

Landfill gas development in Europe

The first LoCaGas Conference

26th June, 2025

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rettenberger

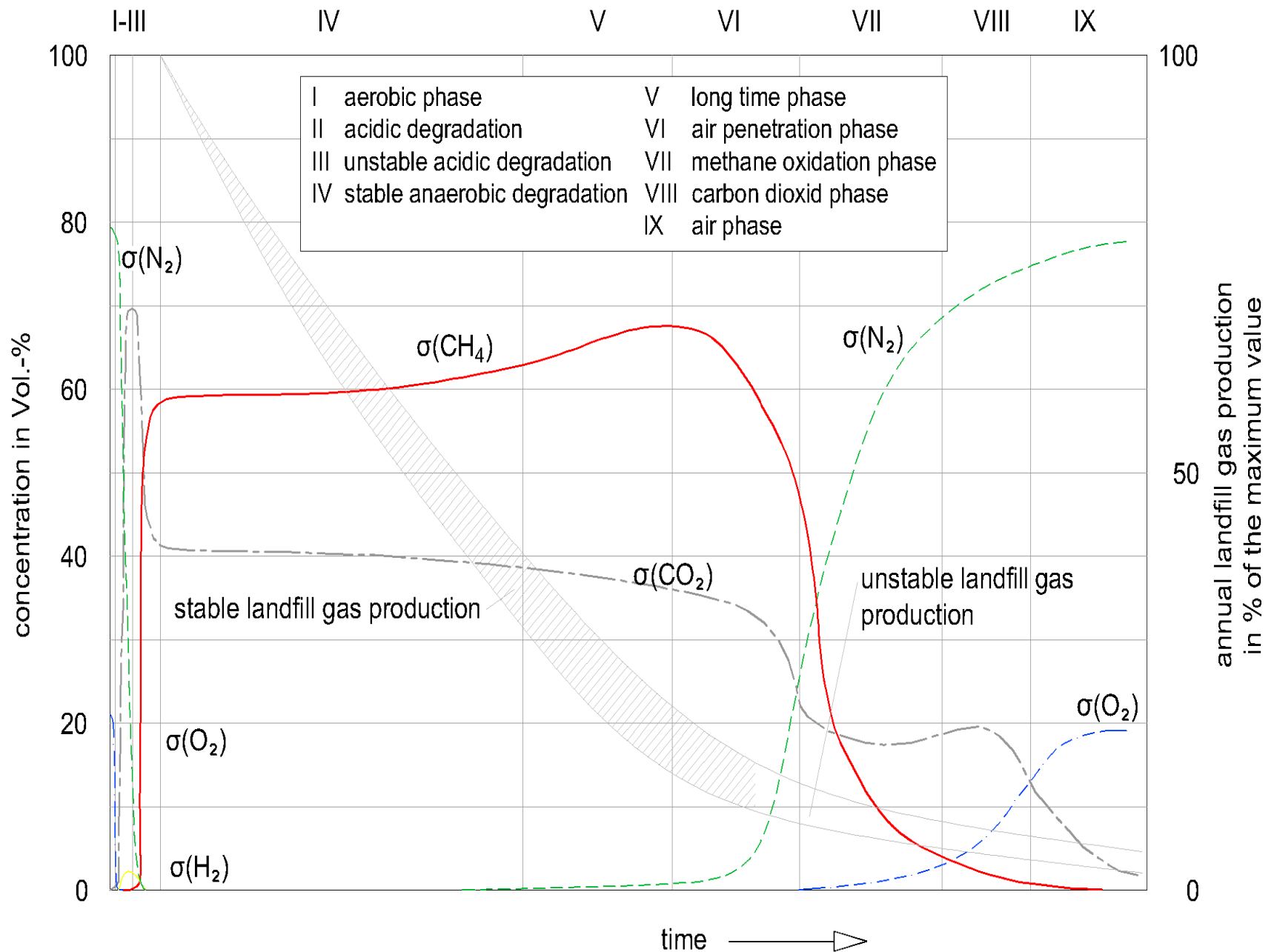
HS Trier, University of applied science, Senior Consultant





- "Nationwide Quality Standard 10-1 "Landfill Gas", published on 1.3.2022, is essentially based on VDI guidelines:
- VDI 3899 Part 2 (Emission reduction, landfill gas, landfill gas capture and aeration systems), published on November 2020.
- VDI 3899 Part 1 (Emission reduction, landfill gas, landfill gas utilisation and treatment) published on May 2016, soon to be revised in draft version.
- VDI 3790 Part 2 (Environmental meteorology, emissions of gases, odours and dusts from diffuse sources, landfills).
- "Measurement of landfill gases" VDI 3860. This series also consists of 4 guidelines, whereby, in addition to the basics in sheet 1, the measurements in the gas capture system (sheet 2), measurements of methane at the landfill surface (sheet 3) and measurements in the underground (sheet 4) are covered.

- Directive takes into account different landfill gas situations:
- There are classic landfill DK II with even more significant gas formation, landfill gas collection and gas utilisation,
- Partly different sections,
- Landfills with a pronounced presence of lean gas.
- Landfills with aerobicisation by blowing in air if $C_{org} < 12 \text{ g C}_{org}/\text{kg DM}$) and gas utilisation are no longer economical.
- Landfills with passive gas collection.
- landfills, with only minor landfill gas formation.
- So we need different best practise options
-



- What is the goal:
- no adverse effects, climate protection.
- So goal = > optimal coverage (efficiency rate; ratio of gas production and gas collection rate over one year) rate (preferably close to 100 % (?), this value is not in the VDI guideline and in the BQS) in all phases and conditions of a landfill.
- Sufficient emission limitation: 5-year FID values on average passively below 10 ppm, individual values not above 100 ppm.
-
- Intended operation (operation for which the landfill gas collection plant is intended, designed, suitable and approved.
- In-situ stabilization is a method of accelerating biodegradation processes, regardless of the technology used. However, the stabilization of a landfill is not the goal of the VDI guideline or the BQS.

- **=> following five gas collection concepts (active and passive concepts) are possible, also across phases:**
- Extraction at $\sigma(\text{CH}_4) > 45\%$ during waste dumping and $> 50\%$ thereafter, the average FID value is not > 50 ppm,
- As before, however, with surface sealing and $\sigma(\text{CH}_4) > 50\%$,
- Oversuction with $\sigma(\text{CH}_4) > 30\%$ to approx. $< 10\%$ (Note: limitation of system availability $> < 12\% \sigma(\text{CH}_4)$),
- Blowing air into the landfill body,
- Passive gas collection underneath a gas-tight surface sealing system with methane oxidation. (Passive gas collection according to BQS only if the area-related relevant emission has fallen below $0.5 \text{ l/m}^2\cdot\text{h}$.)
- **Please note: Gas collection is necessary from the beginning of a landfill. Most of the gas is emitted during operation.**
- :

IPCC FOD equations:

$$\text{DDOCmd}(T) = W(T) * \text{DOC} * \text{DOC}_f * \text{MCF} \quad (1)$$

$$\text{DDOCm decomp}(T) = \text{DDOCma}(T-1) * (1 - e^{-k}) \quad (2)$$

$$\text{CH}_4 \text{ generated}(T) = \text{DDOCm decomp}(T) * F * 16/12 \quad (3)$$

where:

$\text{DDOCmd}(T)$ = DDOCm deposited into the SWDS in year T, Gg

DDOCm = mass of decomposable DOC deposited, Gg

T = year T (inventory year)

$W(T)$ = mass of waste disposed in year T, Gg

DOC = fraction of degradable organic carbon in disposal year

DOC_f = fraction of DOC that can decompose in the anaerobic

MCF = fraction: methane correction factor

$\text{DDOCm decomp}(T)$ = DDOCm decomposed in the SWDS in year T, G

$\text{DDOCma}(T-1)$ = DDOCm accumulated in the SWDS at the end of year

k = reaction constant, $k = \ln(2)/t_{1/2}$ (y^{-1})

$\text{CH}_4 \text{ generated}(T)$ = amount of CH_4 generated from decomposable mat

F = fraction of CH_4 , by volume, in generated landfill gas (f

$16/12$ = molecular weight ratio CH_4/C (ratio)

Abfallfraktion	DOC in -	DOC _f in -	Halbwertszeit in Jahre	K in 1/Jahr
Leicht abbaubar				
Organik, Klärschlamm	0,15	0,5	4	0,1733
Garten-/ Parkabfälle	0,2	0,5	7	0,0990
Papier / Pappe	0,4	0,5	7	0,0990
Mittel abbaubar				
Textilien, Windeln	0,24	0,5	12	0,0578
Verbundmaterialien, Leichtverpackungen	0,1	0,5	12	0,0578
MBA Abfälle	0,023	0,5	12	0,0578
Schwer abbaubar				
Holz und Stroh	0,43	0,1	50	0,0139

$$\text{CH}_4 \text{ emitted}(T) = (\text{CH}_4 \text{ generated}(T) - R_T) * (1 - \text{OX}_T)$$

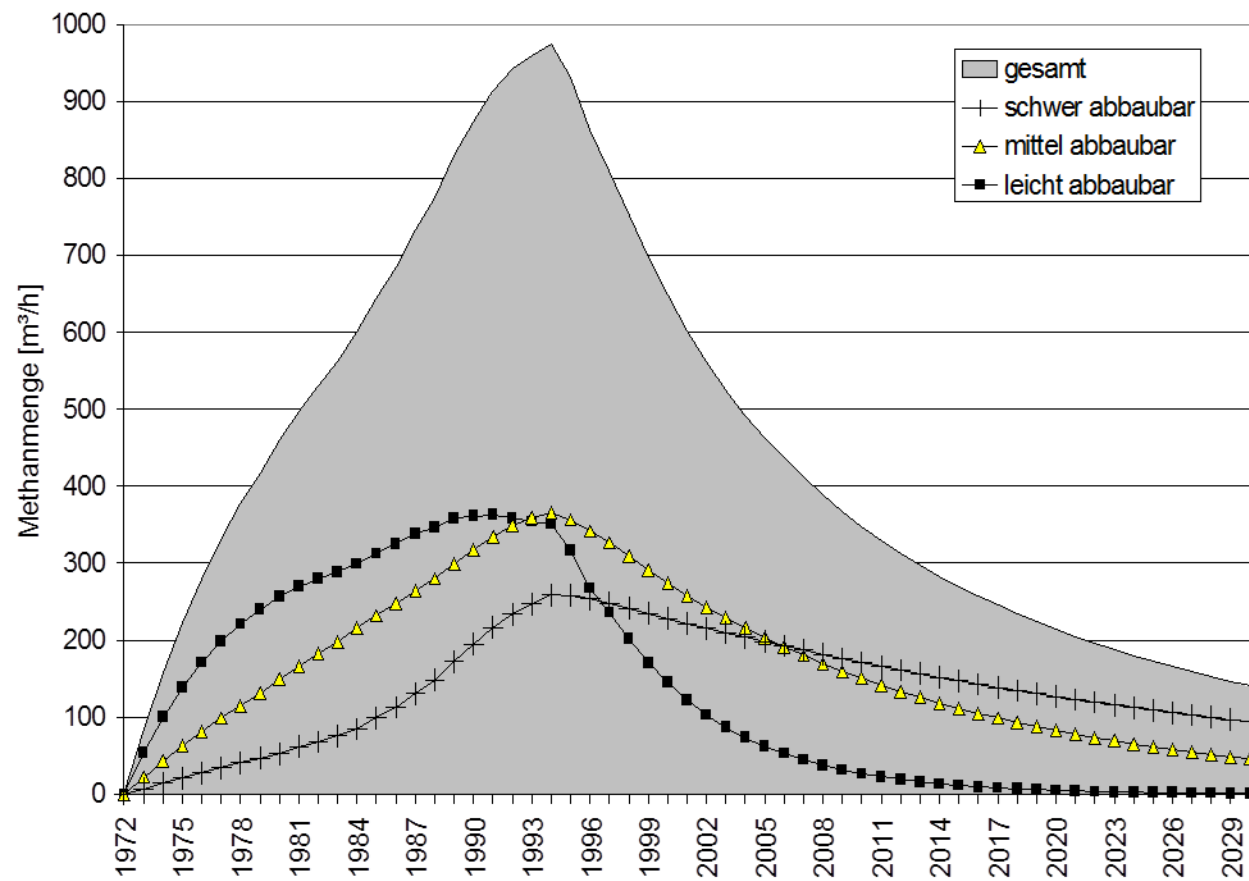
where:

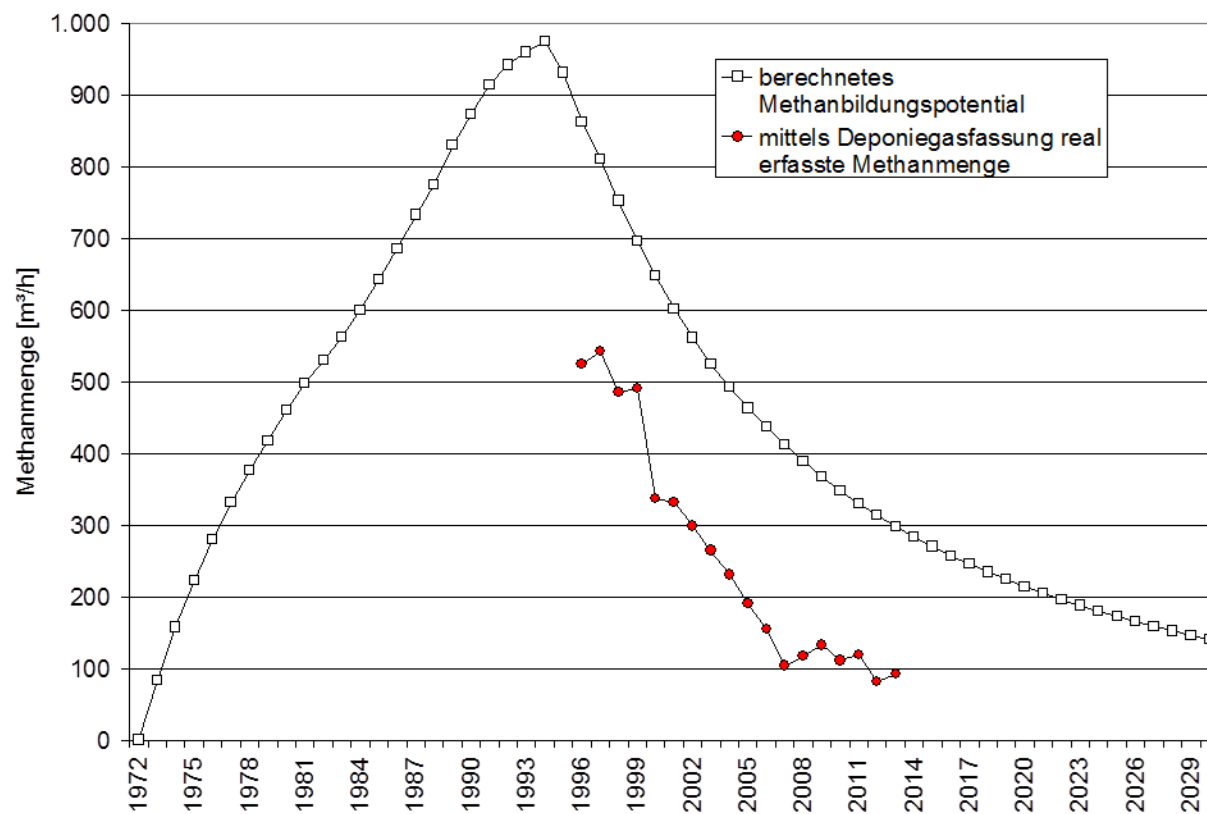
$\text{CH}_4 \text{ emitted}(T)$ = mass of CH_4 emitted in year T, Gg

$\text{CH}_4 \text{ generated}(T)$ = mass of CH_4 generated from decomposable material in year T, Gg

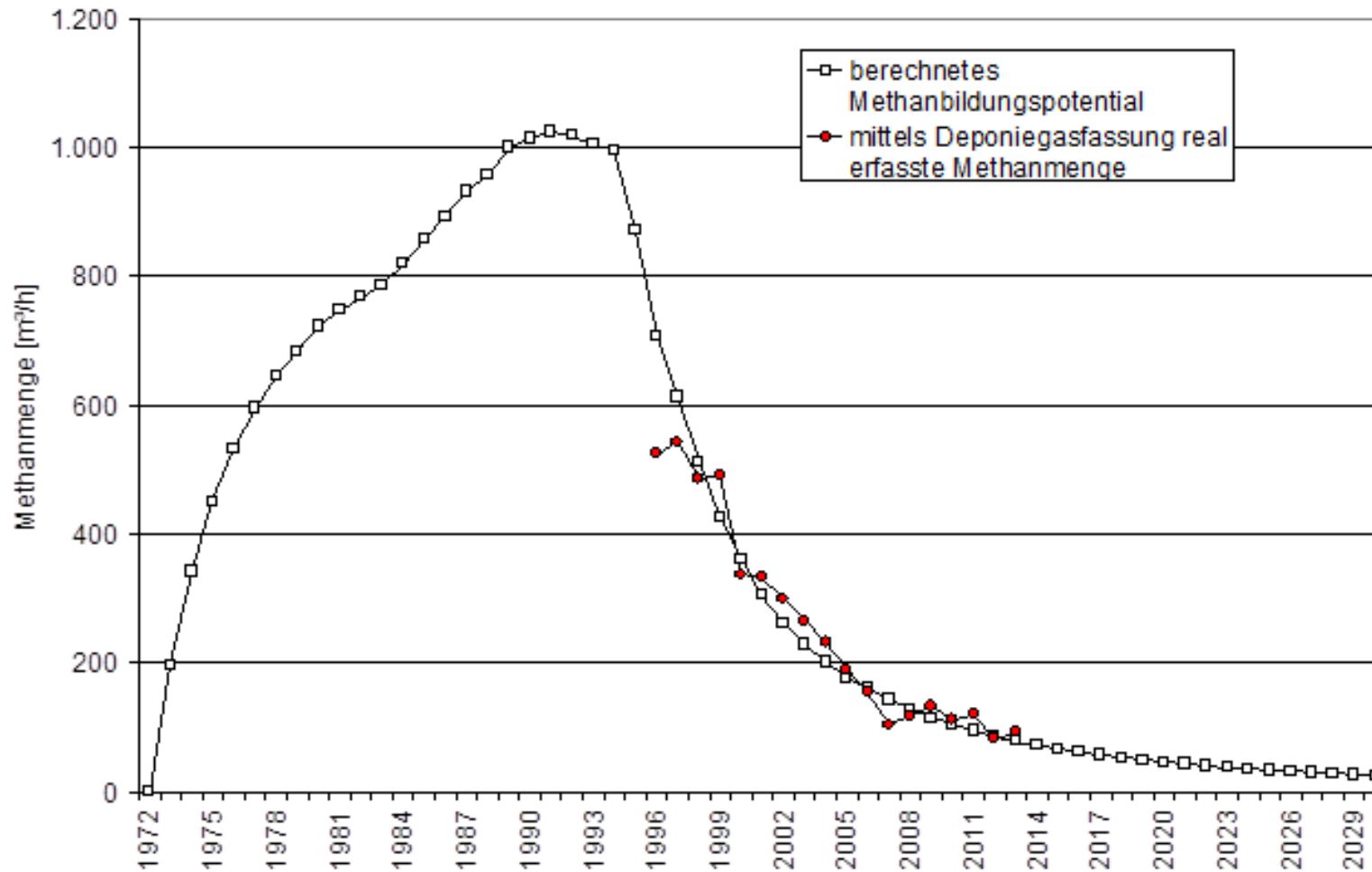
R_T = mass of recovered CH_4 in year T, Gg (recovered and combusted in a flare or energy device)

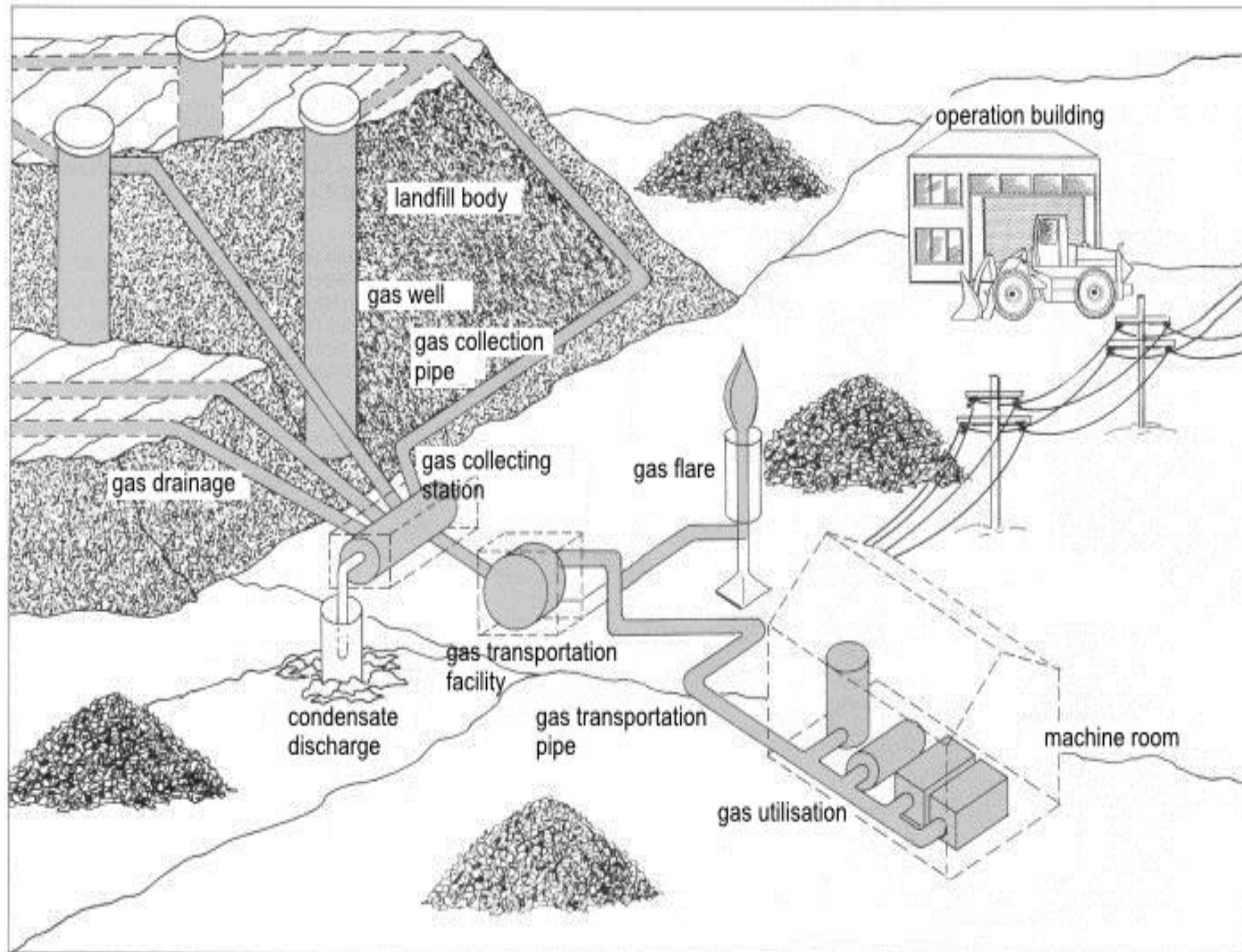
OX_T = oxidation factor in year T, (fraction)

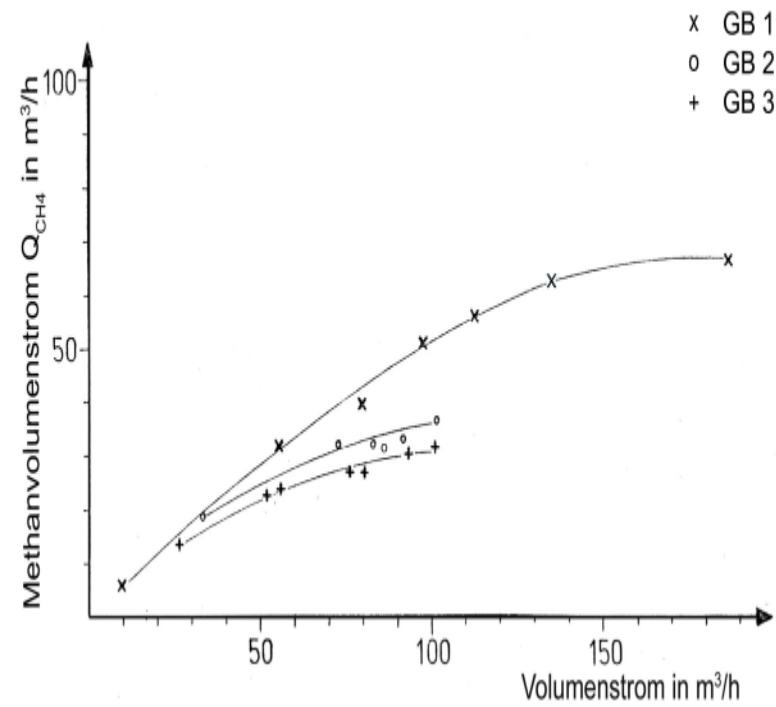
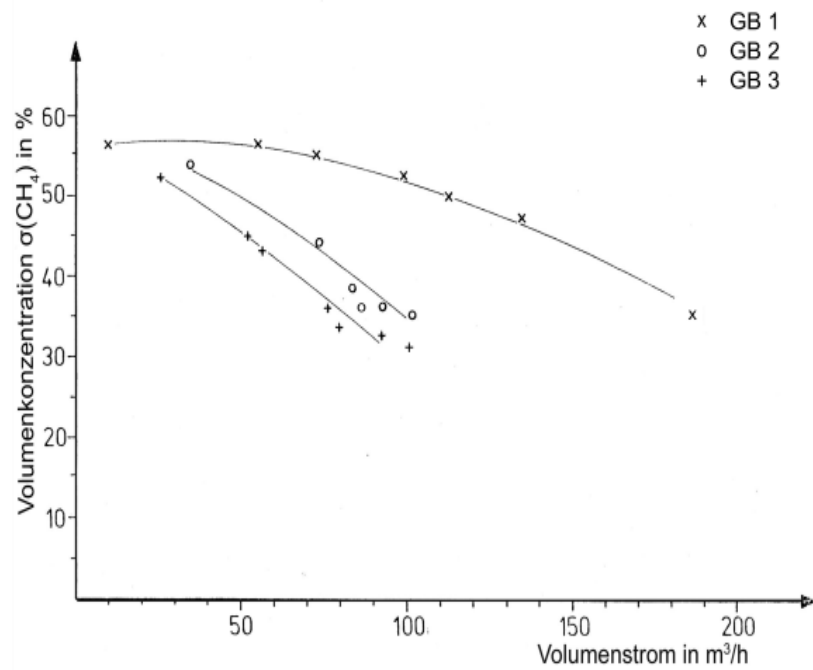




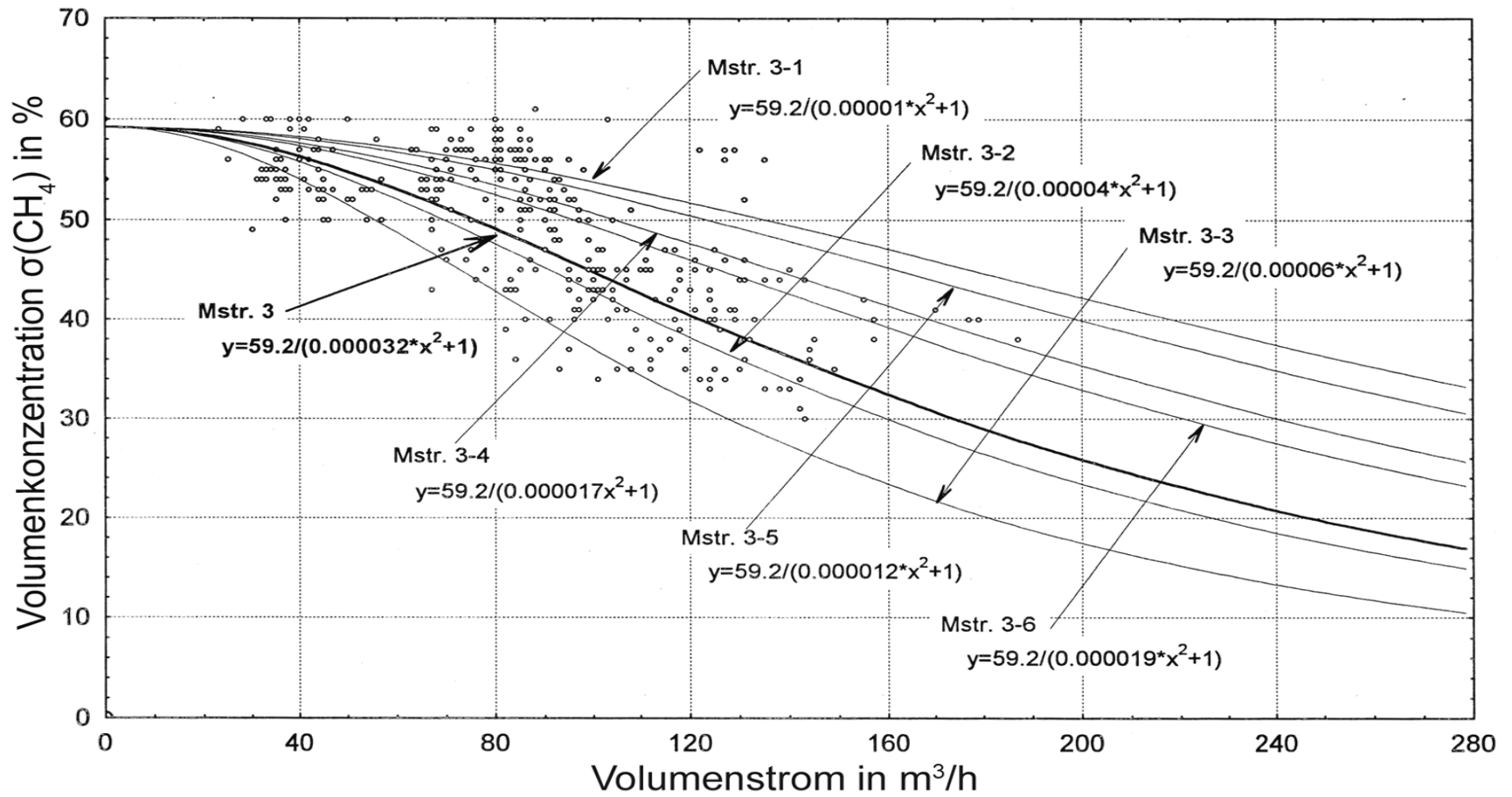
Guter Erfassungsgrad

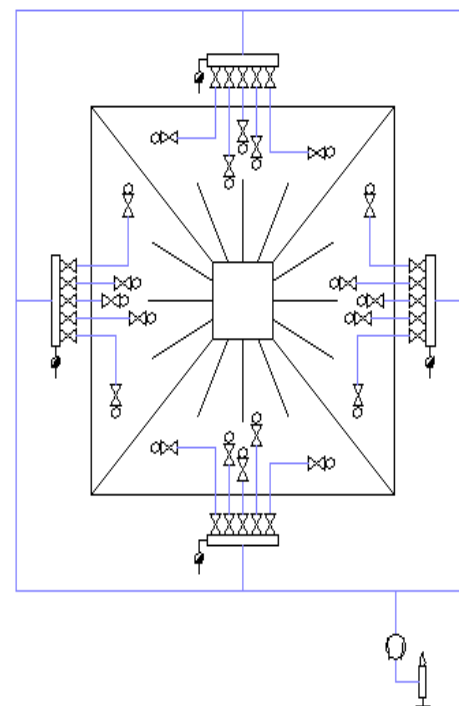
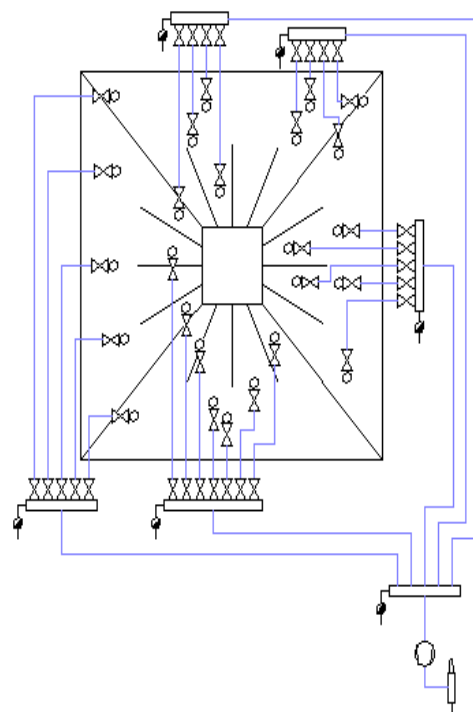
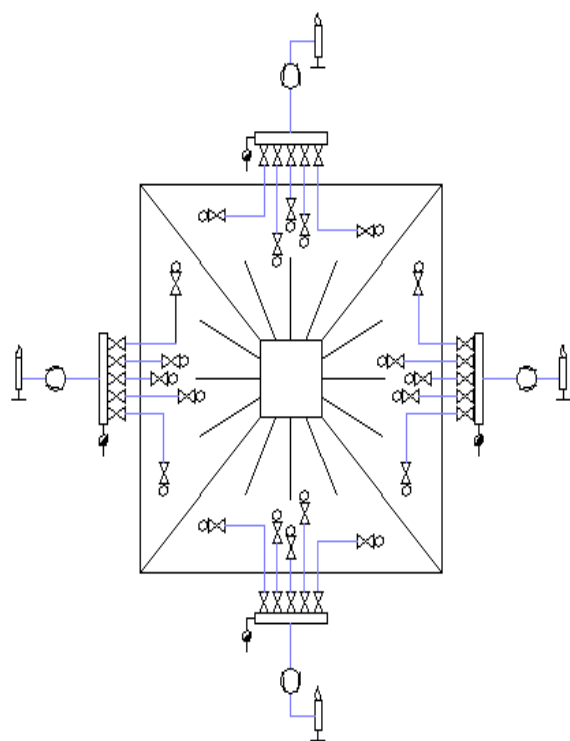






$$\sigma(\text{CH}_4) = \sigma(\text{CH}_{4,\text{Anf}}) / (1 + b \cdot v^2)$$





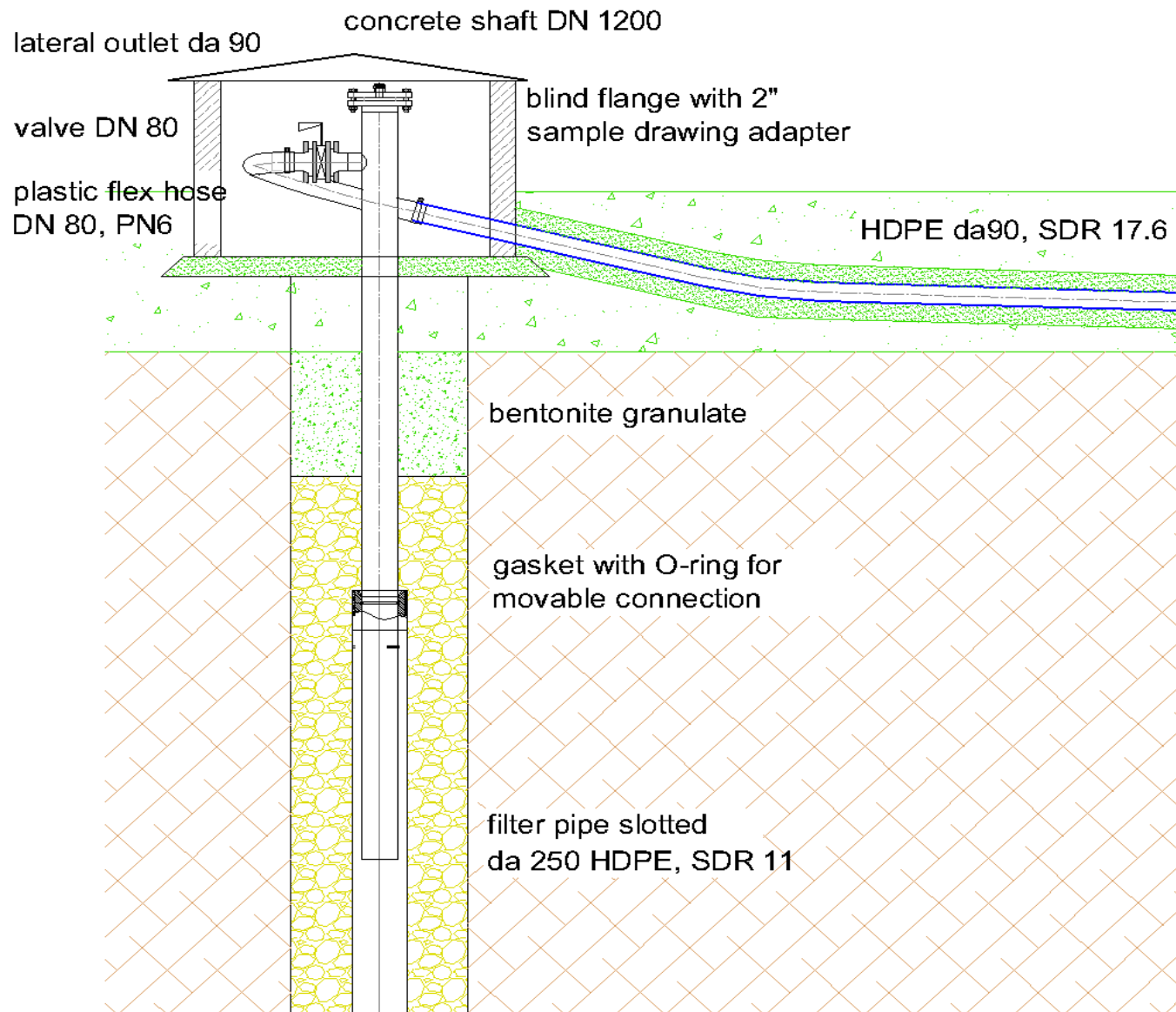
○ gas well

⊙ dewatering unit

⋈ valve

○ blower

— connecting pipe
⌞ flare



the pipes are straight and centrally in the borehole

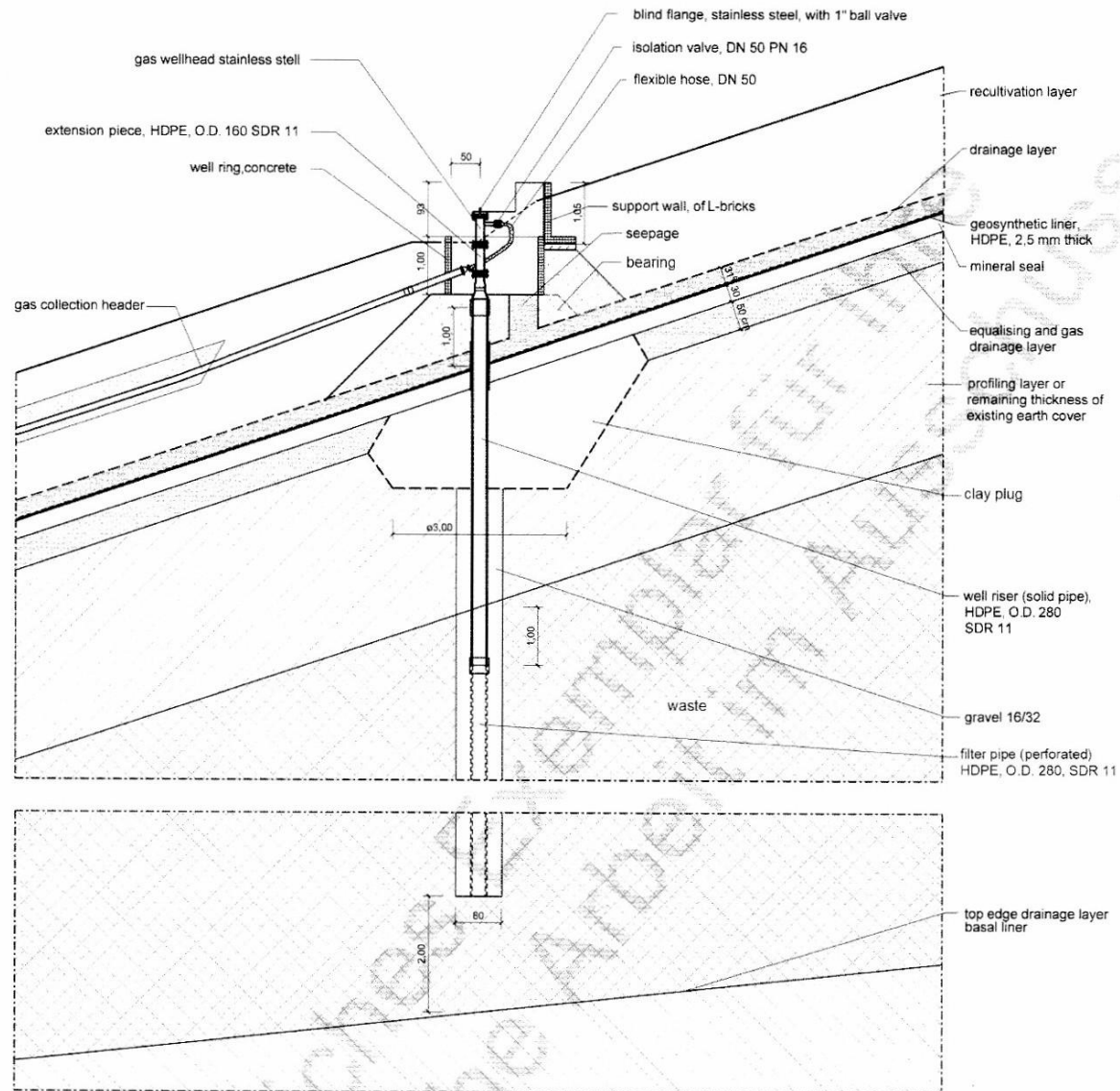
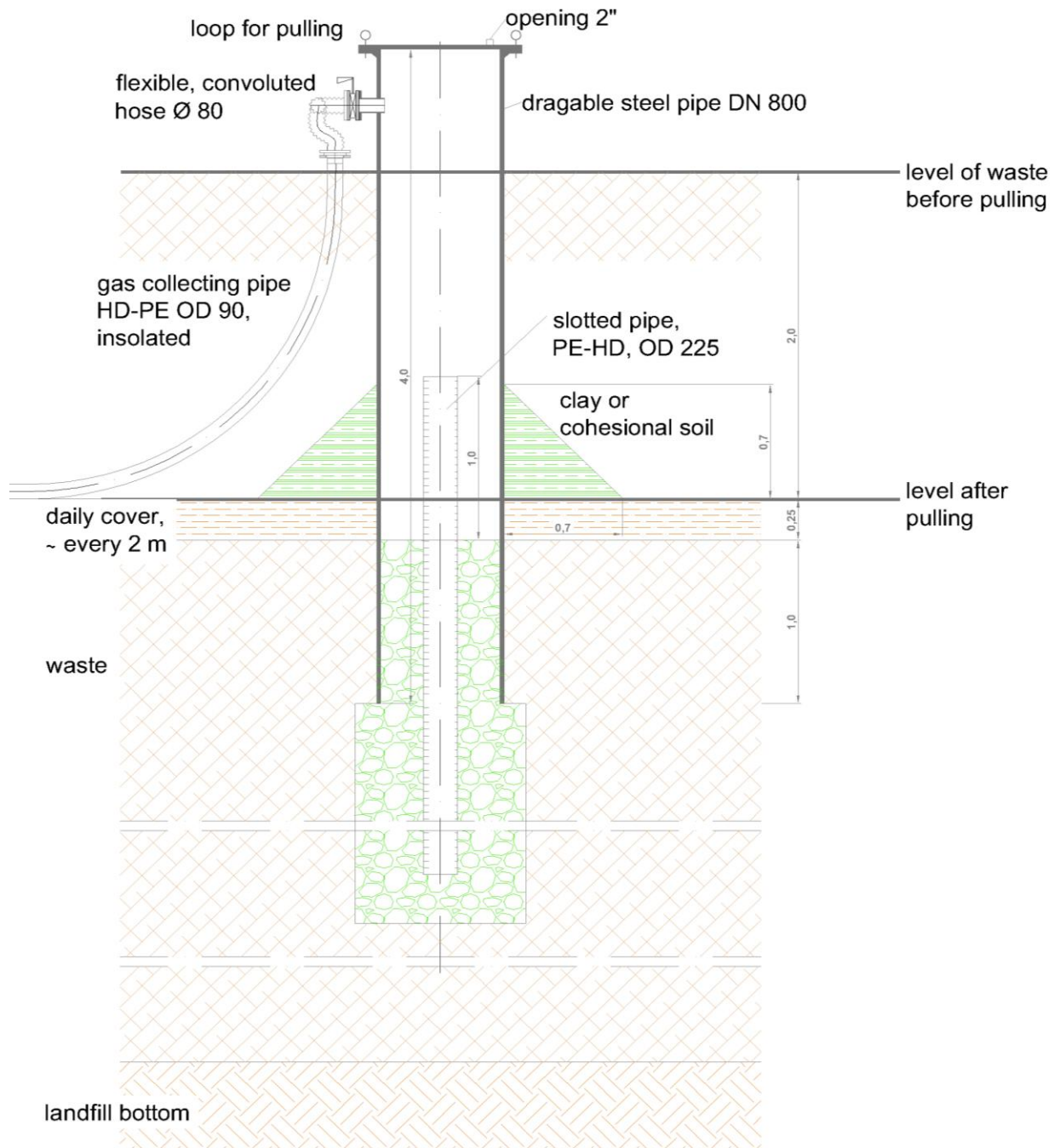


Figure 4. Example of a gas well design

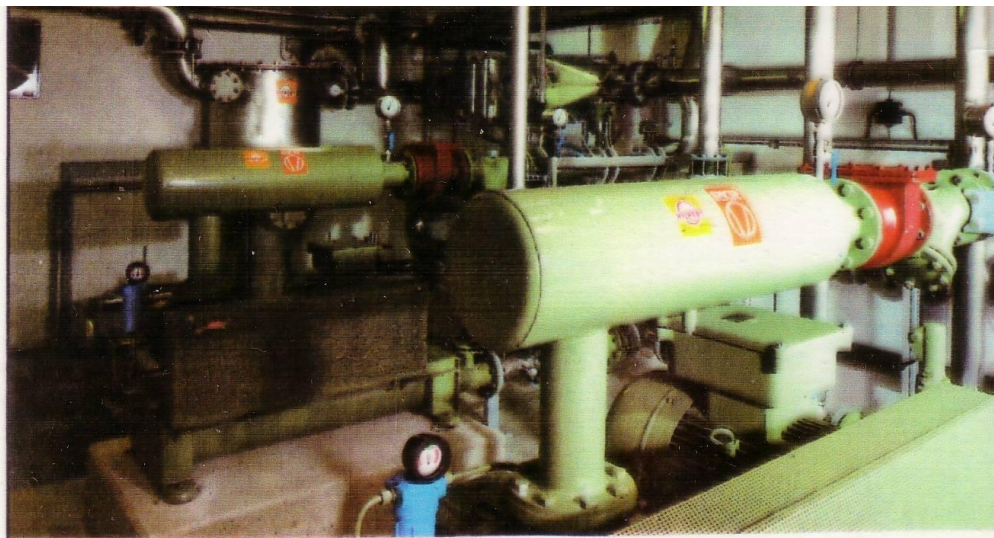






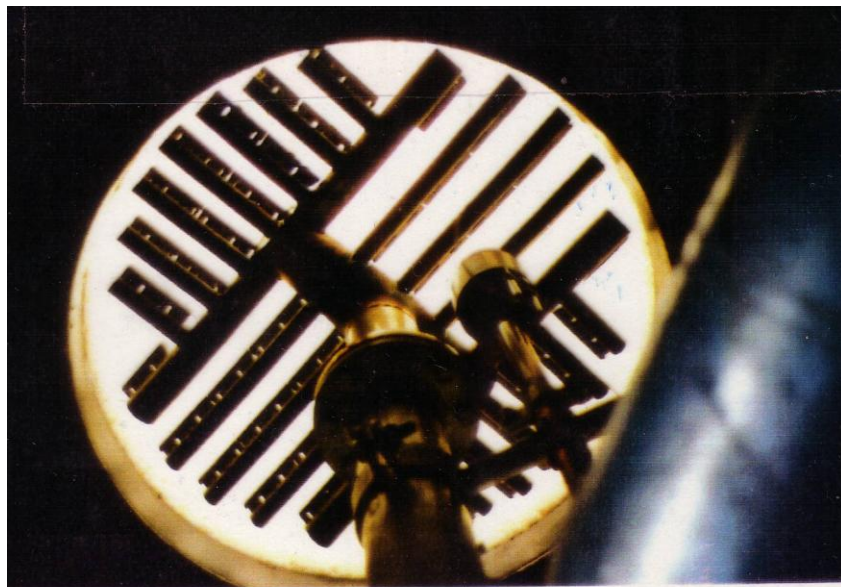




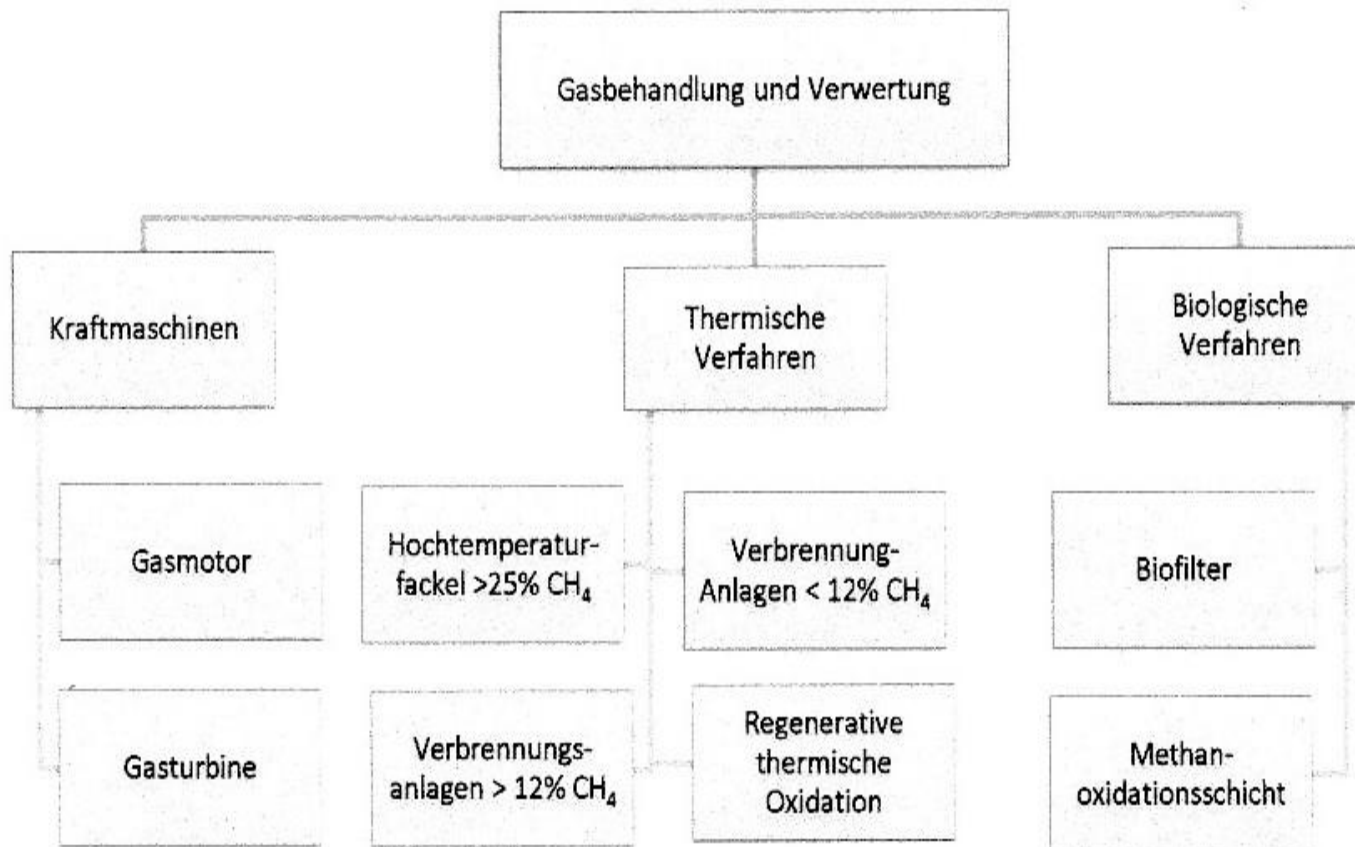


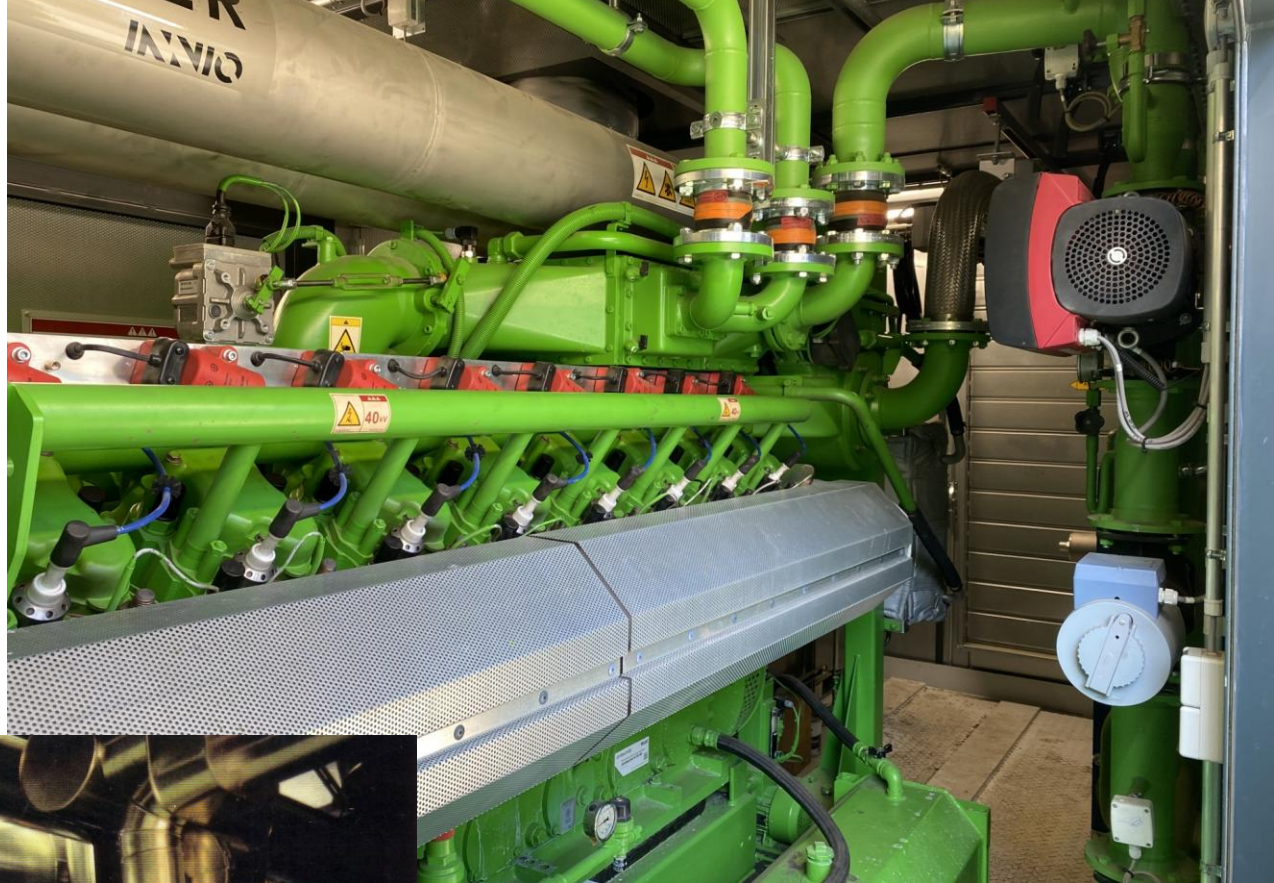






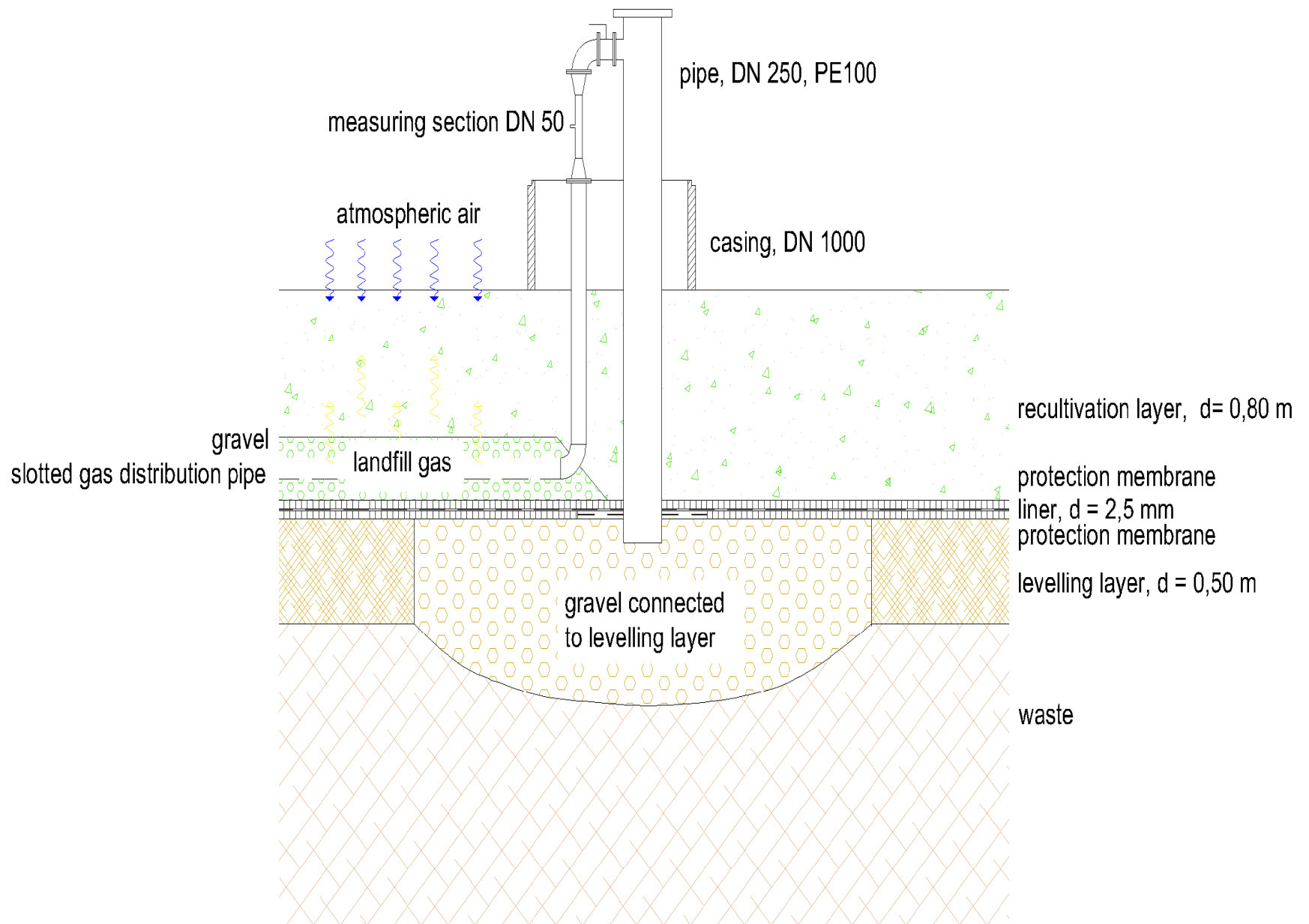












Thank you very much for your
attention

- „Bundeseinheitlichen Qualitätsstandard 10-1 „Deponiegas“, **veröffentlicht zum 1.3.2022**, basiert im wesentlichen auf VDI Richtlinien :
- VDI 3899 Blatt 2 (Emissionsminderung, Deponiegas, Systeme zur Deponiegaserfassung und Belüftung), November 2020
- VDI 3899 Blatt 1 (Emissionsminderung, Deponiegas, Deponiegasverwertung und –behandlung) Mai 2016, demnächst Überarbeitung im Gründruck
- VDI 3790 Blatt 2 (Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Deponien)
- „**Messen von Deponiegasen**“ VDI 3860. Diese Reihe besteht ebenfalls aus 4 Richtlinien, wobei neben den Grundlagen in Blatt 1, die Messungen im Gaserfassungssystem (Blatt2), Messungen von Methan an der Deponieoberfläche (Blatt 3) sowie Messungen im Untergrund (Blatt 4) behandelt werden.

- Richtlinie berücksichtigt unterschiedliche Deponiegassituation:
- Es gibt klassische Deponie DK II mit noch wesentlicher Gasbildung, Deponieentgasung und Gasverwertung,
 - Teilweise unterschiedliche Abschnitte,
 - Deponien mit ausgeprägtem Schwachgasauftreten.
 - Deponien mit Aerobisierung durch Einblasen von Luft falls $C_{org} < 12 \text{ g C}_{org}/\text{kg TM}$) und Gasverwertung nicht mehr wirtschaftlich.
 - Deponien mit passiver Entgasung.
 - Deponien, mit nur noch geringfügiger Deponiegasbildung.
- Dies ist der Hintergrund, von dem eine Richtlinie ausgehen muss.

- **Was ist das Ziel:**
- keine nachteiligen Auswirkungen, Klimaschutz.
- Also Ziel => optimaler Erfassungsgrad (möglichst nahezu 100 % (?), dieser Wert steht nicht in der VDI Richtlinie und im BQS) in allen Phasen und Zuständen einer Deponie.
- Der Begriff: hinreichende Emissionsbegrenzung: 5 Jahre FID Werte im Mittel passiv unter 10 ppm, Einzelwerte nicht über 100 ppm.
-
- bestimmungsgemäßer Betrieb (Betrieb, für den die Deponieentgasungsanlage bestimmt, ausgelegt, geeignet und genehmigt ist.
- In-situ-Stabilisierung sind Methoden zur Beschleunigung biologischer Abbauprozesse, unabhängig von der eingesetzten Technologie. Die Stabilisierung einer Deponie ist aber nicht das Ziel bei VDI Richtlinie oder dem BQS.

- **=> folgende fünf Entgasungskonzepte (aktive und passive Konzepte) sind auch phasenübergreifend möglich:**
 - a) Absaugung bei $\sigma(\text{CH}_4) > 45\%$ während der Abfallablagerung und danach $> 50\%$, der durchschnittliche FID Wert nicht $> 50\text{ ppm}$,
 - b) Wie zuvor aber mit Oberflächenabdichtung und $\sigma(\text{CH}_4) > 50\%$,
 - c) Übersaugung mit $\sigma(\text{CH}_4) > 30\%$ bis ca. $< 10\%$ (Anmerkung: Begrenzung der Anlagenverfügbarkeit $> < 12\% \sigma(\text{CH}_4)$),
 - d) Einblasen von Luft in den Deponiekörper,
 - e) Passive Entgasung unterhalb eines gasdichten Oberflächenab-dichtungssystems mit Methanoxidation. (Passive Entgasung nach BQS nur, wenn die flächenbezogene relevante Emission unter $0,5\text{ l/m}^2\cdot\text{h}$ abgesunken ist.