- Bestimmung mittels Faulversuchen oder Gasbildung in 21 Tagen (und Kompensation Kurzzeiteffekt). Außerdem bei  $AT_4 > 10 \text{ kg/Mg TM}$  folgender empirischer Zusammenhang:

$$C_{ab} = 3,75 \cdot AT_4 - c$$

mit:

c: Konstante mit dem empirischen Wert  $7,5 \text{ kg/Mg TM}$

$C_{ab}$ : abbaubarer Kohlenstoff in  $\text{kg/Mg TM}$

$AT_4$ : Atmungsaktivität in 4 Tagen in  $\text{kg/Mg TM}$

- Bei  $AT_4 = 50 \text{ kg/Mg TM}$  errechnet sich ein Deponiegaspotenzial von  $219 \text{ m}^3/\text{Mg FM}$  bei WG von 35 %.



## 2. VDI 3790 Blatt 2 Deponiegasprognose

- Die Deponiegasemissionsmodelle basieren alle auf dem **Abbaugesetz 1. Ordnung**, das zu nachstehenden Exponentialgleichungen führt:

$$G_t = G_e \cdot ((1 - e^{-kt}) \text{ bzw. } G_{td} = G_e \cdot k \cdot e^{-kt}$$

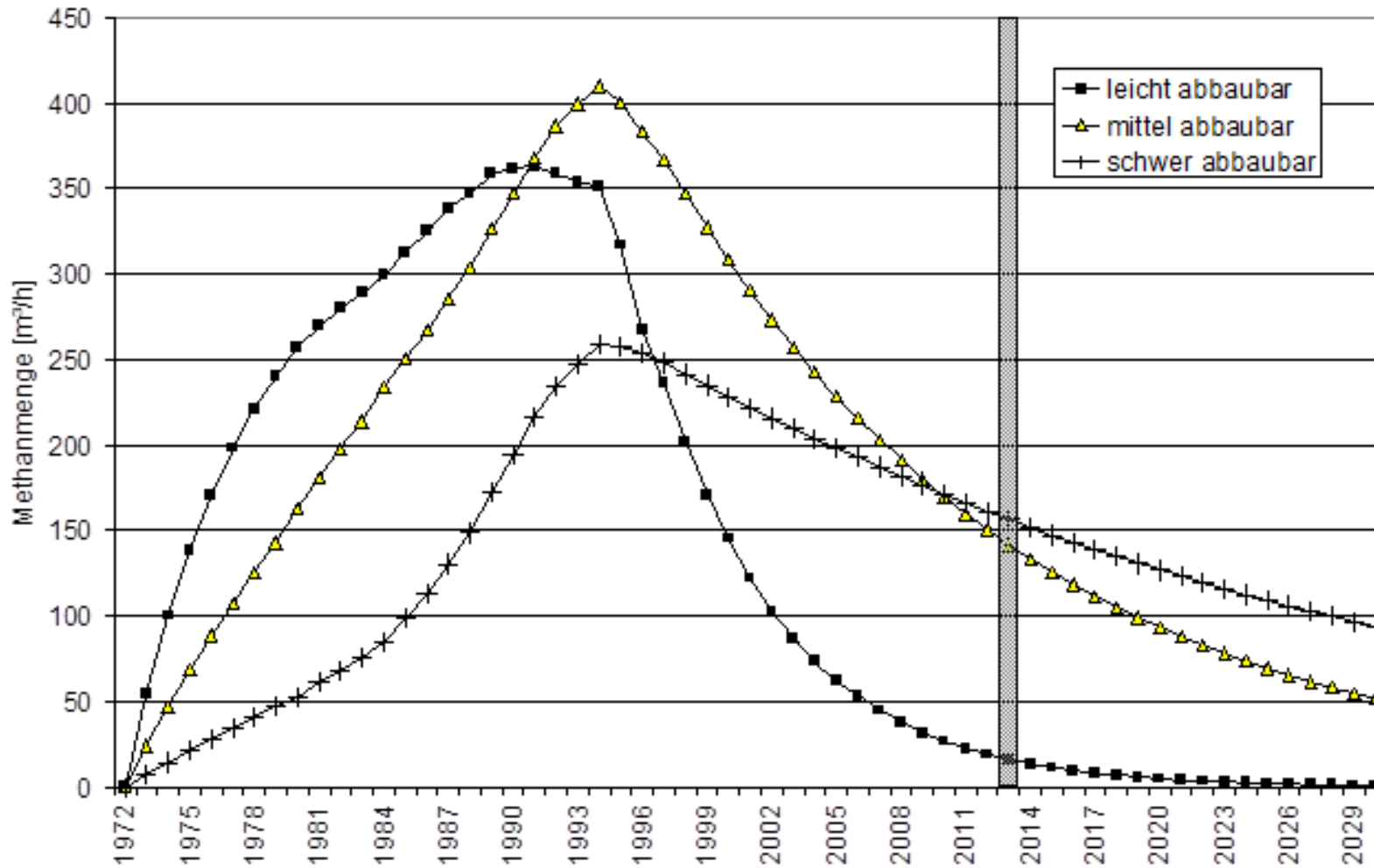
mit:

- $G_t$ : bis zur Zeit  $t$  gebildetes spezifisches Deponiegasvolumen in  $\text{m}^3/\text{Mg FM}$
- $G_e$ : in langen Zeiträumen bildbares spezifisches Gasvolumen in  $\text{m}^3/\text{Mg FM}$
- $k$ : Abbaukonstante in  $1/a$
- $t$ : Zeit nach Ablagerung in  $a$
- $G_{td}$ : im Jahr insgesamt gebildetes durchschnittliche Gasvolumen in  $\text{m}^3/\text{Mg FM}$

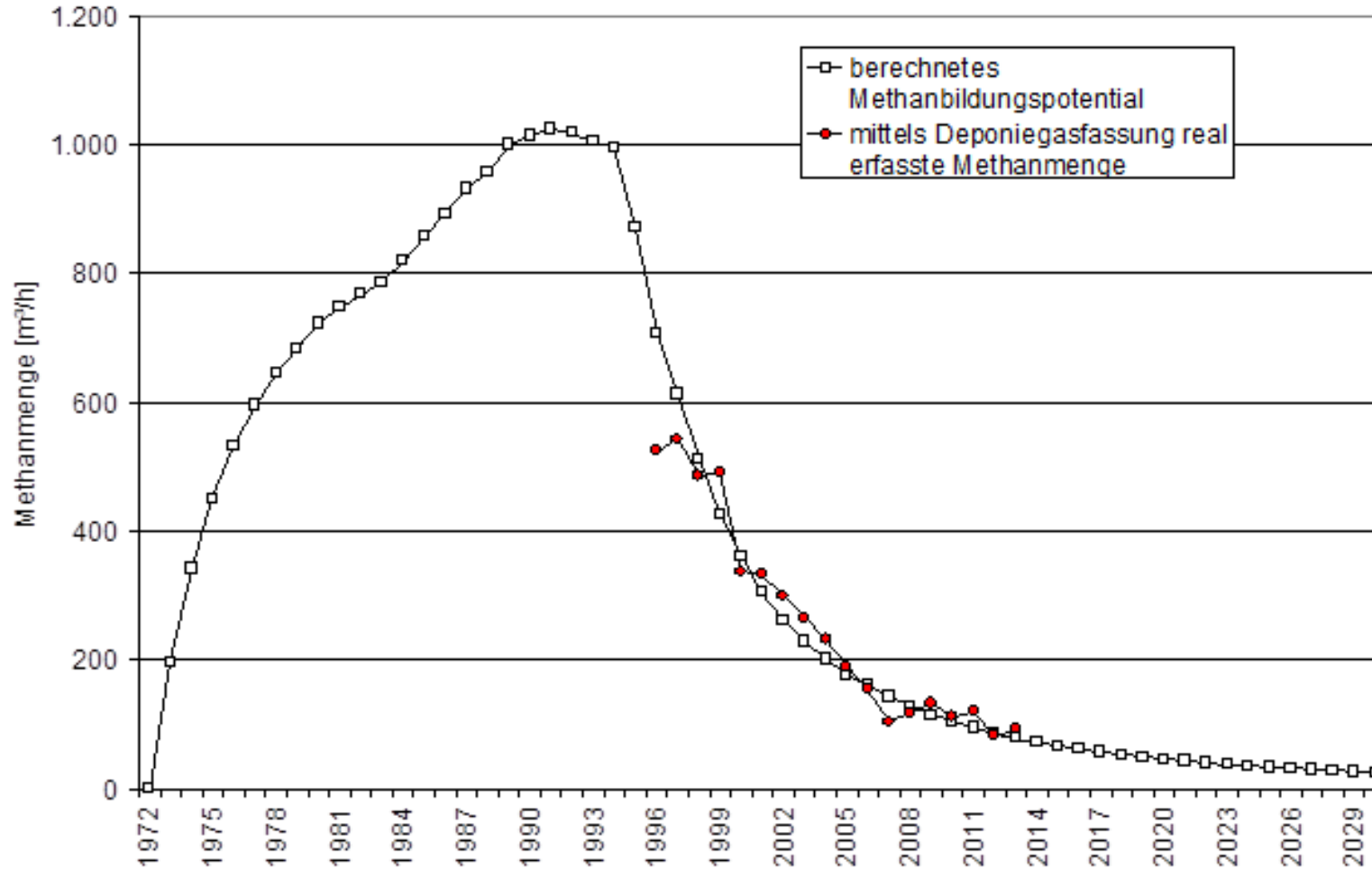
Die Abbaukonstante lässt sich aus der Halbwertszeit mit  $k = -\ln(0,5)/t_{1/2}$  unmittelbar berechnen.

- Auf diesem Modellansatz basieren die in der VDI Richtlinie 3790 Blatt 2 beschriebenen Modelle, nämlich das Tabasaran-Rettenberger-Modell, das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate change) Waste Modell und das Modell für die Berechnung gemäß PRTR Meldepflicht.
- Bei dem Tabasaran-Rettenberger Modell müssen zum oben beschriebenen Modell zusätzlich drei (Korrektur-)Faktoren berücksichtigt werden. Die Halbwertszeiten werden im Bereich 4 bis 6 Jahren vorgeschlagen. Ansatz Tabasaran/Rettenberger u.a.
- $$G_t = 1.868 \cdot C_{ab} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot k \cdot e^{-kt}$$
- $G_t$ : Gasentwicklung bis zum Jahr t des Abfalls aus dem Jahr 1 in  $m^3$
- $f_1$ : Korrekturfaktor für den Kohlenstoffverlust
- $f_2$ : Korrekturfaktor für eine verminderte Gasausbeute
- $f_3$ : Faktor zur Berücksichtigung der Assimilation

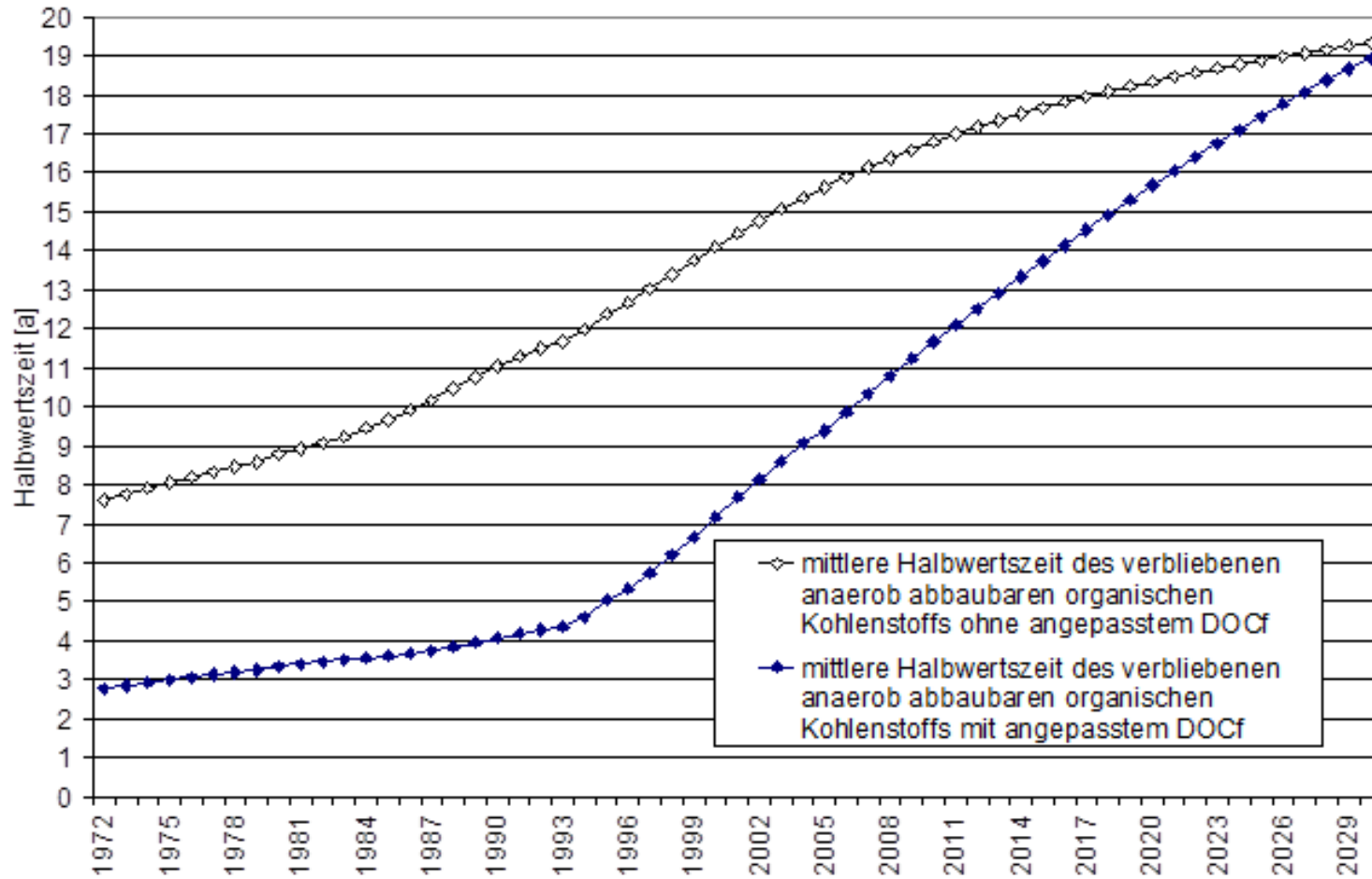
# 2. VDI 3790 Blatt 2 Multiphasenmodell



## 2. VDI 3790 Blatt 2 Modelle Anwendung



## 2. VDI 3790 Blatt 2 variable Halbwertszeit



- Ausführlich geht die VDI 3790 Blatt 2 auf die **Messung der Emissionen ein**. Bei Berücksichtigung technischer Einflüsse, der Witterung sowie möglicher zeitlicher und räumlicher Variabilität können **direkte und indirekte Messungen verwandt werden**.
- Bei den direkten Messungen werden Messungen mit dem **Saugglockenverfahren** (siehe VDI 3860 Blatt 3) und **Haubenmessungen** beschrieben (siehe auch VDI 4285 Blatt 1). Bei beiden Messverfahren ist eine **Feststellung der Gesamtemissionen nicht möglich**. Lediglich punktuelle Beurteilungen der Gasemissionen sind mit den Verfahren möglich.
- Als eine weitere Methode werden **Absaugversuche** ausführlich erläutert. Sie eignen sich, um die konkrete Gasbildungsrate an einer Deponie zu bestimmen, sofern die Absaugung unter definierten Bedingungen durchgeführt wird.

- Zur Quantifizierung der Emissionen der gesamten Deponie stehen verschiedene **indirekte Verfahren** zur Verfügung (siehe auch VDI 4285). Als indirekte Methode werden Messungen in einem gewissen Abstand zur Quelle (Deponie) bezeichnet, bei denen durch Messung der Immissionen auf die Quellstärke der Emission rückgeschlossen werden kann.
- Dazu ist ein von der Methode **abhängiger Mindestabstand** von der Quelle erforderlich. Der Abstand sollte allerdings klein genug sein, um einen Konzentrationsanstieg im Lee der Deponie im Vergleich zur Hintergrundkonzentration genau messen zu können.
- **Als Methoden werden dabei in der VDI die Ausbreitungsmodellierung, die Tracermethode sowie die Eddy-Kovarianz-Methode und die Massenbilanzmethode beschrieben.**

- Messung von Geruchsemissionen aus Flächenquellen:
- auch die Messung von Geruchsemissionen kann mit **direkten und indirekten** Methoden erfolgen,
- hier beschreibt die VDI Richtlinie die durchströmte **Haubenmessung** als direkte Methode bzw. die **Fahnenbegehung** (VDI 3940 Blatt 2) als indirekte Methode,
- in der VDI 3790 Blatt 2 werden nunmehr **keine Emissionsfaktoren** mehr genannt. Da in der Praxis eine relativ große Bandbreite von Werten gemessen wurde, sind konkrete Messungen unumgänglich,
- im Falle von Genehmigungsverfahren wären dann sinngemäß Werte von anderen Deponien zu übertragen.



- **Staubemissionen treten** in nennenswertem Umfang vor allem bei Deponien in der Betriebsphase für die Ablagerung von Materialien mit staubenden Eigenschaften (**Bauschutt**) auf. Sie lassen sich von diffusen Quellen relativ genau ermitteln (Quellenbewertung, Emissionsfaktoren, Ausbreitungsberechnung, Messung für bestimmte Quellsituationen (Abkippvorgänge, Fahrstrecken, Wind, Abrieb, Verschmutzungen, Abwehungen, Erosion, Anlagen). Hier kann auf **VDI 3790 Blatt 3** Bezug genommen werden.
- Ebenso ist die Staubkonzentrations- und Staubniederschlagsmessung im Umfeld von Deponien gut möglich, wenngleich diese aufwändig ist. Dies gilt auch für Feinstaub.
- Wesentlich ist, dass für die Deponiesituation genügend **Emissionsfaktoren** vorliegen, um hier eine Verallgemeinerung zu ermöglichen.

### 3. VDI 3899 Blatt 2 Einleitung

- braucht **die Fachwelt eine VDI Richtlinie zu diesem Thema** nach so vielen Jahren erfolgreicher Deponiegastechnik,
- aber es gibt keine Beschreibung des **Standes der Technik** der Deponieentgasung,
- **die Verhältnisse auf den Deponien haben sich drastisch verändert,**  
=> Schwachgas, zurückgehender Gasvolumenstrom, Aerobisierung bzw. Deponiebelüftung,
- **neue Technologien ziehen derzeit auf den Deponien ein,**
- **es sind Entscheidungen zu treffen.**

### 3. VDI 3899 Blatt 2 Ausgangssituation

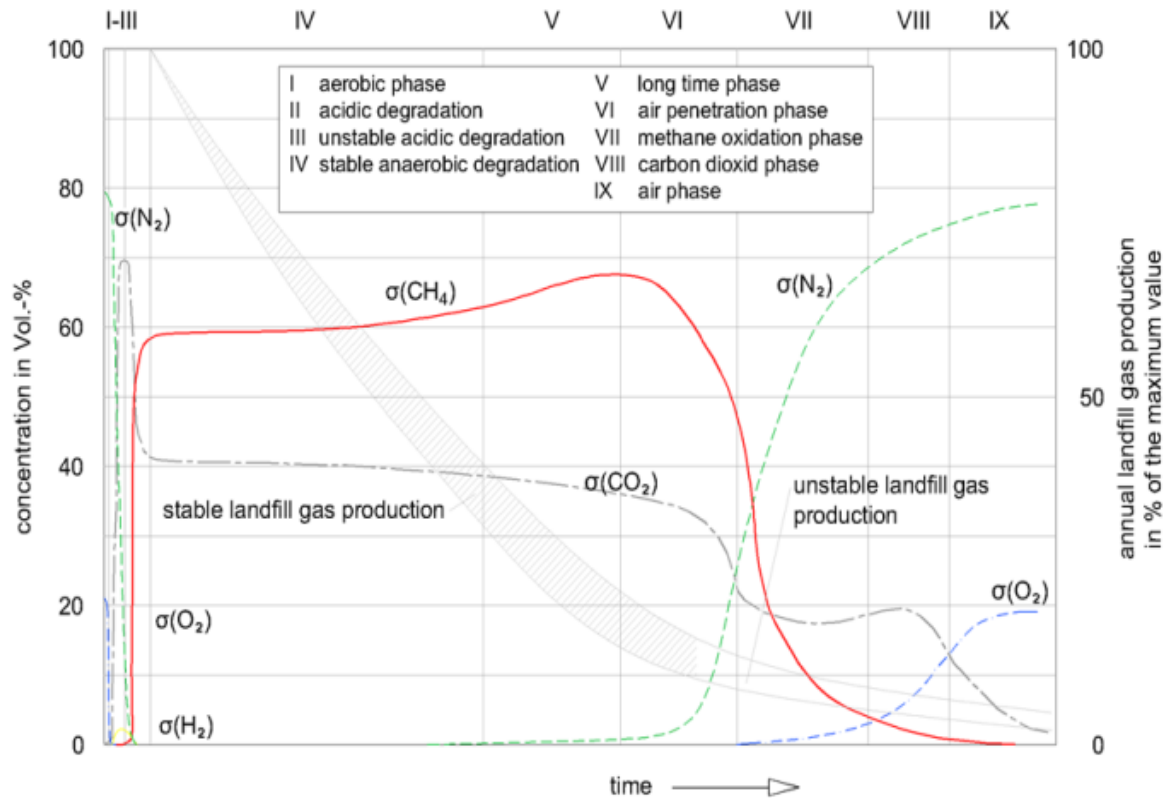
- Wie ist die Situation bezüglich des Deponiegases derzeit an Deponien und **worauf muss sich die Deponiegastechnik einstellen:**
- auf die **klassische Deponie DK II** mit noch wesentlicher Gasbildung, Deponieentgasung und Gasverwertung, Deponiebetrieb,
- auf zahlreiche Deponien, bei denen es Deponieabschnitte mit deutlich **zurückgegangener Gasbildung** gibt, aber auch solche mit noch deutlich aktiven Deponieabschnitten,
- auf Deponien, die insgesamt ein **ausgeprägtes Schwachgasauftreten** zeigen (was eigentlich ist Schwachgas und was ist dafür die Ursache?).

### 3. VDI 3899 Blatt 2 Ausgangssituation

- auf Deponien, bei denen sich eine Gasverwertung nicht mehr wirtschaftlich rechnet und bei denen eine **Stabilisierung durch Belüftung Sinn macht.**
- Deponien die sich in der Nachsorgephase befinden und nur noch eine geringe Gasbildung aufweisen und in eine **passive Entgasung** übergehen wollen,
- Deponien, die die Nachsorgephase beenden wollen,
- dabei steht nunmehr der **Klimaschutz eindeutig im Vordergrund.** Insgesamt ist an den Deponien ein eher **geringer Erfassungsgrad** vorhanden.

# 3. VDI 3899 Blatt 2 Grundlagen

- Deponiegasbildung läuft in verschiedene Phasen ab: => optimale Deponieentgasung muss daran angepasst werden:

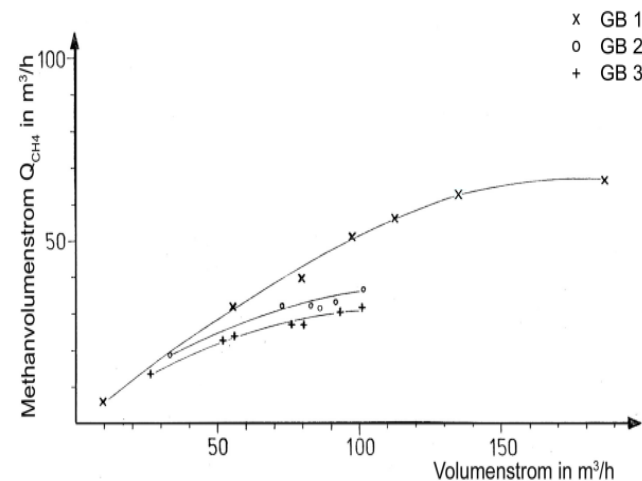
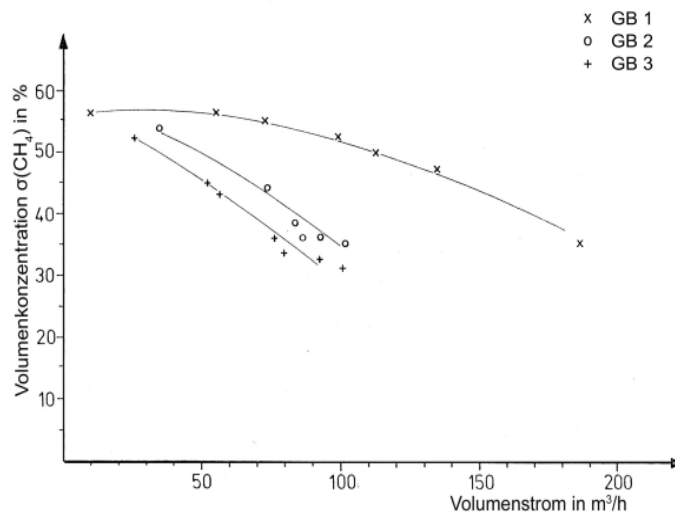


# 3. VDI 3899 Blatt 2 Grundlagen

	$\sigma(\text{CH}_4)$	$\sigma(\text{CO}_2)$	$\sigma(\text{O}_2)$	$\sigma(\text{N}_2)$
	%	%	%	%
1:	56	43		
2:	34	29	1	35
3:	34	25	8	32
4:	34	26	3	36
5:	12	16	3	68
6:	3	15	4	77

# 3. VDI 3899 Blatt 2 Entgasung-Konzepte

- Die VDI 3899 hat fünf Entgasungsmethoden neben einander gestellt und diese generell für die Zwecke der Entgasung als Stand der Technik eingestuft. Diese aktive und passive Konzepte können eingesetzt werden, allerdings teilweise phasenübergreifend zur Verbesserung des Erfassungsgrades:
- Absaugung des Deponiegases bei leicht übersaugter Deponie und paralleler Überwachung der verbleibenden Emissionen,



### 3. VDI 3899 Blatt 2 Entgasung-Konzepte

- Absaugung des Deponiegases bei **leicht übersaugter** Deponie und paralleler Überwachung der verbleibenden Emissionen,
- Absaugung des Deponiegases bei **leicht übersaugter** Deponie und **vorhandener Oberflächenabdichtung** (auch temporär) bei Überwachung der verbleibenden Emissionen,  
eine **intermittierende Entgasungsstrategie** sieht die VDI Richtlinie derzeit nicht vor. Sie wäre aber prinzipiell denkbar.
- **schwache Übersaugung** der Deponie bei erniedrigten Methankonzentrationen ( $\text{CH}_4$  unter 30 % bis unter ca. 10 %) oder **starke Absaugung** des Deponiegases bei deutlich erniedrigten Methankonzentrationen ( $\text{CH}_4$  unter 10 % bis ca. 3 %).



### 3. VDI 3899 Blatt 2 Entgasung-Konzepte

- weitgehende Reduzierung der Methangasbildung durch **Einblasen von Luft** in die Deponie,
- Umstellung auf **passive Entgasung mit** Methanoxidation in der Deponie oder an der Deponieoberfläche bei nur noch geringen Emissionen nach Aufbringung einer Oberflächenabdichtung,
- in Ausnahmefällen könnte auch eine **passive Aerobisierung** möglich sein, was zu einer Methanoxidation bereits im Deponiekörper führt. Dies ist allerdings in der VDI Richtlinie nicht vorgesehen.

- eine **gute Deponieentgasung** erfordert eine umfassende Auseinandersetzung mit den dabei zu stellenden Anforderungen:
- **Ermittlung der Grunddaten:** Auswahl der geeigneten Deponiegastechnik, Ermittlung des Gaspotenzials, Durchführung der Gasprognose,
- **Planung und Dimensionierung** der Entgasungselemente: Gaserfassung, Leitungen, Gassammelstationen, Armaturen, Sicherheitseinrichtungen und gasbeaufschlagte Anlagenteile, Maschinenteknik, Deponiebelüftung, passive Entgasung, Sicherheitstechnik.

- **Hinweise zur Belüftung:**
- Verfahren der In-situ-Stabilisierung können in allen Deponiephasen angewendet werden. Auch bei Deponien **mit Oberflächenabdichtung** gemäß DepV,
- Deponiebelüftung wird in **unterschiedlichen** Verfahrensweisen eingesetzt:
  - Druck-Saugverfahren wie die Niederdruckbelüftung,
  - Deponiebelüftung durch Übersaugung,
  - Druckbelüftung ohne Absaugung, dafür mit passiver Abluftbehandlung,
  - Hochdruckbelüftung.
- **In der Praxis hauptsächlich die beiden erstgenannten Verfahren.**

- bei der **Deponiebelüftung**, wird in der Regel die bereits **bestehende** Entgasungsanlage mit Teilen der Technik genutzt=> deutlich erhöhter Volumenstrom,
- andere Entsorgungstechniken => Schwachgasfackel mit Methankonzentrationen bis zwischen 6 % und 12 %, flammenlose Oxidation mit Methankonzentrationen bis unter 3 %, regenerative thermische Oxidation (RTO) mit Methankonzentrationen bis unter 0,5 % sowie Biofilter mit Methanoxidation),
- **generell sind Kennzeichen** einer solchen Anlage **hohe Volumenströme, geringe Methankonzentrationen und angepasste Sicherheitstechnik**. Letzteres lässt sich gut realisieren, wenn die Sauerstoffkonzentrationen unter 6 % sicher gehalten werden.

- Übersaugung mit einem **hohen Verhältnis von eingesaugter Luft zu vorhandener Gasbildung** führt zu Aerobisierung,
- in der Praxis unterschiedliche Relationen, diese liegen **zwischen 3- und 5** (oben erste Variante) **bzw. 6-15** (oben zweite Variante),
- **solche Werte sind allerdings in der VDI nicht genannt.** Für die Bewertung einer Anlage und zwar sowohl hinsichtlich des Aerobisierungsgrad als auch der erforderlichen Betriebsdauer und der Kosten sind diese **relevant und müssen in die Betriebskostenbewertung** mit einbezogen werden,
- **Einblasen von Luft** in die Deponie: Wenn die organischen Anteile (unter  $12 \text{ g C}_{\text{org}}/\text{kg TM}$  sind, d.h. geringe Gasentwicklung und **geringes Brandrisiko** => Sauerstoffkonzentration in der Deponie unter 8 % . Sauerstoff sollte überwiegend veratmet werden.

- **Bei der Inbetriebnahme:** Durchführung u.a. von Prüfungen (z.B. Dichtheit) und Messungen (z.B. Nullmessung)
- **Bestandsaufnahme:** Erhebung z.B. des Wasserstands in den Brunnen, von Fremdluft im Entgasungssystem, Beschädigungen, von Setzungseffekten,
- **Durchführung eines betrieblichen Monitorings:** Messungen im Gaserfassungssystem, Erfassung von diffusen Emission durch Begehung, Erhebung von unkontrollierten Gasaustritten,
- **Wartung und Instandhaltung nach vorher erstelltem Plan:** Erkennen und Beseitigung von Schäden, Verschlüssen durch Kondensat, Korrosion, Undichtheit, Reparaturen und Regeneration von Gasbrunnen,
- **laufende Anpassung und Optimierung:** Durchführung von Gasabsaugversuchen, Vergleiche mit Benchmarks.

- Hinweise zur passiven Entgasung:
- “Ein Teil der nicht erfassten Gase wird durch eine Methanoxidation beim Passieren der offenen oder abgedichteten Deponieoberfläche abgebaut. Dieser Anteil kann zu Beginn bei höheren Emissionsraten und fehlender Oberflächenabdichtung bei 10 % bis 30 % liegen. Bei älteren Deponien, die mit einer Oberflächenabdichtung und Rekultivierungsschicht zur Methanoxidation versehen sind, kann er auf 70 % bis 100 % ansteigen, ..... es können Methanoxidationsraten von im Mittel  $0,5 \text{ l CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ) angenommen, in gezielt als Methanoxidationsschicht ausgeführten Abdeckungen wurden Oxidationsraten bis  $2,4 \text{ l CH}_4/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ) gemessen” (aus VDI 3790 Blatt 2).
- Zu berücksichtigen ist aber, dass die Emissionen über die Oberfläche höchst **ungleich verteilt auftreten** können. Werte bis zum 60-fachen des Mittelwertes wurden bereits beobachtet.

### 3. VDI 3899 Blatt 2 Passive Entgasung

- die **passive Entgasung** wird in der VDI 3790 ausführlich dargelegt. => wenn eine aktive Entgasung technisch nicht mehr möglich oder wirtschaftlich nicht mehr zumutbar ist => **zuständigen Behörde muss zustimmen** => durch passive Entgasung ersetzt, **Voraussetzung** => wenn die durchschnittliche Methanbildungsrate bei einer Emission von unter einen **Wert von 0,5  $\ell/(h \cdot m^2)$**  liegt,
- **Nachweisverfahren** => siehe VDI 3790 Blatt 2, direkte oder indirekte **Feststellung denkbar**, Modellierung reicht aus, eine Emissionsmessung ist aber möglich und machbar),
- dadurch, dass sich jetzt mehr und mehr Deponien diesem Wert nähern, dürften **passive Entgasungsanlagen** verstärkt erforderlich werden, auch **nach Abschluss von Belüftungsprojekten** werden passive Systeme in der Regel noch notwendig werden.

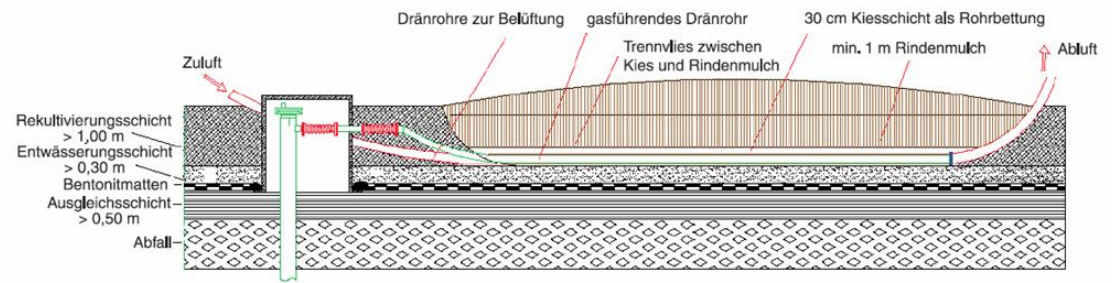
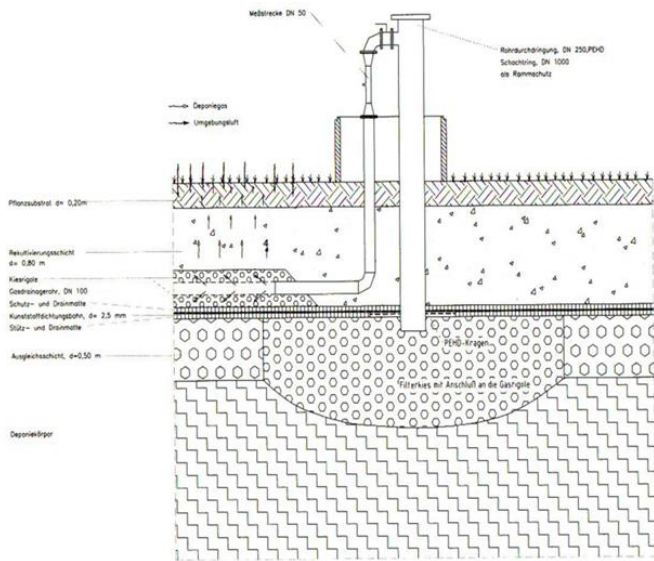


- Bei passiven Entgasung wird das Gas **ohne technische Maßnahmen** für die Aufbringung eines Unterdrucks aus der Deponie abgeführt => Eigendruck => **wenige Pascal** => **limitierte Gasdichtheit** der Deponie => zahlreiche Durchdringungen, Anschlüsse etc.,
- daher => für eine passive Entgasung ist **eine Oberflächenabdichtung erforderlich**, sonst völlig unkontrollierte Emission,
- bei Oberflächenabdichtung => Überdruck im Deponiekörper. Durch **gezielt eingebrachte Öffnungen** in der Abdichtungsschicht => ausströmendes Deponiegas,
- **vorhandene Gasbrunnen** nutzen oder neue anlegen => bestehende Ableitungssysteme nutzen => **wahrscheinlich sogar überdimensioniert, frei ausströmende Gasvolumenströme im passiven Zustand messen**. Damit kann die Gasbehandlung, dimensioniert werden.

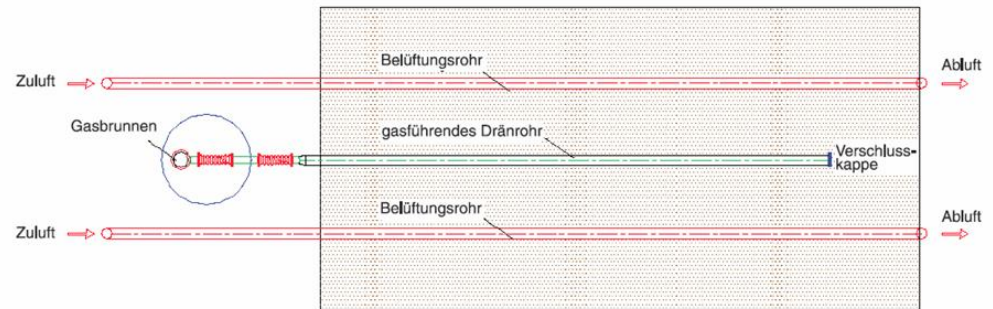
- **ausströmendes Gas muss mit Hilfe technischer Einrichtungen** (u.a. Ventilator) einer thermischen Gasbehandlung (Fackel, Brenner) oder einem Filter mit biologischer Methanoxidation zugeführt werden,
- **thermische Anlagen** sind für die passive Gasbehandlung bislang jedoch **nicht Stand der Technik**, **technische Filter** wurden in der Praxis bereits eingesetzt. => abgeschlossene Festbettreaktoren,
- gute Filterwirkung erfordert **homogene** Durchströmung, **ausreichende Verweildauer** => Auslegungswert => bei Filter in der Größenordnung um **2 l CH<sub>4</sub> /m<sup>2</sup>.h.** => bei 0,5 l/m<sup>2</sup>.h Filterbedarf bei 2500 m<sup>2</sup>/ ha
- **Methanoxidationsfenster („Deponiegasfenster“)** werden in die Deponieabdeckung integriert. Sie dürfen die Funktion der Rekultivierungsschicht nicht beeinträchtigt. **Sie können die Kubatur einer Deponie verändern.**

# 3.VDI 3899 Blatt 2 Passive Entgasung

- Hinweise zur passiven Entgasung:



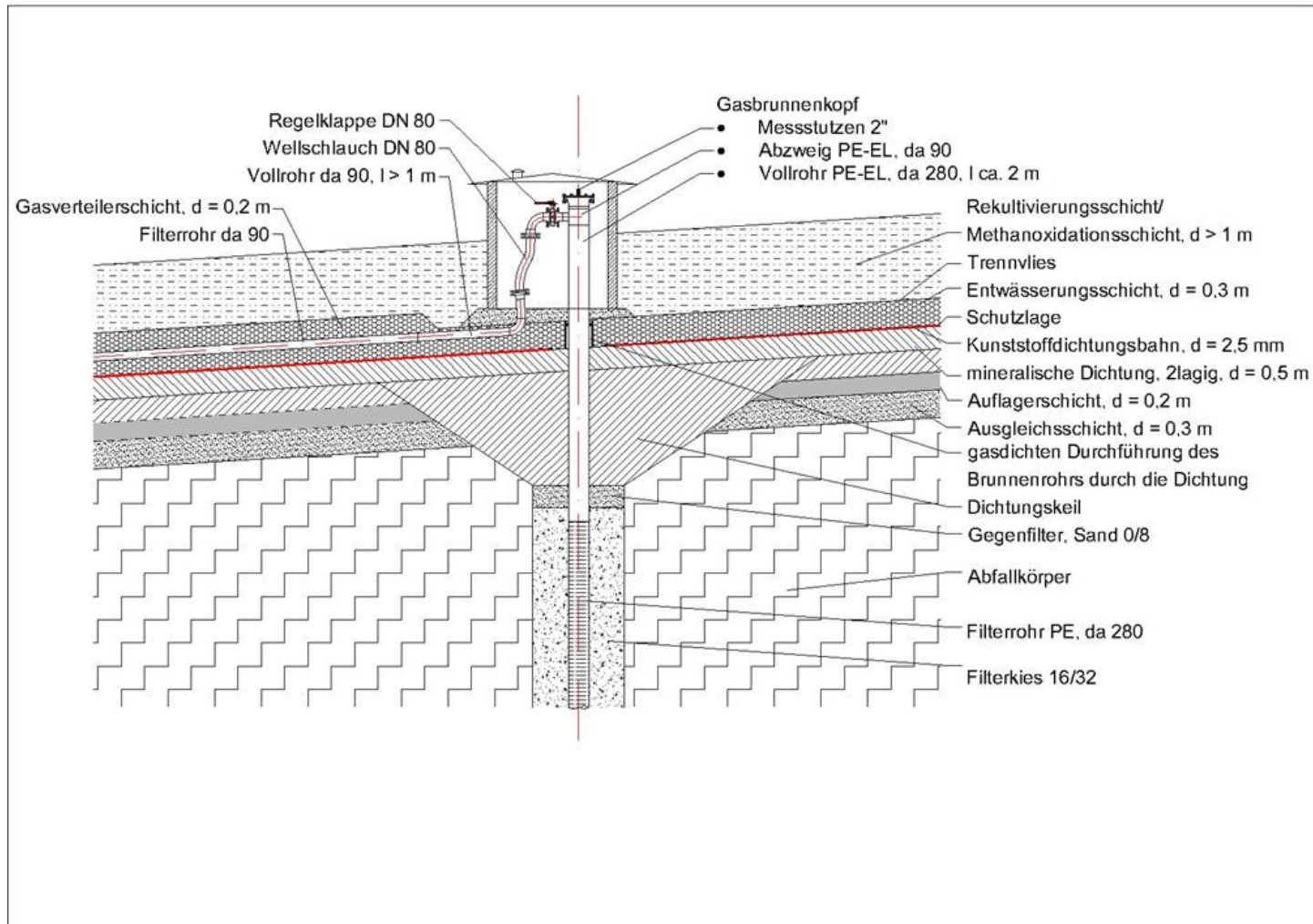
Draufsicht



### 3. VDI 3899 Blatt 2 Passive Entgasung

- **Methanoxidationsschichten** sind im Hinblick auf die Methanoxidation **optimierte Rekultivierungsschichten**,
- Anforderungen an Methanoxidationsschichten siehe **BQS 7-3 vom 13.4.2016** („Bundeseinh. Qualitätsstandard 7-3: „Methanoxidationsschichten in Deponieoberflächenabdichtungssystemen“ => Erfahrungen aus „Mimethox“ eingeflossen (Gebert 2013),
- dabei wird u.a. eine **nutzbare Feldkapazität** über die Gesamtdicke von wenigstens 140 mm sowie eine **langfristige Luftkapazität** von > 10 % bei mittlerer Lagerungsdichte gefordert,
- nach Angaben der BQS kann bis zu Mindestmethanflüssen in der Größenordnung **von bis zu 0,5 l CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>.d** bei Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen eine ausreichende Methanoxidation erwartet werden.

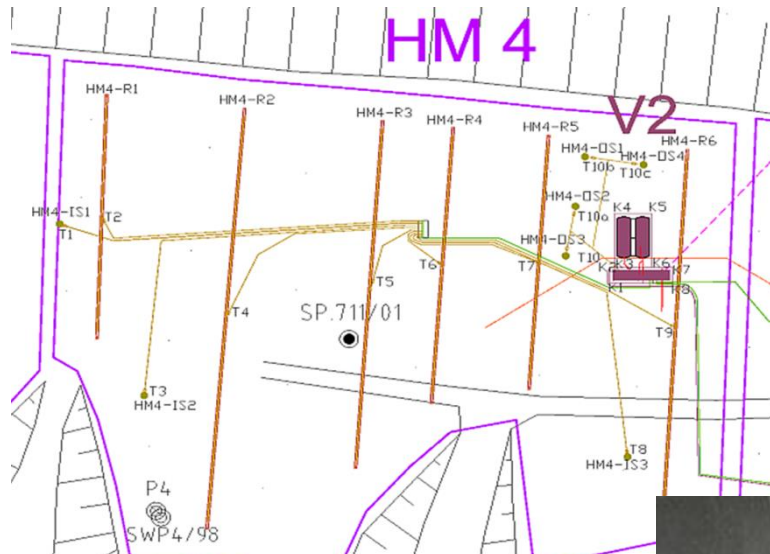
# 3.VDI 3899 Blatt 2 Passive Entgasung



- Richtlinie beschäftigt sich auch mit der **Infiltration** von Wasser,
- im Grundsatz gibt die VDI Richtlinie eine Übersicht über die **möglichen Technologien**:
  - Bewässerungsrigolen,
  - Bewässerungsfelder,
  - Bewässerungslanzen,
  - Bewässerungsschächte,
- und benennt die dazu **erforderlichen Einrichtungen** wie:  
Wasserspeicher, Zuleitungen, Syphons, Verteilerbalken, Mess- und Regeltechnik, Überwachungsmaßnahmen.

# 3.VDI 3899 Blatt 2 Wasserinfiltration

**Infiltration** von Wasser (Beispiel Deponie Halle-Lochau).



# 4. VDI 3899 Blatt 2 laufende Anpassung und Optimierung

- diesen Punkten widmet die VDI Richtlinie einen relativ ausführlichen Teil. Hier hat es wohl in der Praxis eher Defizite gegeben. Daher Ausführungen zu verschiedenen Detailfragen,
- vor der erstmaligen Beaufschlagung der Anlage mit Deponiegas sind verschiedene Kontrollen bzw. Prüfungen durchzuführen,
- Beschreibung des Ausgangszustandes der Deponie vor Inbetriebnahme und Ermittlung der Einstellwerte,
- betriebliches Monitoring mit Messungen,
- Instandhaltung mit Wartung, Inspektion, Instandsetzung,
- Verbesserungen.



- in Folge von **Veränderungen der Gasproduktion** und -zusammensetzung existiert ein periodischer Anpassungsbedarf.. Dabei ist zweckmäßigerweise in drei Schritten (**3-B-Modell**) vorzugehen:
- **Bestandsaufnahme** zur Wirksamkeit der Gaserfassung, also im wesentlichen eine Erfassung des Zustandes z.B. Wasserstand in den Brunnen, Fremdluft, Setzungsauswirkungen, Beschädigungen,
- **Beurteilung** des Zustandes wobei hierzu Soll- und Istzustände verglichen werden,
- **Bedingungen** zur Optimierung schaffen, also die Voraussetzungen zur Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen schaffen,
- gerade **kurzzeitige oder langzeitige Absaugversuchen** bzw. entsprechende Belüftungsversuche eignen sich dazu, systematische Zustandsbeschreibungen zu erarbeiten.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ingenieurgruppe RUK GmbH

