

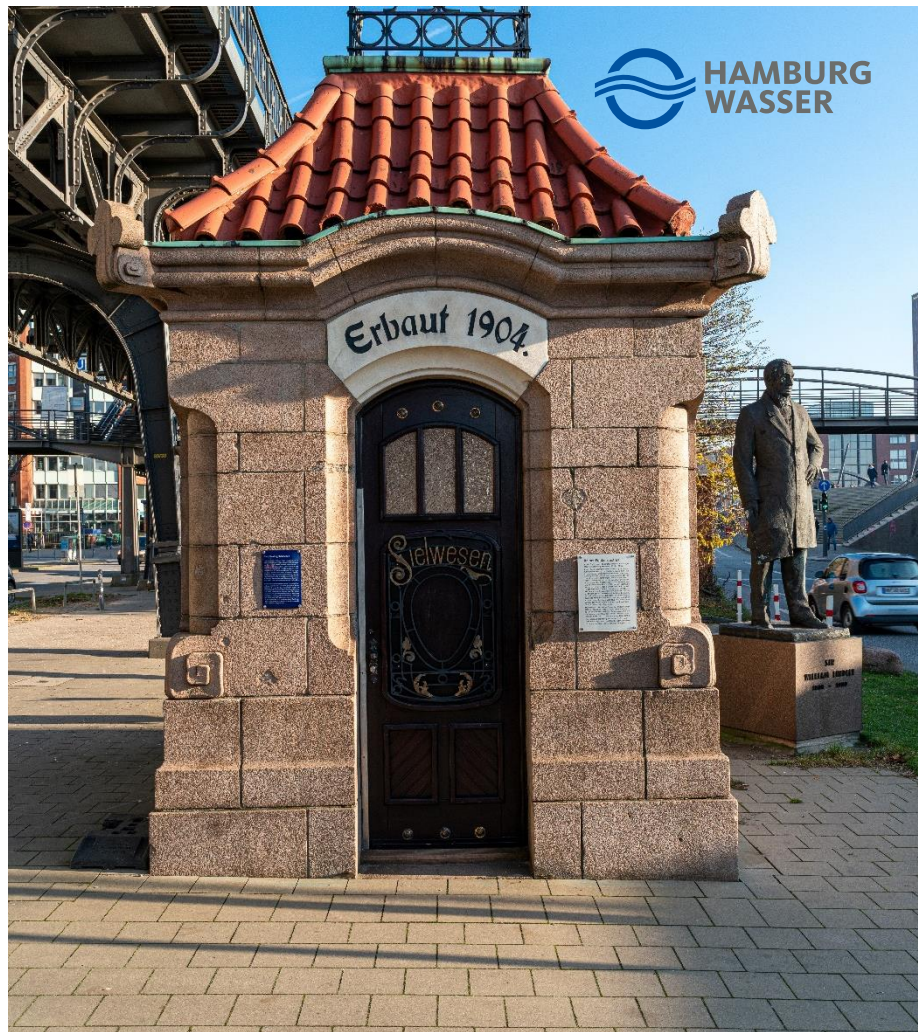


MESSUNG UND MAßNAHMEN ZUR REDUKTION VON THG-EMISSIONEN AUF DEM HAMBURGER KLÄRWERK

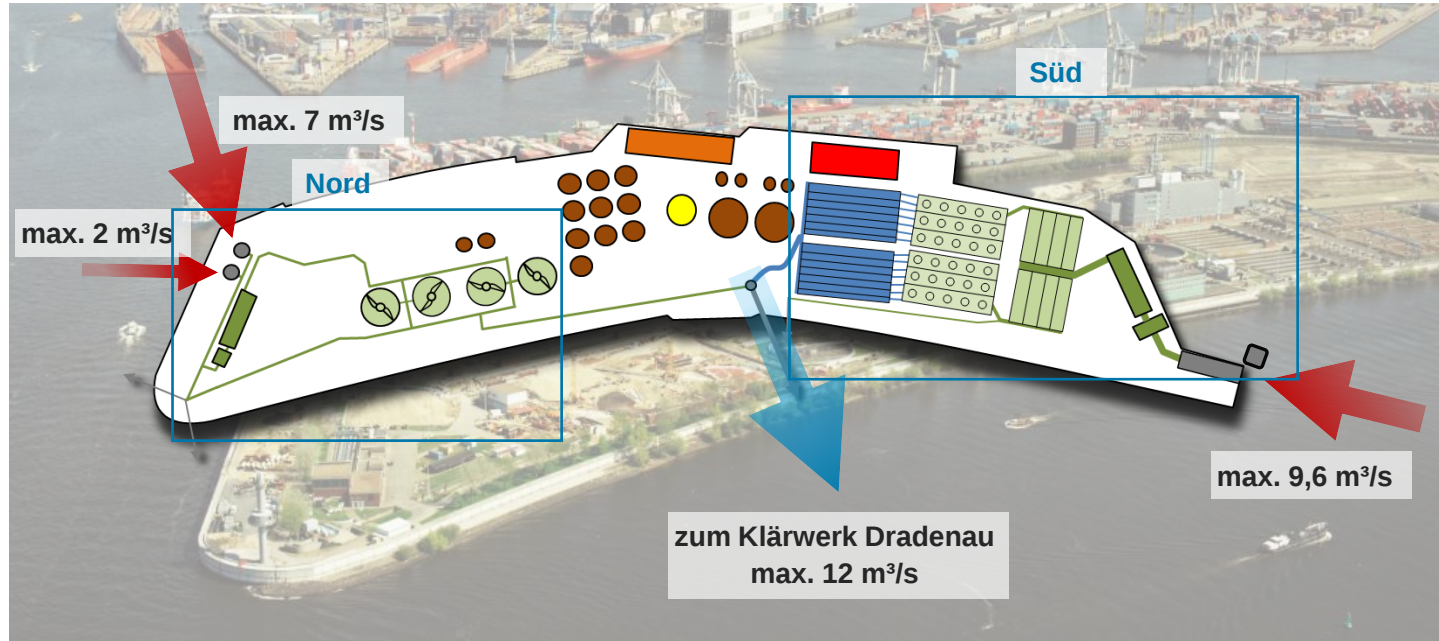
Judith Niebuhr / Arnold Schäfer

AGENDA

- 1 KLÄRWERK HAMBURG
- 2 LACHGAS
- 3 METHAN
- 4 FRAGEN UND DISKUSSION

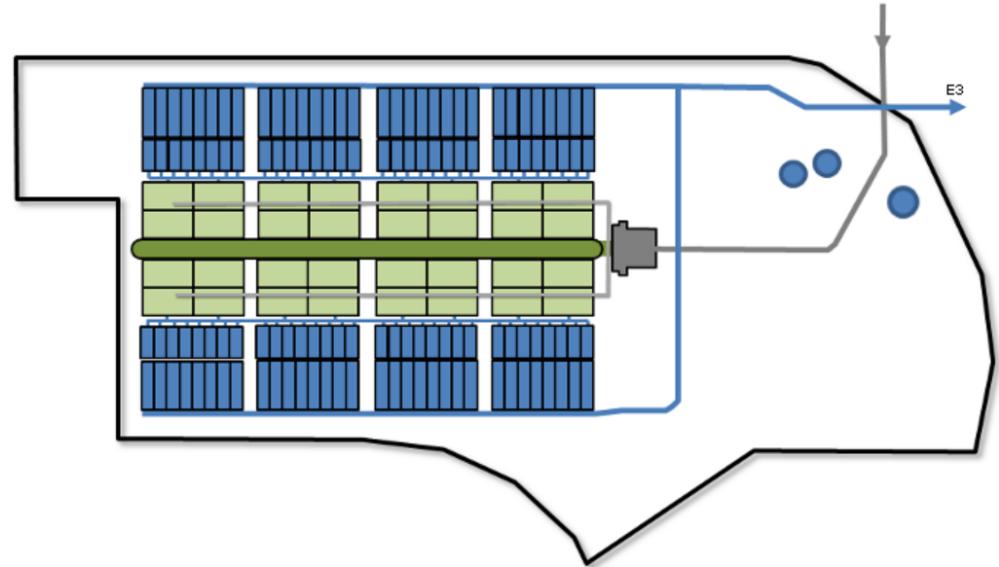
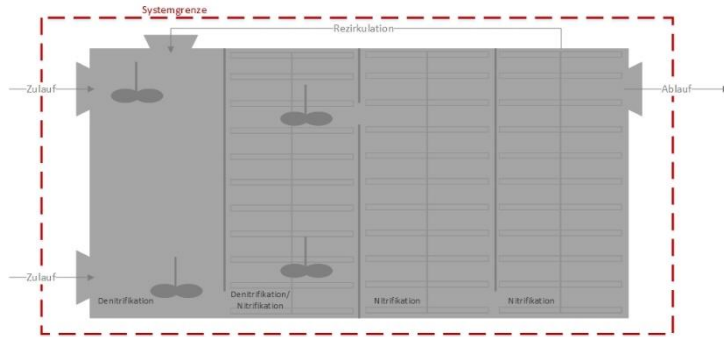


Klärwerk Hamburg - Köhlbrandhöft



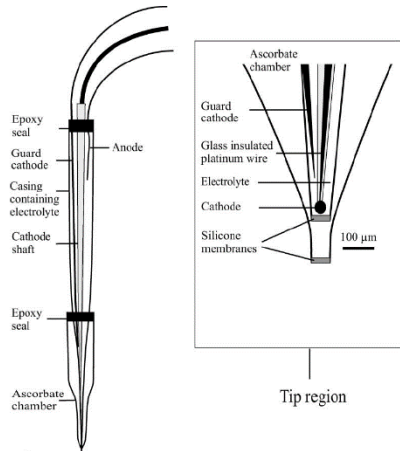
Klärwerk Hamburg - Dradenau

- 16 Belebungsbecken
- 64 Nachklärbecken
- 3 Beckenzonen
 - Unbelüftet
 - Wechselbelüftet
 - Dauerbelüftet

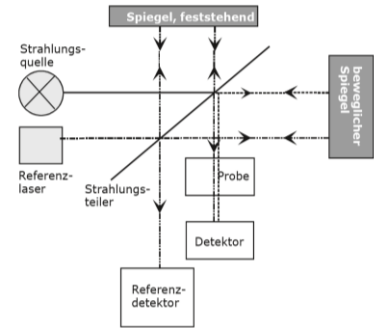
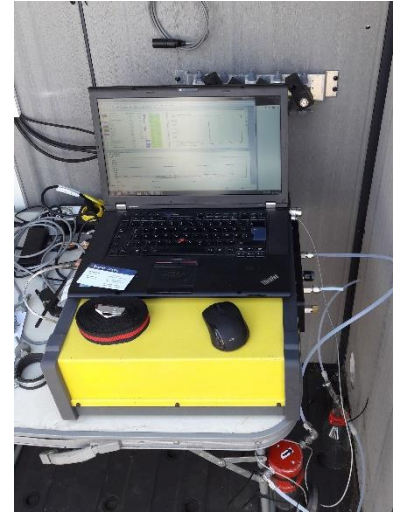


Lachgasmessung - Messgeräte

Lachgassensor Unisense



FTIR-Spektrometer

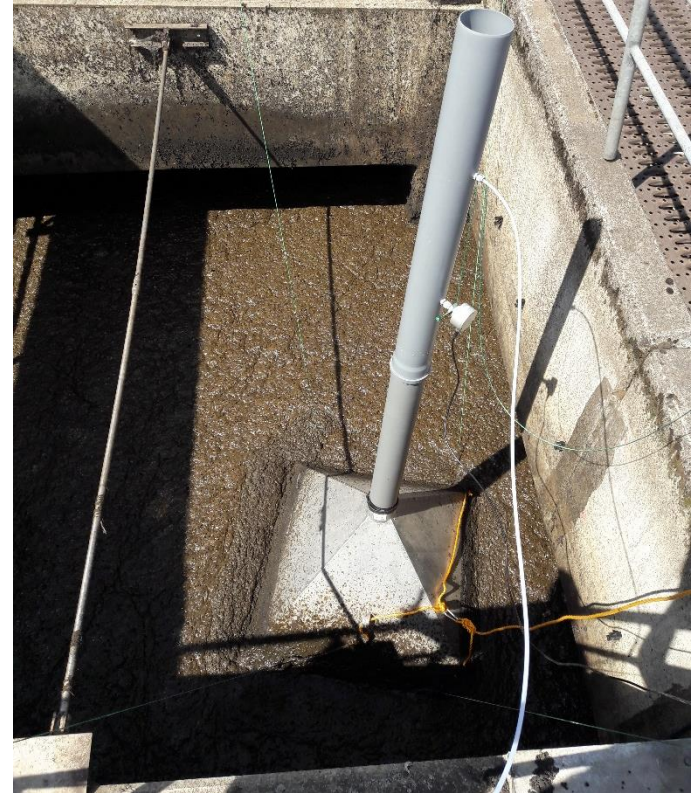


Messkampagne zur Emissionsbestimmung mit Lachgassensor und FTIR-Spektrometer

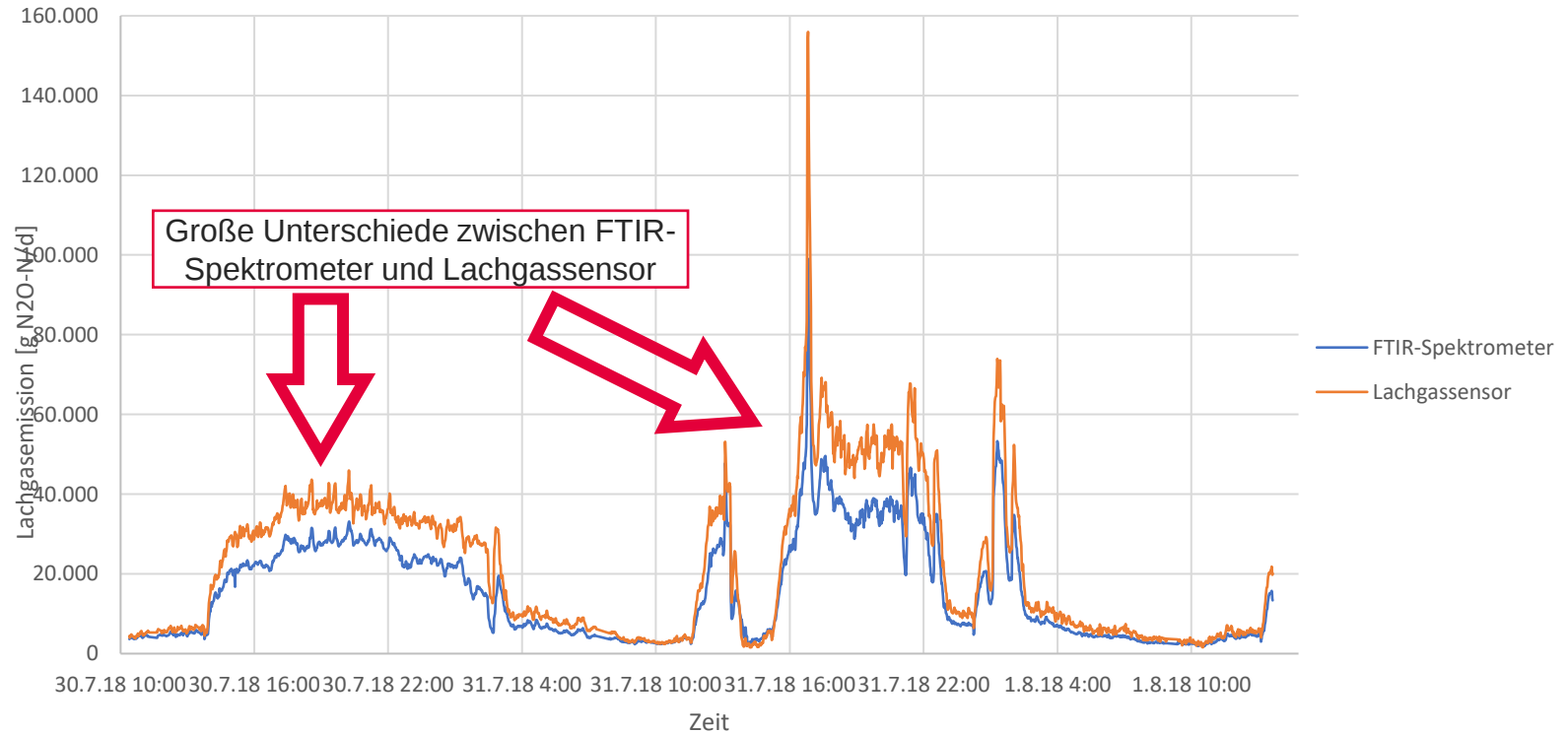
Eckdaten zur Messkampagne:

- Durchführung mit externem Messinstitut
- Ca. 50 h Messdauer
- Quadratische Messhaube mit Abluftkamin
 - Probenahme im Abluftkamin
 - Strömungsmessung im Abluftkamin
- Lachgassonde „unterhalb“ der Messhaube platziert

→ Vergleich der Gas- und Flüssigmessung

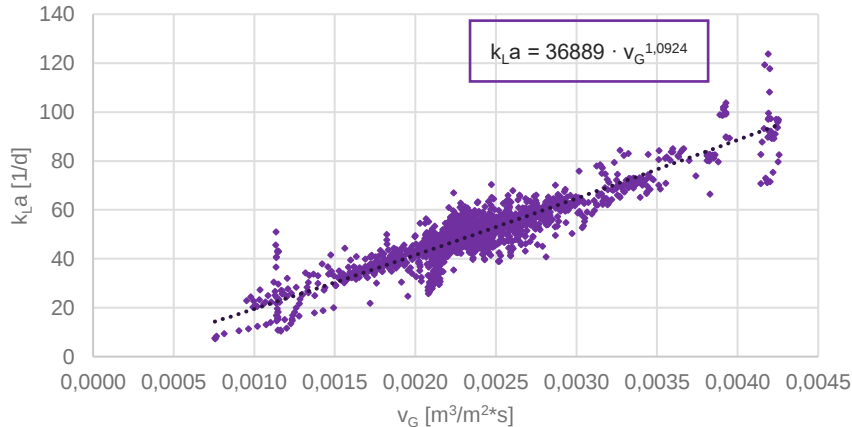


Vergleich der beiden Messungen: Lachgasemissionen



Anpassung der Berechnungsformel für den Lachgassensor

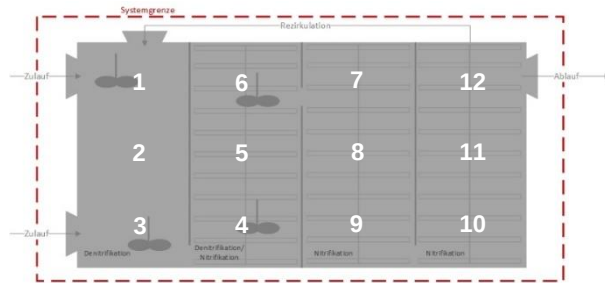
- Anpassung der Berechnungsformel für den Stoffübergangskoeffizienten aus Sensor- und FTIR-Daten
- Gemessene mittlere Konzentration: $\text{N}_2\text{O}_{\text{gas}} \approx 100 \text{ ppm}$
- Belüftung zwischen $3.500 - 19.800 \text{ Nm}^3/\text{h}$



- Auftragung über der Luftgeschwindigkeit
- Schwierigkeit: Luftmengenmessung im Becken ungenau und nicht genau eingrenzbar auf einzelne Beckenzonen

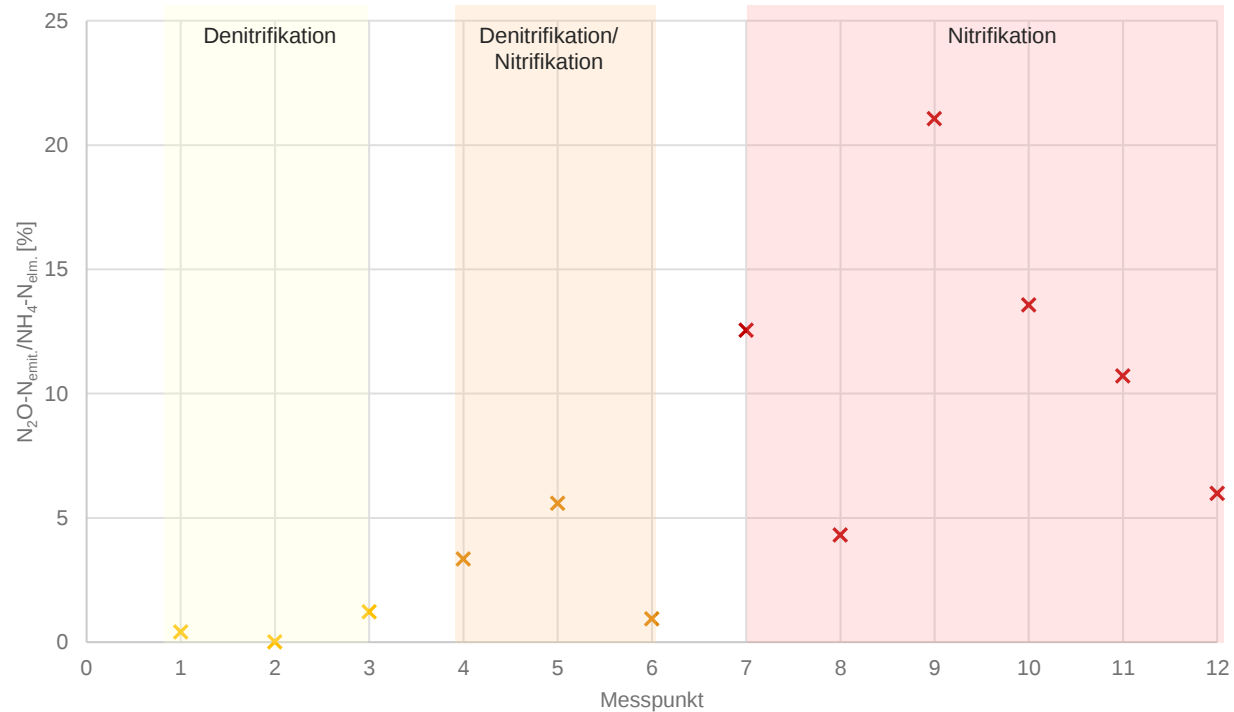
$$k_La = \frac{[\text{N}_2\text{O}]_g \cdot Q_g}{V_B \cdot \Delta[\text{N}_2\text{O}]_{fl}}$$

Messung in den Beckenzonen

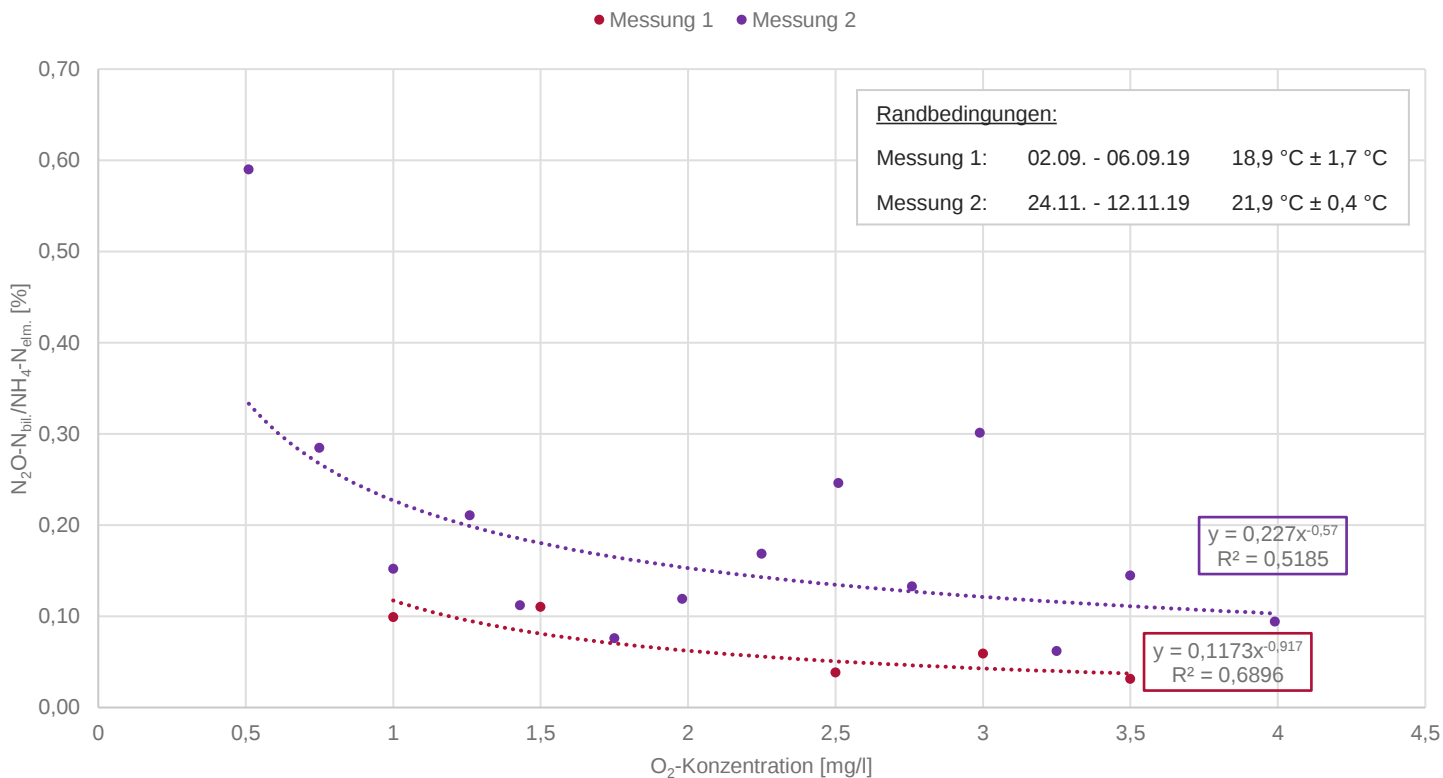


Becken liefen im Normalbetrieb

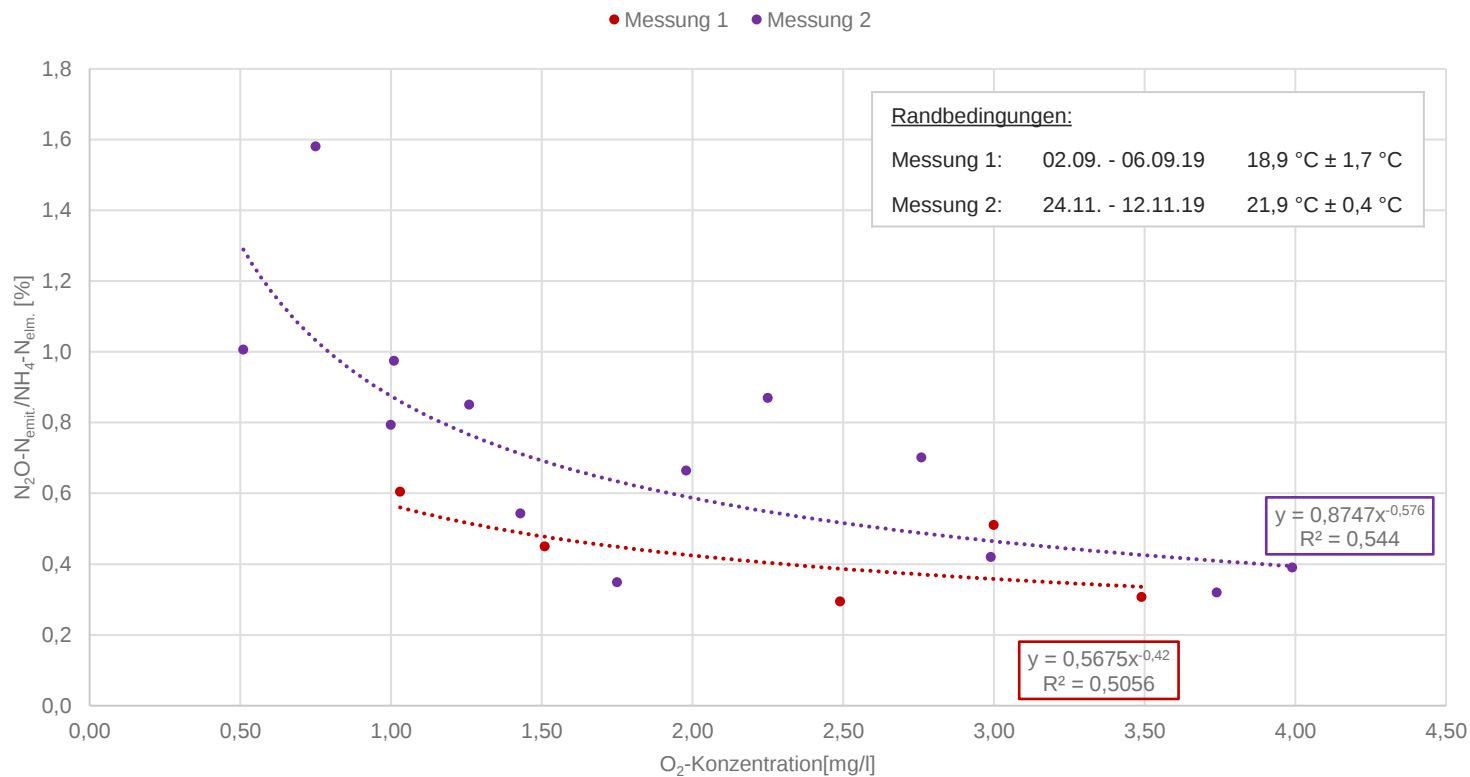
- Belüftung entsprechend der Zulaufmengen
- O_2 -Konzentration von 2 mg/l
- Rezirkulation



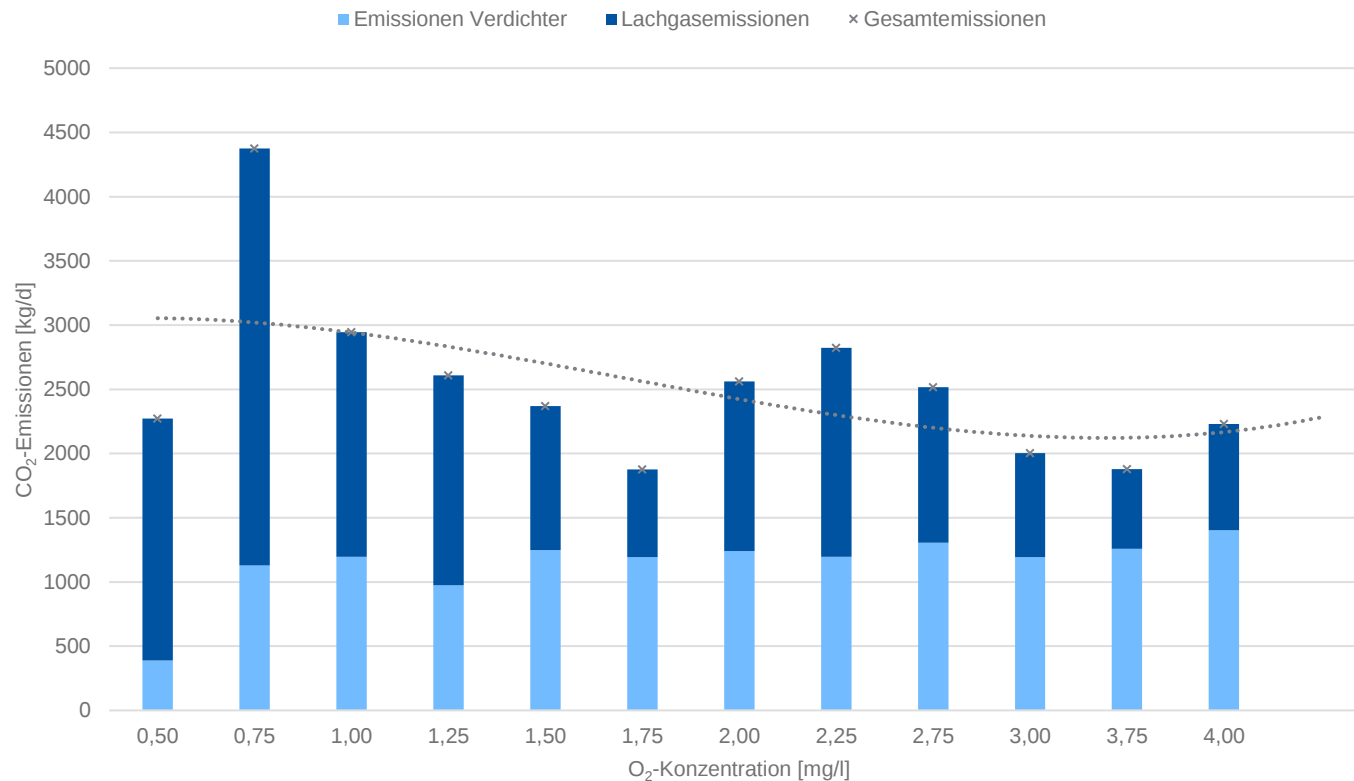
Versuche zum Einfluss der Sauerstoffkonzentration – Lachgasbildung



Versuche zum Einfluss der Sauerstoffkonzentration – Lachgasemission

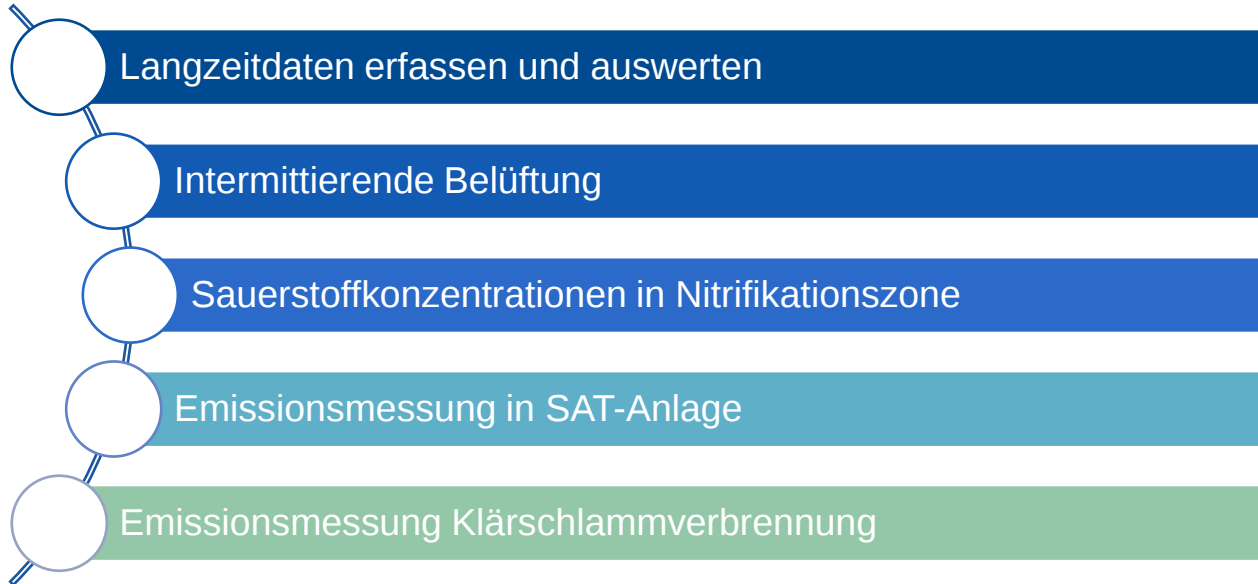


CO₂-Betrachtung – Lachgas und Verdichter



Ausblick Lachgasmessung

Betriebliche Optimierungen um Lachgasbildung zu minimieren



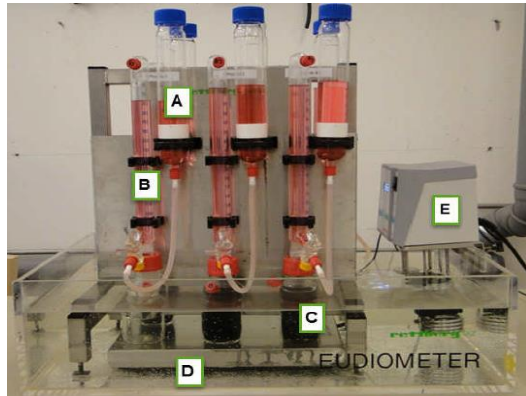
Faulschlammstapelbehälter



Ermittlung Emissionen Faulschlammstapelbehälter

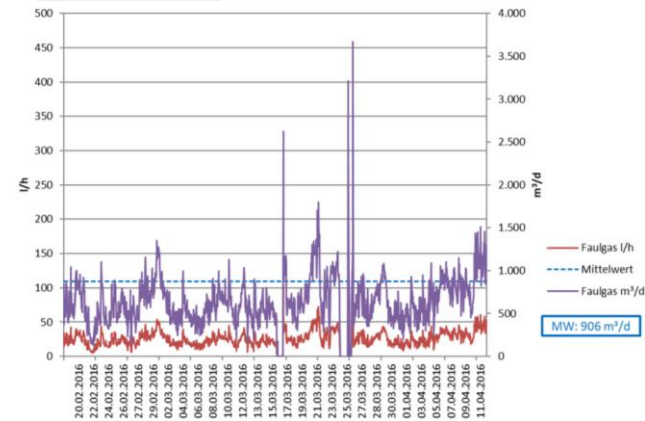
- Bestimmung der Faulgasneubildung im Eudiometer und mit PET-Probenbeuteln
 - Unbelüftete und belüftete Schlammproben
 - Zeitraum 24 - 65 h
 - Analyse im Gaschromatographen

Eudiometer



- Bestimmung der Faulgasneubildung mit Messhaube
 - Messung über 2 Monate
 - Trommel-Gaszähler
 - Analyse im Gaschromatographen

Verlauf Messhaube



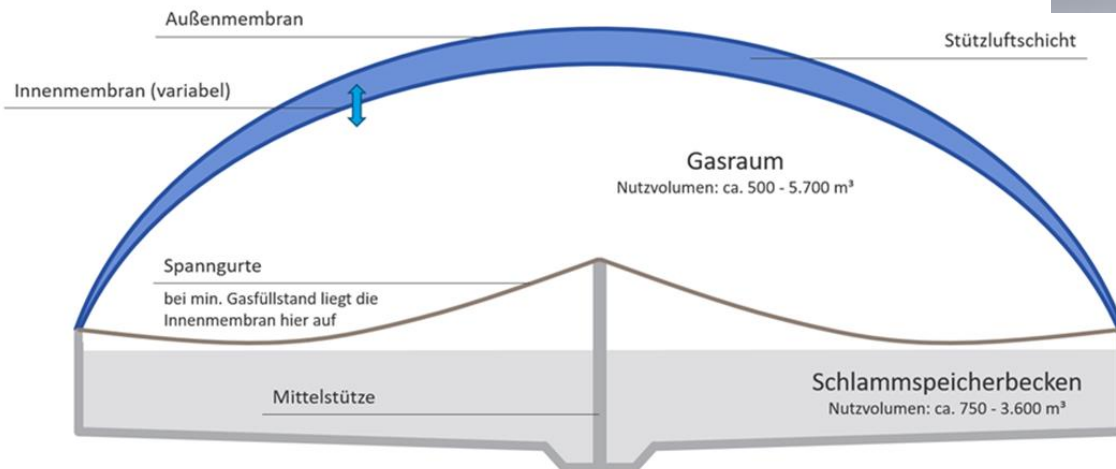
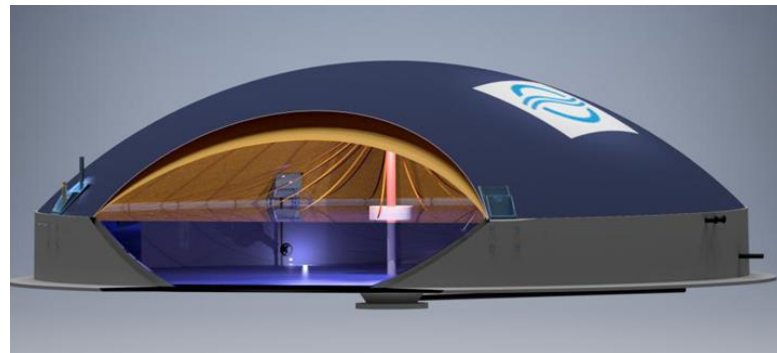
- Gasanfall zwischen 800 m³/d und 3.100 m³/d
 - 61 % Methan und 39 % CO₂

Planung Doppelmembrangasspeicher

Betonsanierung und Beschichtung der Gaswechselzone

2 redundante frequenzgeregelte Stützluftgebläse mit Notstromversorgung, Stützluftdruck: ca. 5 mbar

Gasdruck: ca. 5,1 mbar



3 frequenzgesteuerte Rührwerke

Gastechnikcontainer mit Gasverdichter und Messung für Gasmenge und -qualität

Gaswarneinrichtungen











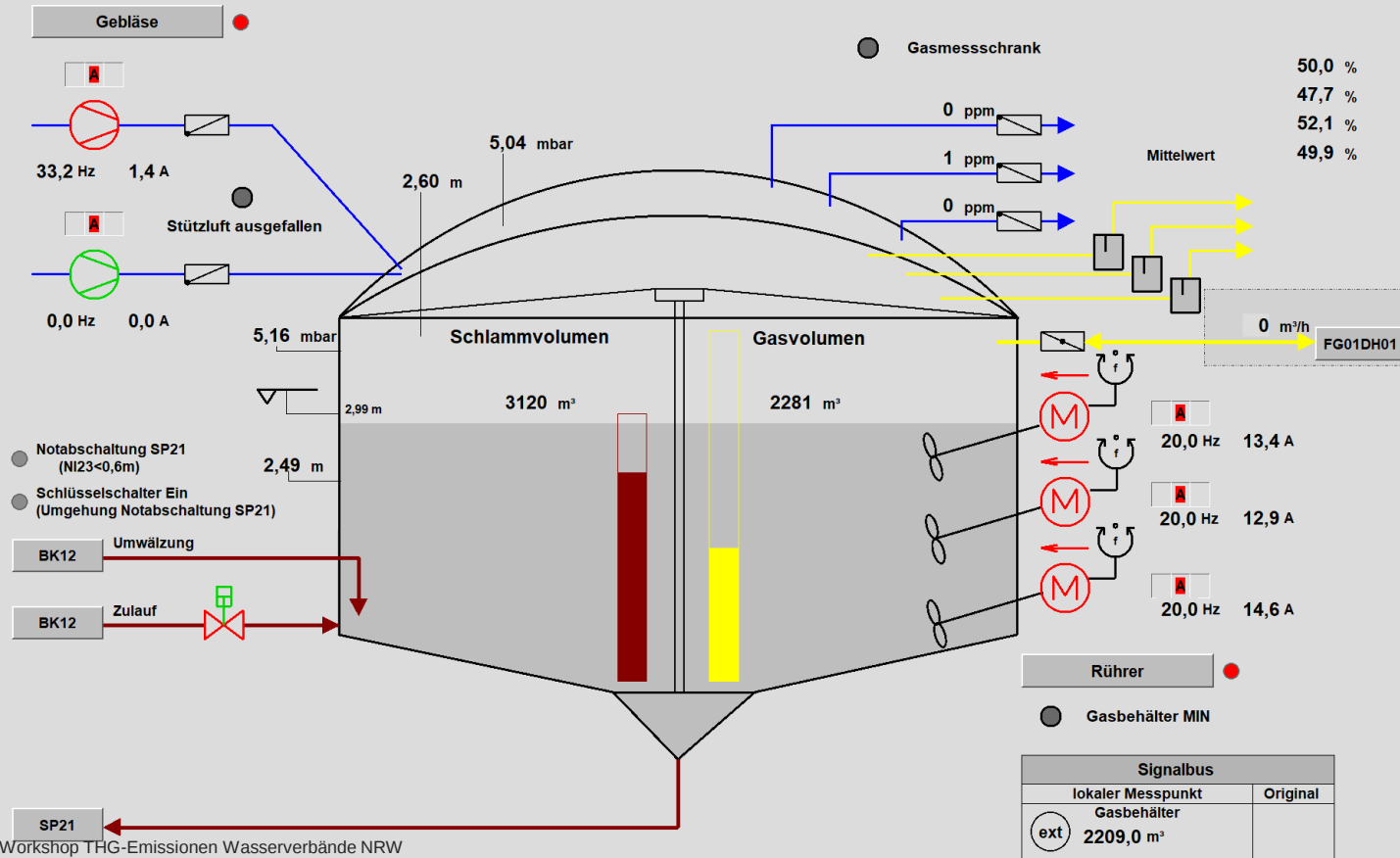




KM10FE01BK02

Faulschlamm- und Foliengasspeicher

KM10FE01BK02...



Doppelmembrangasspeicher

Zur Vermeidung der Methanemissionen eines offenen Faulschlamm-speichers wurde eine Doppelmembran auf dem Behälter errichtet und im November 2019 in Betrieb genommen.

Das erfasste „Restfaulgas“ mit ca. 1.800 m³/d und 61 % Methan (1,7 % der Gesamtfaulgaserzeugung) kann so auch energetisch genutzt werden. Zusätzlich führt die Abdeckung zu einer Erweiterung des Faulgasspeichervolumens um 5.700 m³.

- Kosten: 2,5 Mio. €
- Förderung von 80% der Investitionskosten durch das BMU



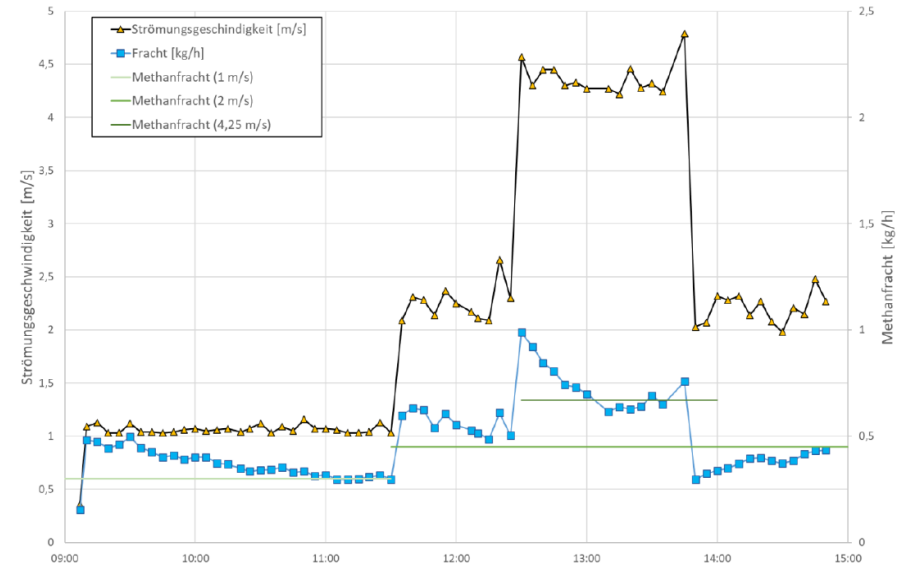
Gefördert durch:



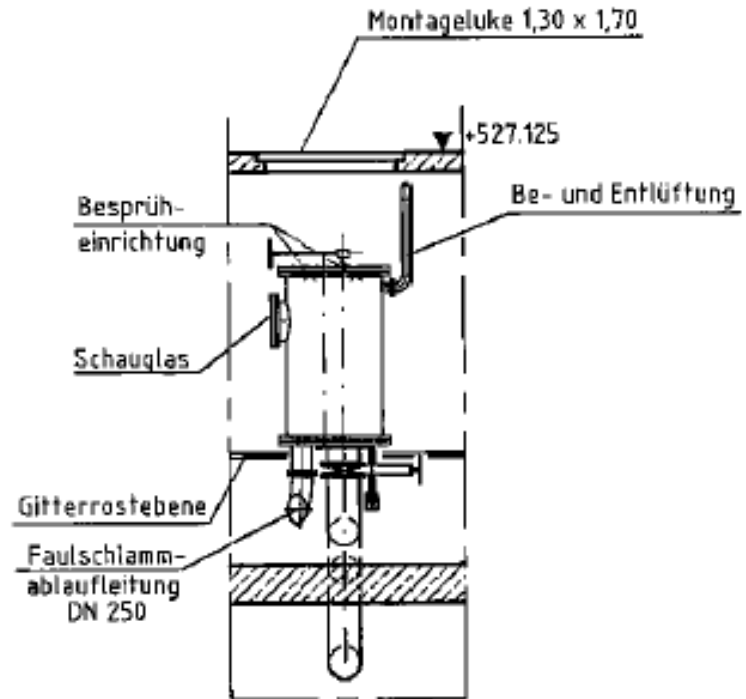
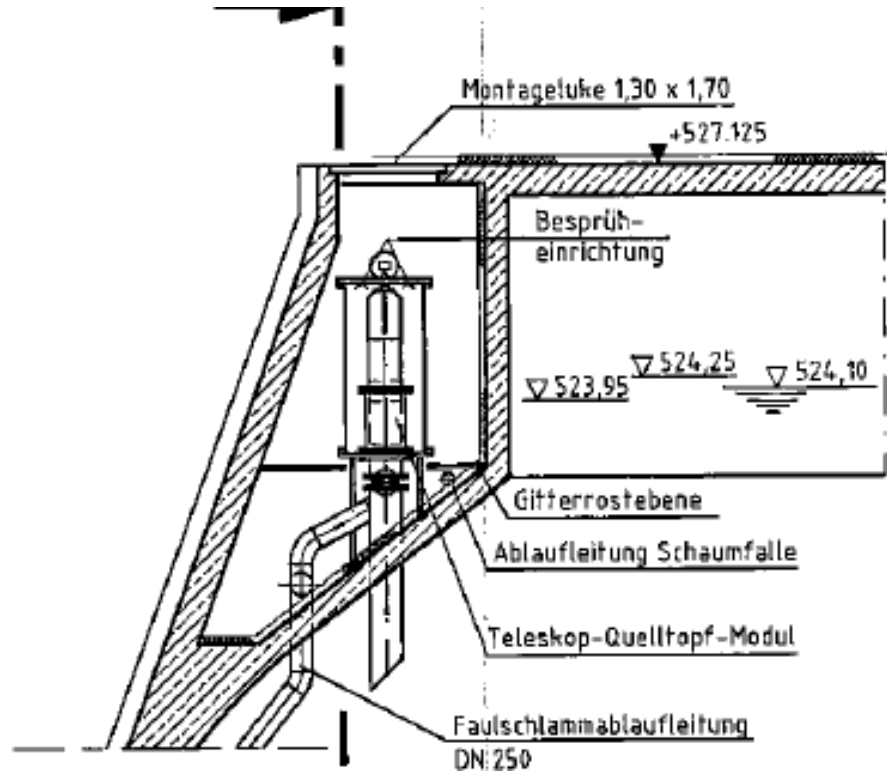
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Ermittlung Emissionen Faulbehältertasche

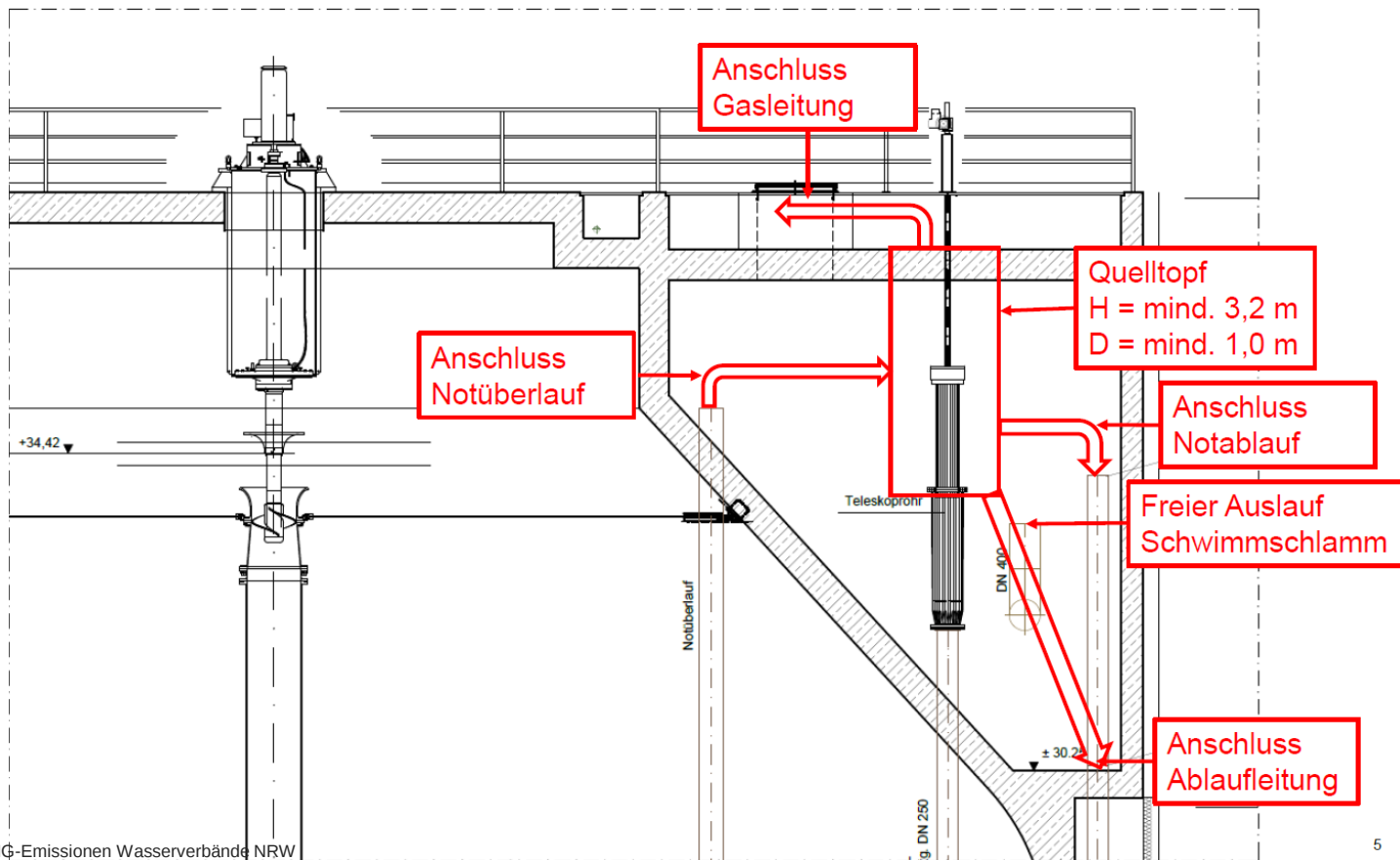
- Messung an einem der acht Hauptfauler über sechs Stunden mit verschiedenen Versuchsphasen
 - Strömungsgeschwindigkeit variiert
 - Messung von Methan und Kohlenstoffdioxid
- 1 m³/h Methan pro Hauptfauler
- 50% Methan und 50 % CO₂
- 0,3 % des Gesamtmethangasertrages



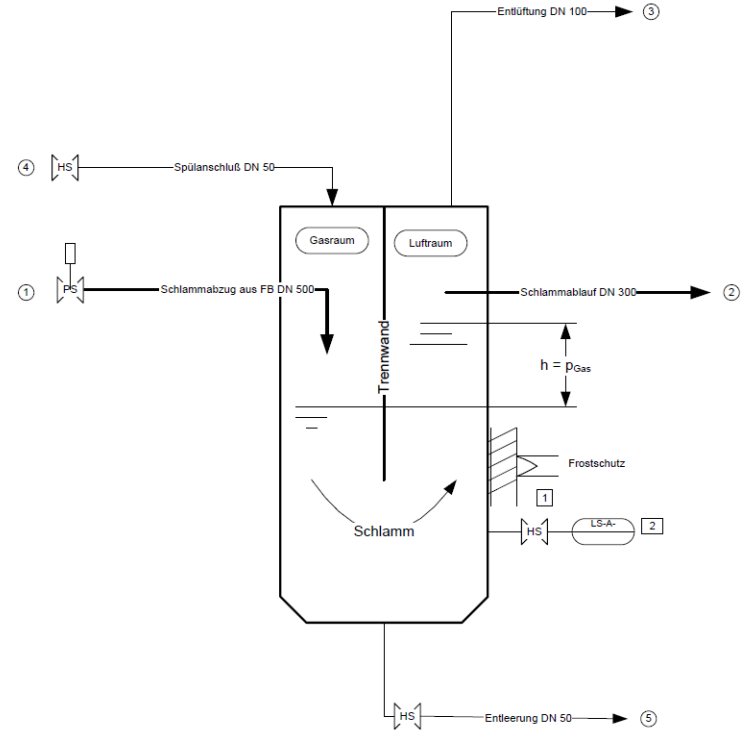
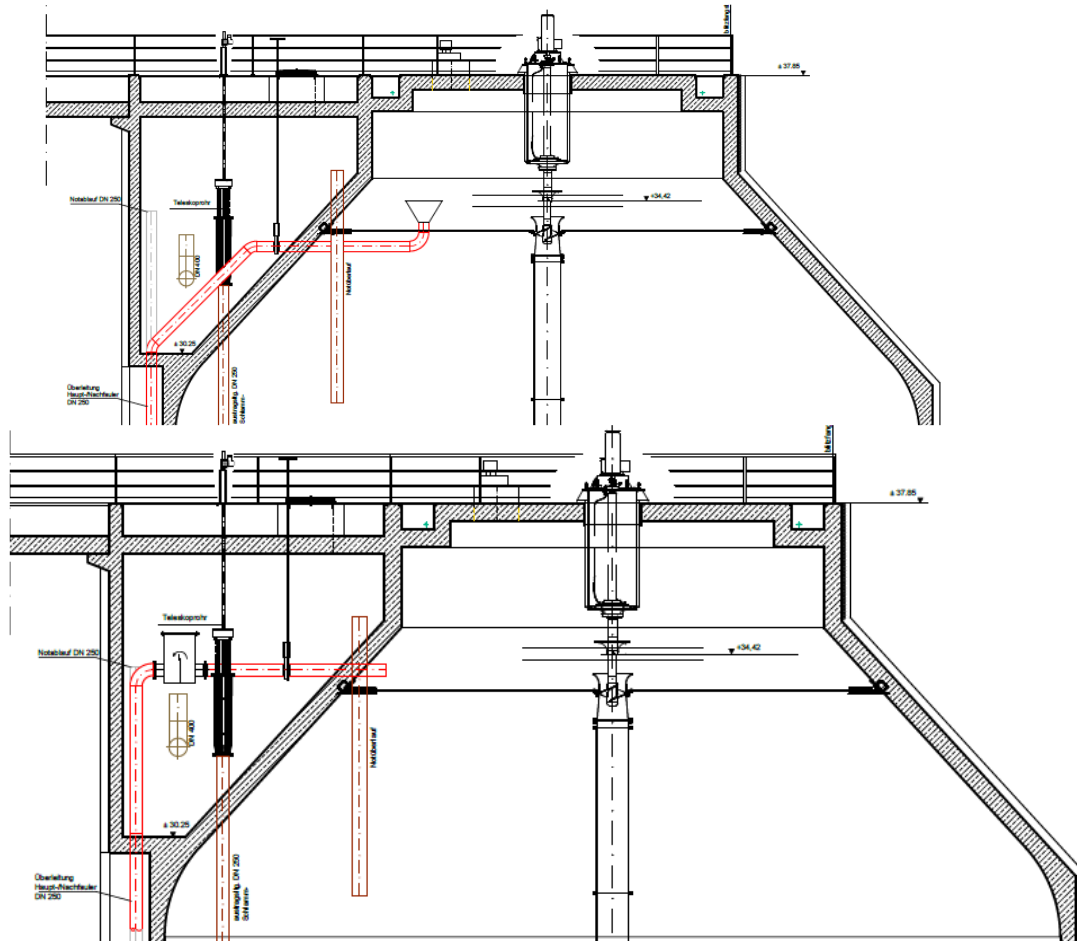
Faulbehältertasche KA Gut Großlappen



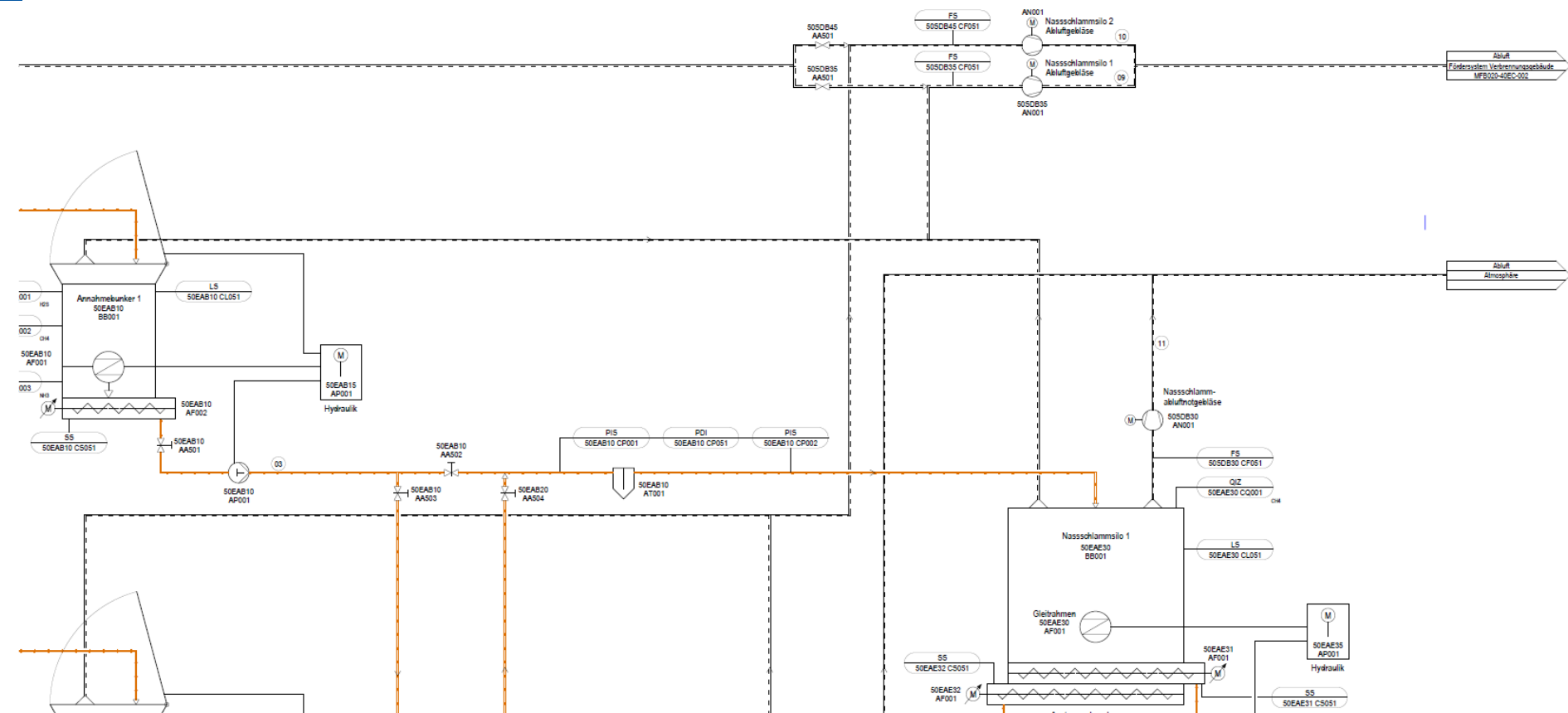
Quelltopf in der Faulbehältertasche



Faulschlammüberlauf im Faulbehälter mit Siphon



Fremdschlambunker und Schlammsilo





VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Fragen und Diskussion