

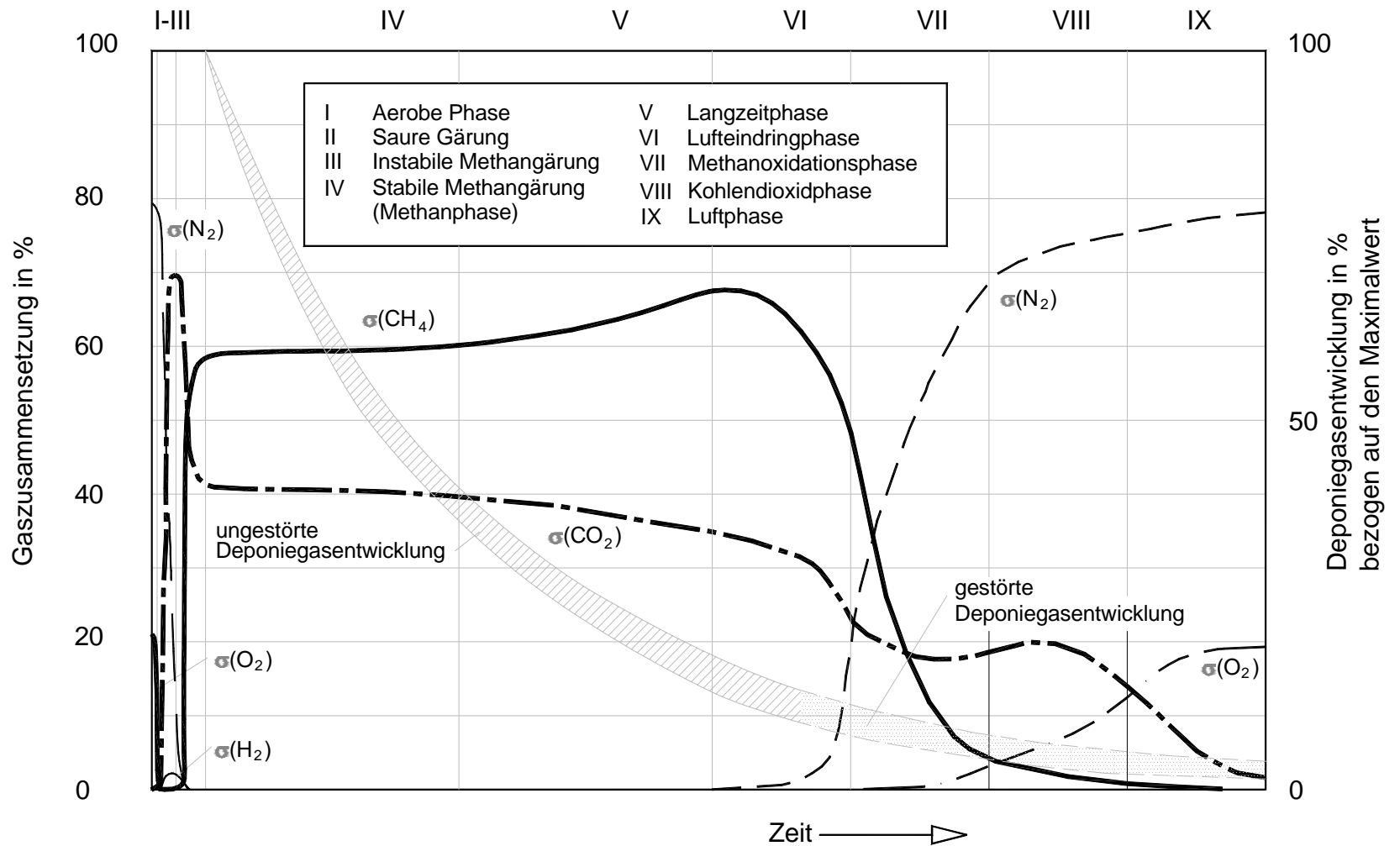
# **Deponiefolgenutzung und Deponienachsorge**

**– Einschätzung aktueller Zusammenhänge**

Prof. Dr.-Ing. G. Rettenberger,  
Fachhochschule Trier

Abfall-Forum des EVS am 5.12.2007

# Langzeitverhalten von Deponien



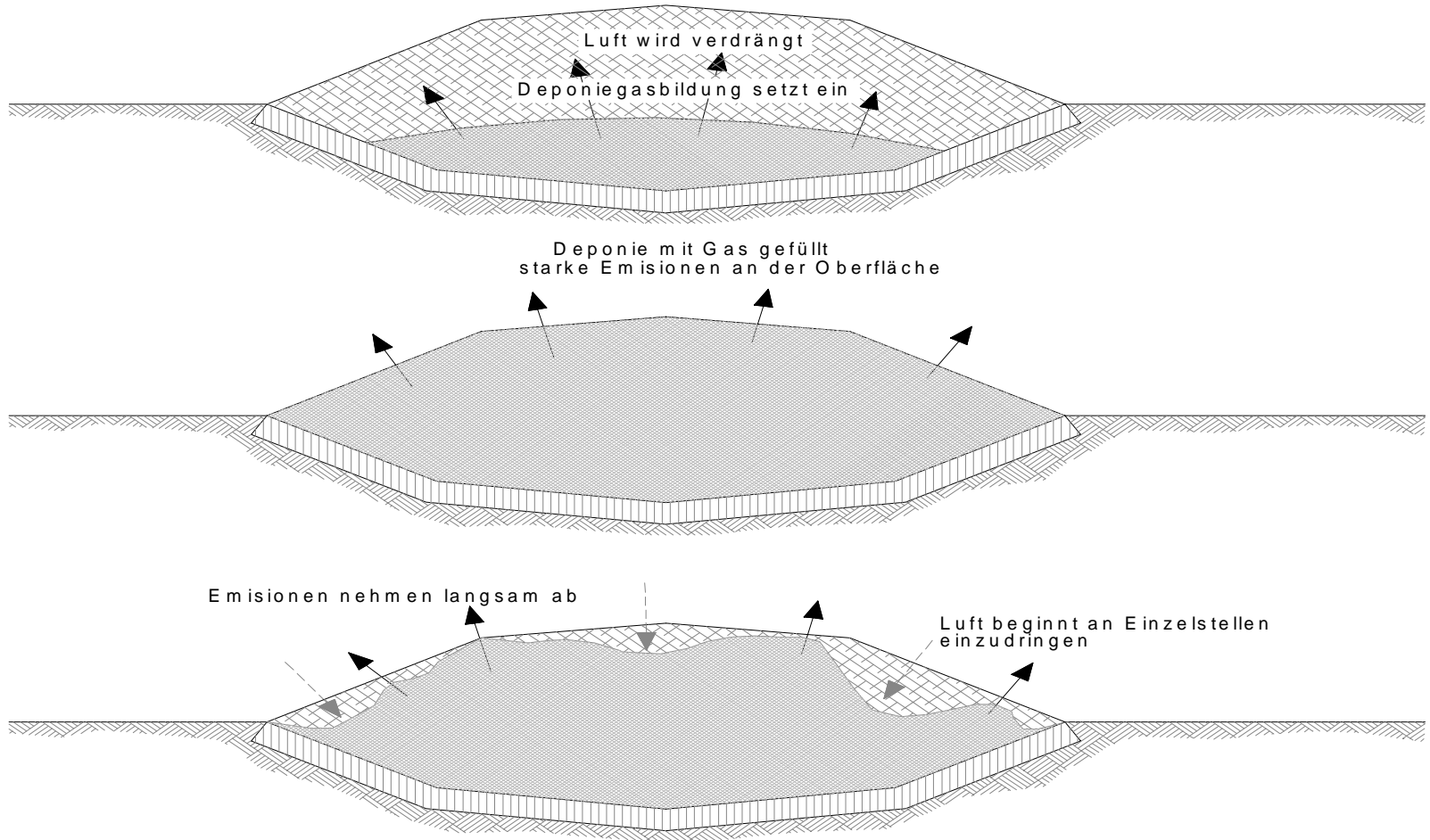
# Verlauf der Deponiegasentwicklung

- $$G_t = G_e \cdot (1 - 10^{-k \cdot t})$$

Mit k : Abbaukonstante  $k = (-\log 0.5) / t_{1/2}$

- $$G_e = 1.868 \cdot C \cdot (0.014 \cdot T + 0.28)$$

# Merkmale des Gashaushaltes Gashaushalt



# Sickerwasserprognose

$$c(t) = c_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad (4.1)$$

mit

$c(t)$  = Konzentration zur Zeit  $t$  [mg/l]

$c_0$  = Ausgangskonzentration [mg/l]

$k$  = Abbaukonstante [1/a]

$t$  = Ablagerungsdauer (seit Einsetzen der Methanphase) [a]

$$k = -1 \cdot \frac{\ln \frac{c_b}{c_0}}{t_b} \quad (4.2)$$

mit

$c_b$  = bekannte Konzentration zum Zeitpunkt  $t_b$  [mg/l]

$t_b$  = Ablagerungsdauer zum Untersuchungszeitpunkt [a]

# Sickerwasserprognose

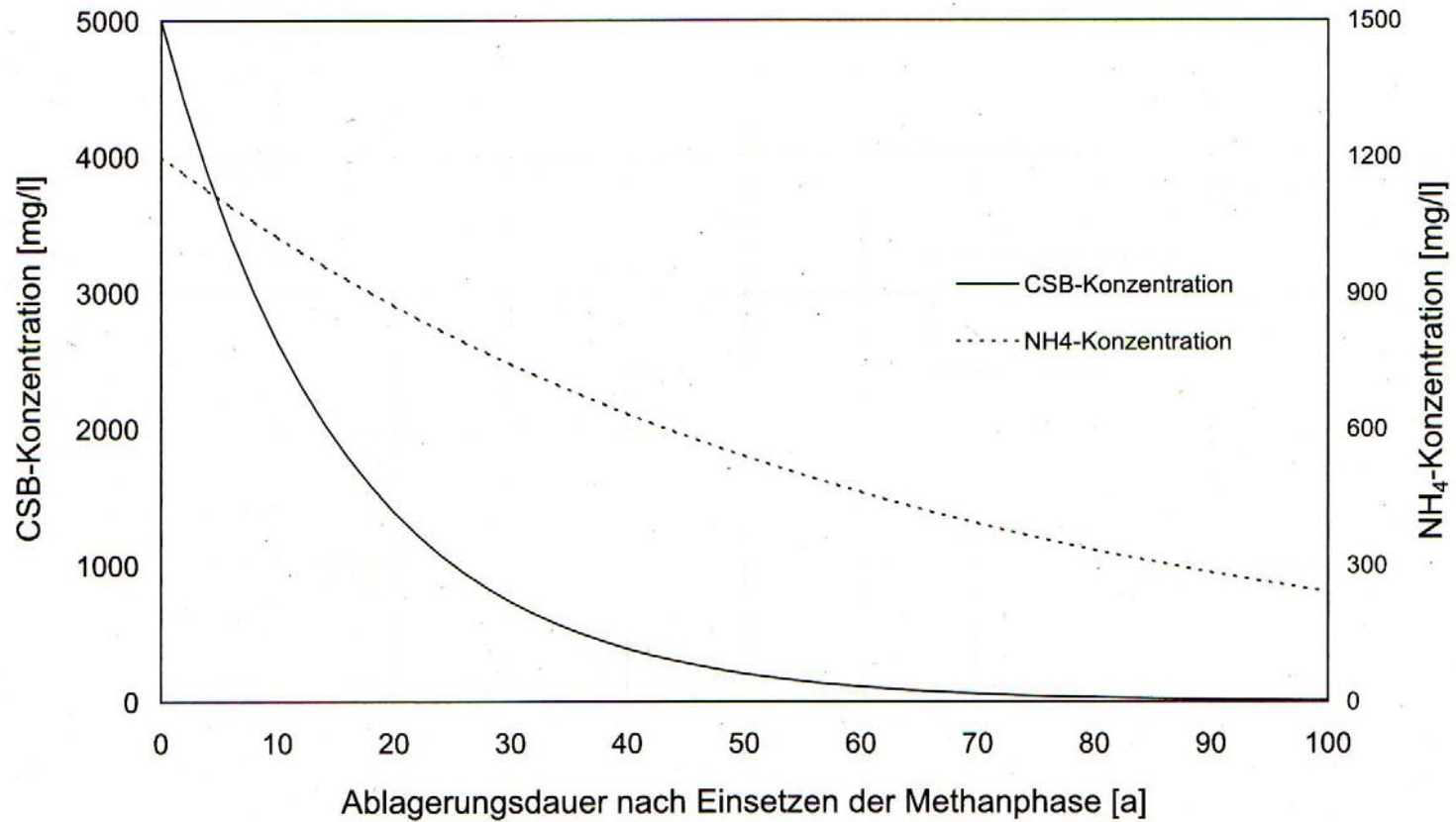


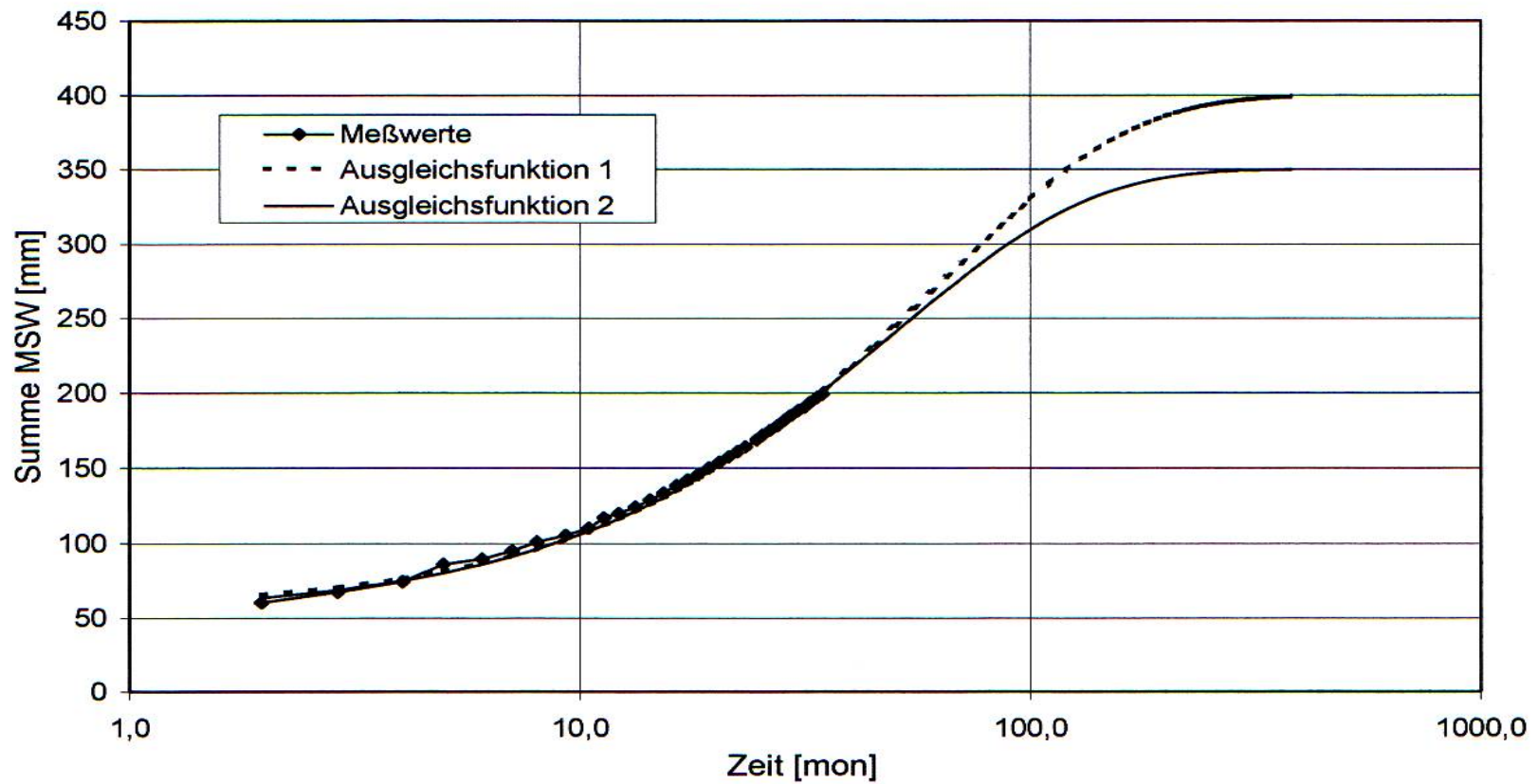
Abbildung 4.2: Entwicklung der CSB- und NH<sub>4</sub>-Konzentration im Sickerwasser (Parameter nach Tabelle 4.2)

$$A(t) = Ae - B \cdot e^{-C \cdot t} \quad (5)$$

$A(t)$  = Abflusssumme des Sickerwassers zum Zeitpunkt  $t$  [mm]

$Ae$  = Endwert der Abflusssumme [mm]

$B, C$  = Parameter für den Verlauf der Abflusssummenlinie



# Setzungsprognose

- Setzungen oder was sind 90 % der prognostizierten Gesamtsetzungen?

Hierzu gibt es derzeit kein anerkanntes Berechnungsverfahren. Einen theoretischen Wert anzunehmen (Materialdichte der inerten Anteile) macht keinen Sinn. Also Ableitung aus Beobachtungen erforderlich:

$$s = s_K \cdot (1 - c_K^t) + s_L \cdot (1 - c_L^t)$$

mit  $s$  = Setzung zum Zeitpunkt  $t$   
(Setzungsbeginn:  $s_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$ )

$s_K$  = Endbetrag der Kurzzeitsetzung

$c_K$  = Zeitkonstante der Kurzzeitsetzung

$s_L$  = Endbetrag der Langzeitsetzung

$c_L$  = Zeitkonstante der Langzeitsicherheit

# Kriterien zur Entlassung aus der Nachsorge

- Prozesse in der Deponie sind weitgehend abgeklungen
- Umsetzungs- und Reaktionsvorgänge sind.....
- Gasbildung führt zu keinen nennenswerten Emissionen
- Keine aktive Entgasung mehr erforderlich, Methanoxidation der Restemissionen, produziertes Methanvolumen  $< 5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{h.ha}$ , FID unter 25 ppm
- Gasbildung ist zum Erliegen gekommen, keine aktive Entgasung erforderlich, keine schädlichen Migrationen, ausreichende Methanoxidation, ausreichende Oxidation
- Setzungen sind überwiegend abgeklungen
- Das Setzungsmaß erreichte mindestens 90 % der prognostizierten Gesamtsetzungen
- Keine Beschädigung des OADS, Setzungsentwicklung der letzten 10 Jahre
- Oberflächenabdichtungssystem ist in einem dauerhaften stabilen Zustand
- Keine Beeinträchtigung durch Nachnutzung

# Kriterien (Fortsetzung)

- Oberflächenwasser wird sicher abgeleitet
- Nicht mehr erwähnt
- Deponie ist standsicher
- Unverändert übernommen
- Unterhaltung von Einrichtungen ist nicht mehr erforderlich
- Unverändert übernommen
- Sickerwasser kann den Vorschriften gemäß abgeleitet werden
- Nicht mehr erwähnt
- Deponie verursacht keine weiteren Grundwasserbelastungen
- Unverändert übernommen, hierunter wird aber wohl die Sickerwasserentsorgung behandelt mit Konzentrations- und Frachtbetrachtungen, wobei pauschal 20 % der am Standort langjährig durchschnittlich beobachteten Niederschlagsmenge eingesetzt wird
- Frachtbetrachtung
- Auslöseschwellen im GW dürfen nicht überschritten werden

# Kriterien für die Stilllegung - generelle Strategien

- Grundsätzlich können Deponien nach zwei Strategien zum Abschluss der Nachsorgephase geführt werden:
- Abkapselung nach dem Multibarrierenkonzept  
Ziel: Gas und Sickerwasser nur noch minimal, d.h. Deponiekörper stabil, bautechnische Elemente sicher, Bewertung der Beobachtungen führen zu einer Bestätigung der Entlassung aus der Nachsorge. Erfordert ein hochwertiges Barriersystem.
- Stabilisierung des Deponiekörpers  
Ziel: Deponiekörper stabil, d.h. Gasentwicklung und Setzungen abgeklungen, Deponiekörper statisch stabil, bautechnische Elemente sicher, Bewertung der Beobachtungen führen zu einer Bestätigung der Entlassung aus der Nachsorge. Erfordert Einbau einer Sickerwasserinfiltrationsanlage und ggf. Deponiekörperbelüftungsanlage.

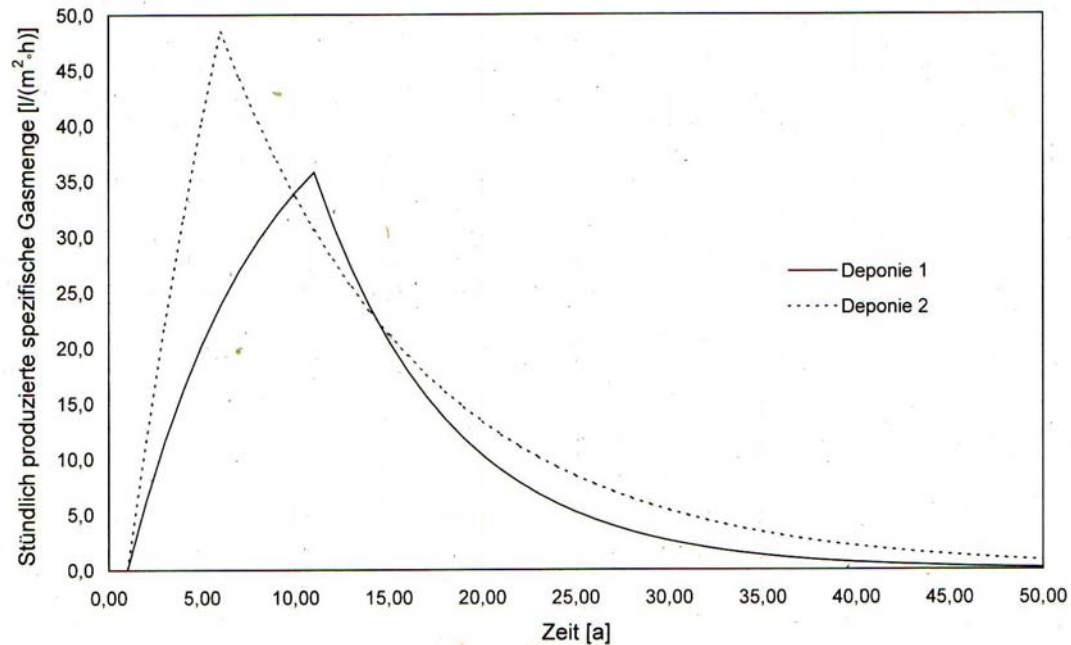
# Kriterien für deponietechnische Optionen

- DepV-Entwurf im Zusammenhang mit dem Abschluss der Betriebsphase nicht mehr von Oberflächenabdichtung sondern **Oberflächenabdichtungssystem**. Hierbei sind u.a. zwei Varianten wesentlich:
- das OADS ist bei Dk II Deponien mit zwei Abdichtungskomponenten auszustatten  
oder
- es kann eine Abdichtungskomponente als Kontrollsystem oder als Wasserhaushaltsschicht realisiert werden, wenn u.a. der Deponiekörper ausreichend stabilisiert ist
- es können ggf. modifizierte Dichtungselemente zur Anwendung kommen, was dem Einsatz von Abfällen zur Herstellung von Deponieersatzstoffen neue Möglichkeiten eröffnen wird.

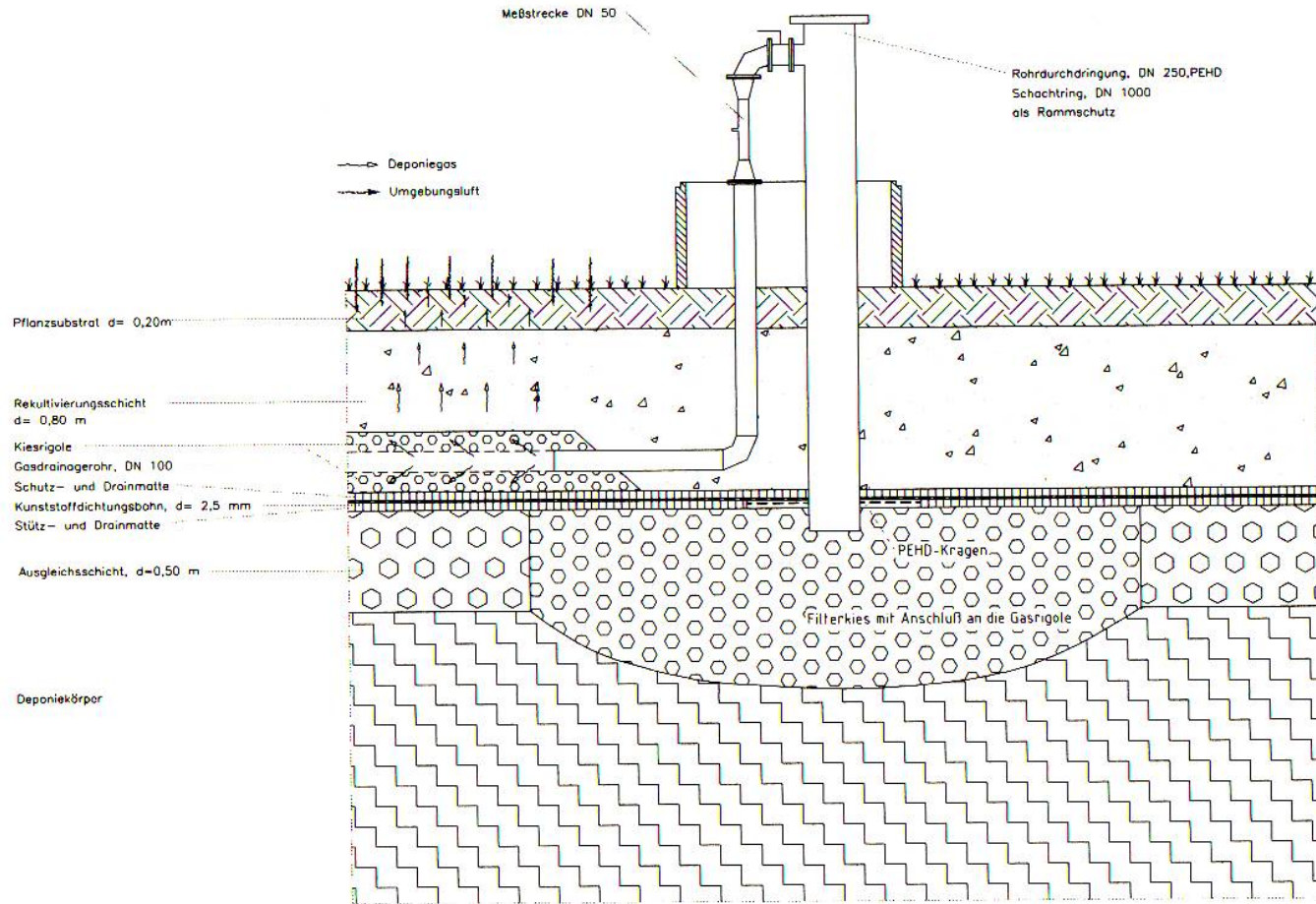
# Zielerreichung mit oder ohne Maßnahmen?

- Deponiegas

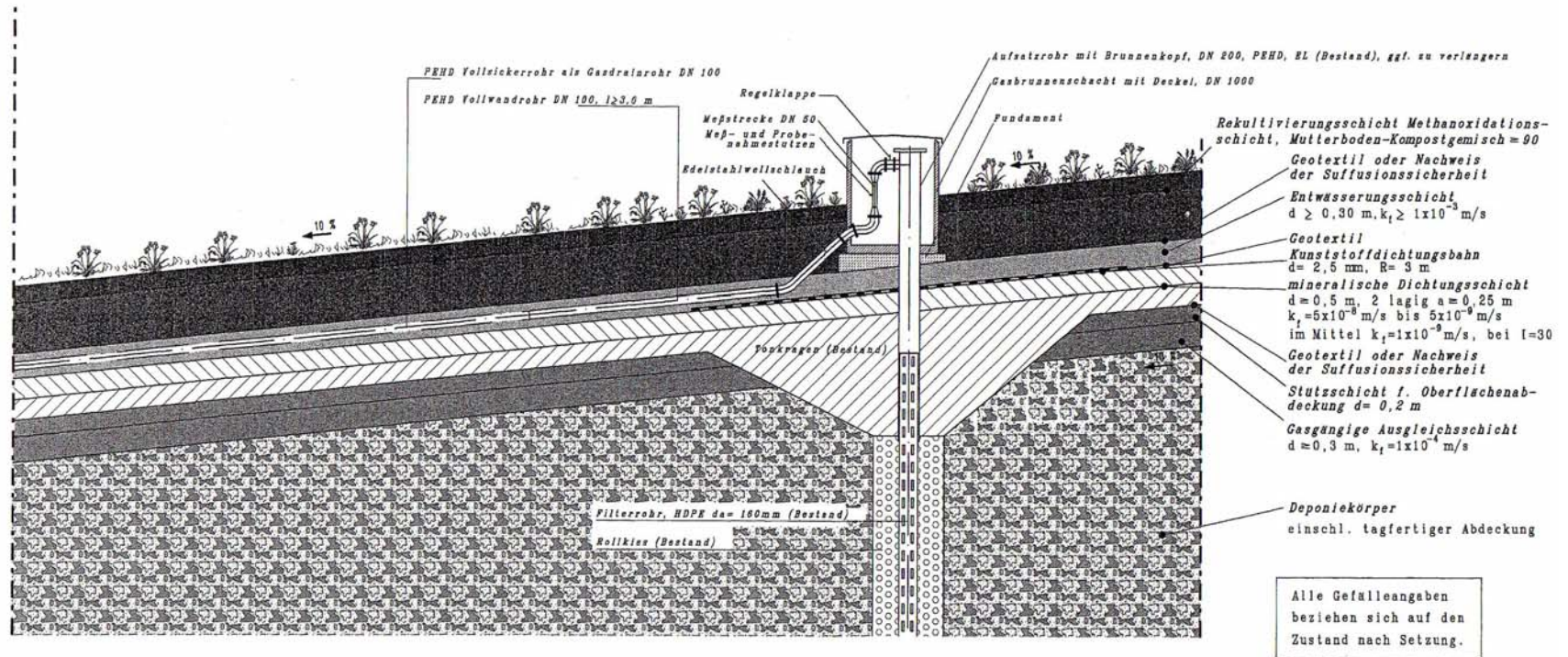
Konsequenz: Restemission unterschreitet nicht gesichert innerhalb von 30 Jahren einen Wert von 1 l Deponiegas/m<sup>2</sup>.h, Setzungen aber 90 % der Endsetzungen



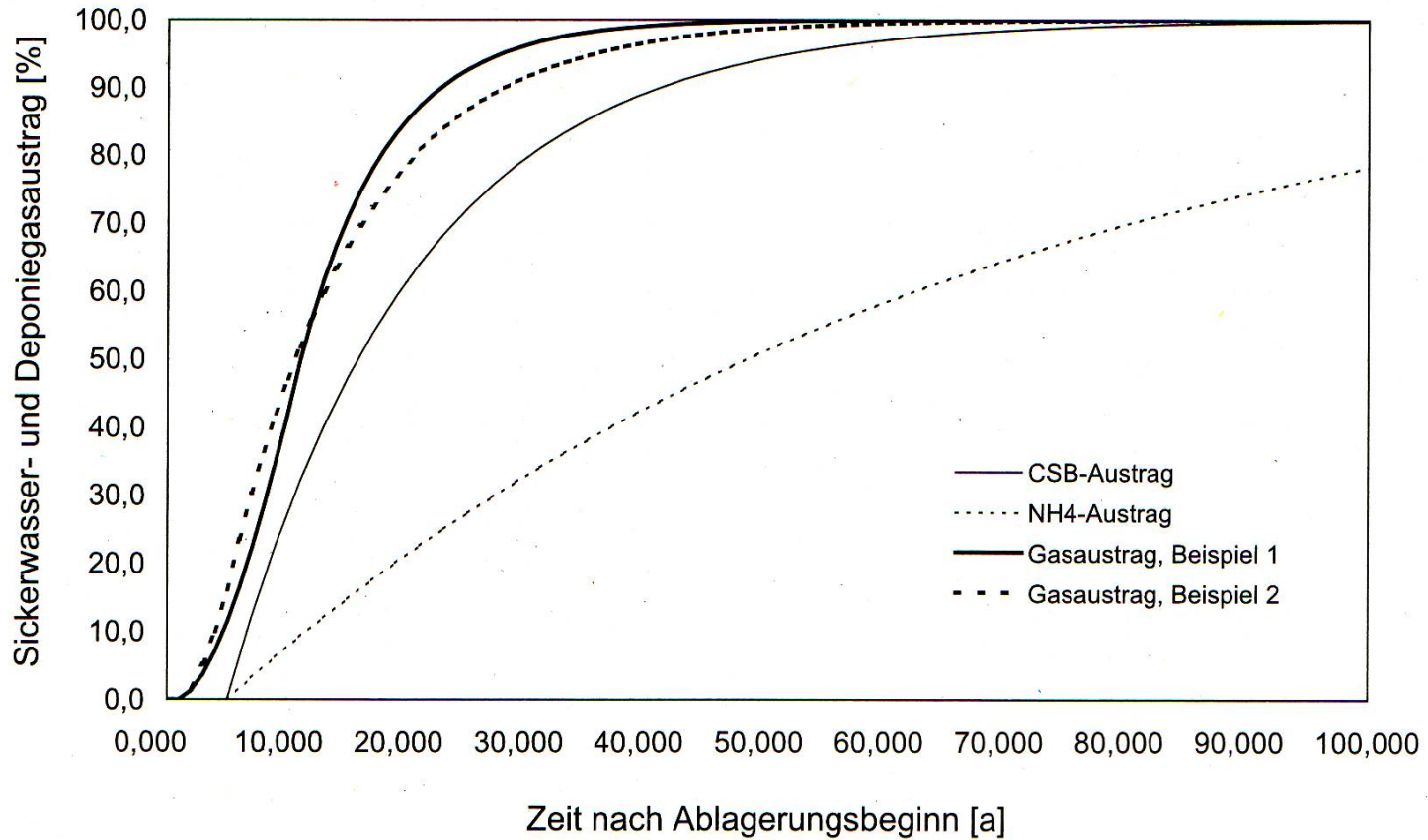
# Passive Entgasung mit Methanoxidation



# Prinzipschnitt mit temporärer Oberflächenabdichtung



# Stabilisierungsgrad mit oder ohne Maßnahmen?



# Stabilisierungsmaßnahmen in der Stilllegungsphase

- Die zuständige Behörde soll zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse und zur Verbesserung des Langzeitverhaltens unter bestimmten Voraussetzungen eine gezielte Befeuchtung oder eine Belüftung des Abfallkörpers zulassen (Zitatauszug)
- Sind diese Maßnahmen nachweislich erfolgreich durchgeführt worden, dann entweder:
  - Zweite Dichtungskomponente als Kontrollsystem
  - Als zweite Dichtungskomponente eine Wasserhaushaltsschicht

# Anforderungen an die Rekultivierungsschicht bei einer Nutzung der Deponieoberfläche

- Entweder Anforderungen nach dem Bundesbodenschutzgesetz  
oder
- Anforderungen an das Material, so dass das in der Entwässerungsschicht gefasste Wasser nach den wasserrechtlichen Vorschriften direkt eingeleitet werden darf
- Die Funktion einer Rekultivierungsschicht muss aber bei einer Nachnutzung gegeben sein. Die derzeitige und zukünftige Nutzung darf das OADS nicht beeinträchtigen.

# Konsequenzen für die Deponiefolgenutzung und die Deponienachsorge

- Es stellen sich drei Fragen:
  1. Lässt sich die Entlassung aus der Nachsorge zur geplanten Frist erreichen und sind somit die Rückstellungen ausreichend?
  2. Sind die Maßnahmen zur Deponiestabilisierung zweckmäßig und zielführend?
  3. Kann die Deponienachsorge durch eine Deponiefolgenutzung günstig – auch hinsichtlich der Kosten – beeinflusst werden?

- zu 1: vermutlich eher nicht bzw. sicher nur durch Stabilisierungsmaßnahmen
- zu 2: nach derzeitigem Erkenntnisstand ja, Kriterien derzeit noch nicht eindeutig festgelegt.
- zu 3: mit großer Sicherheit ja
- Einfluss auf Gestaltung der Art des OFADS
  - Verminderung der Nachsorgekosten
  - Einnahmen aus Vermietung etc.