DIE WASSER BESSER MACHER

StEB Köln

Lachgas-Monitoring Großklärwerk Köln-Stammheim

Tatjana Bleiker & Flavienne Wandeu

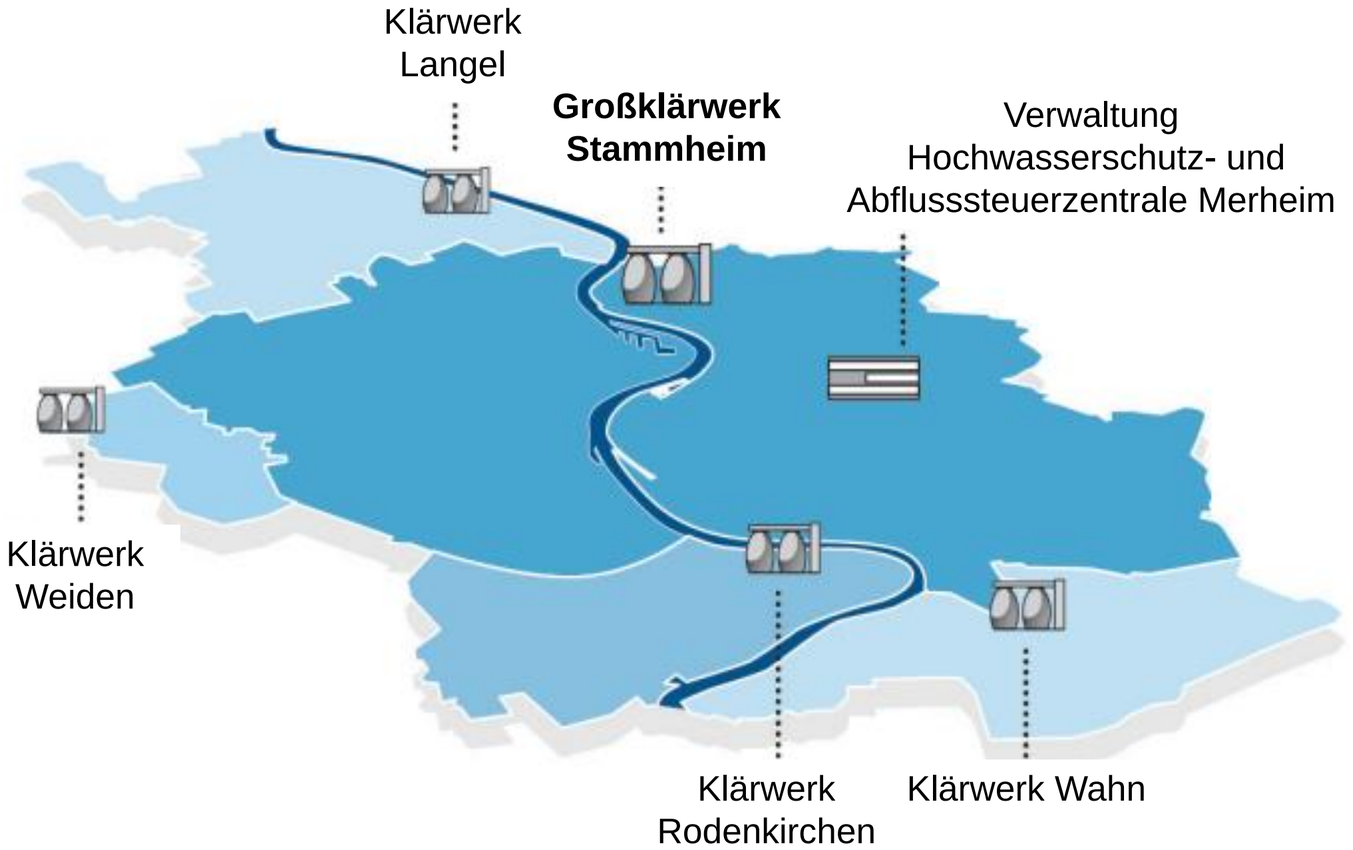
Webinar Unisense 29.09.2023

Agenda

- Vorstellung Stadtentwässerungsbetriebe und Großklärwerk Köln
- Vorstellung Messkampagne
- Ergebnisse
- Ausblick

© StEB Köln 2023

Kölner Klärwerke - Einzugsgebiete



© StEB Köln 2023

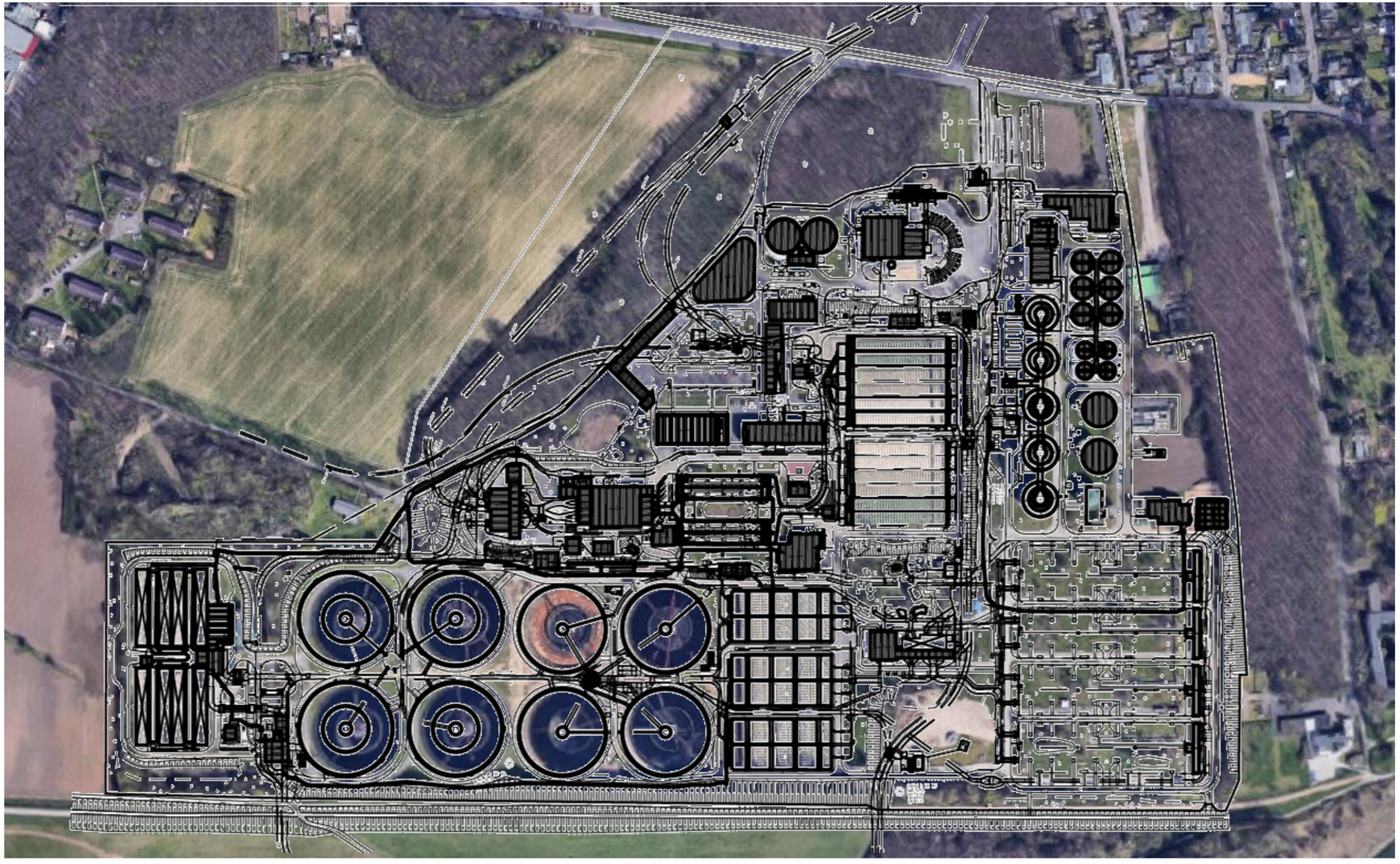
GKW Stammheim

DIE WASSER BESSER MACHER

StEB Köln

Abwassertechnische Kennzahlen 2022

- Auslastung: **1,23 Mio EW**
- Jahresabwassermenge: **75 Mio m³/a**
- Tageswassermenge: **213.000 m³/d** (Ø 2018-22)
- Zulaufkonzentrationen:
  - CSB: **706 mg/l**
  - N_{ges}: **62,2 mg/l**
  - P_{ges}: **8,7 mg/l**
- Ablaufkonzentrationen:
  - CSB: **27,1 mg/l**
  - N_{ges} **7,9 mg/l**
  - P_{ges} **: 0,3 mg/l**



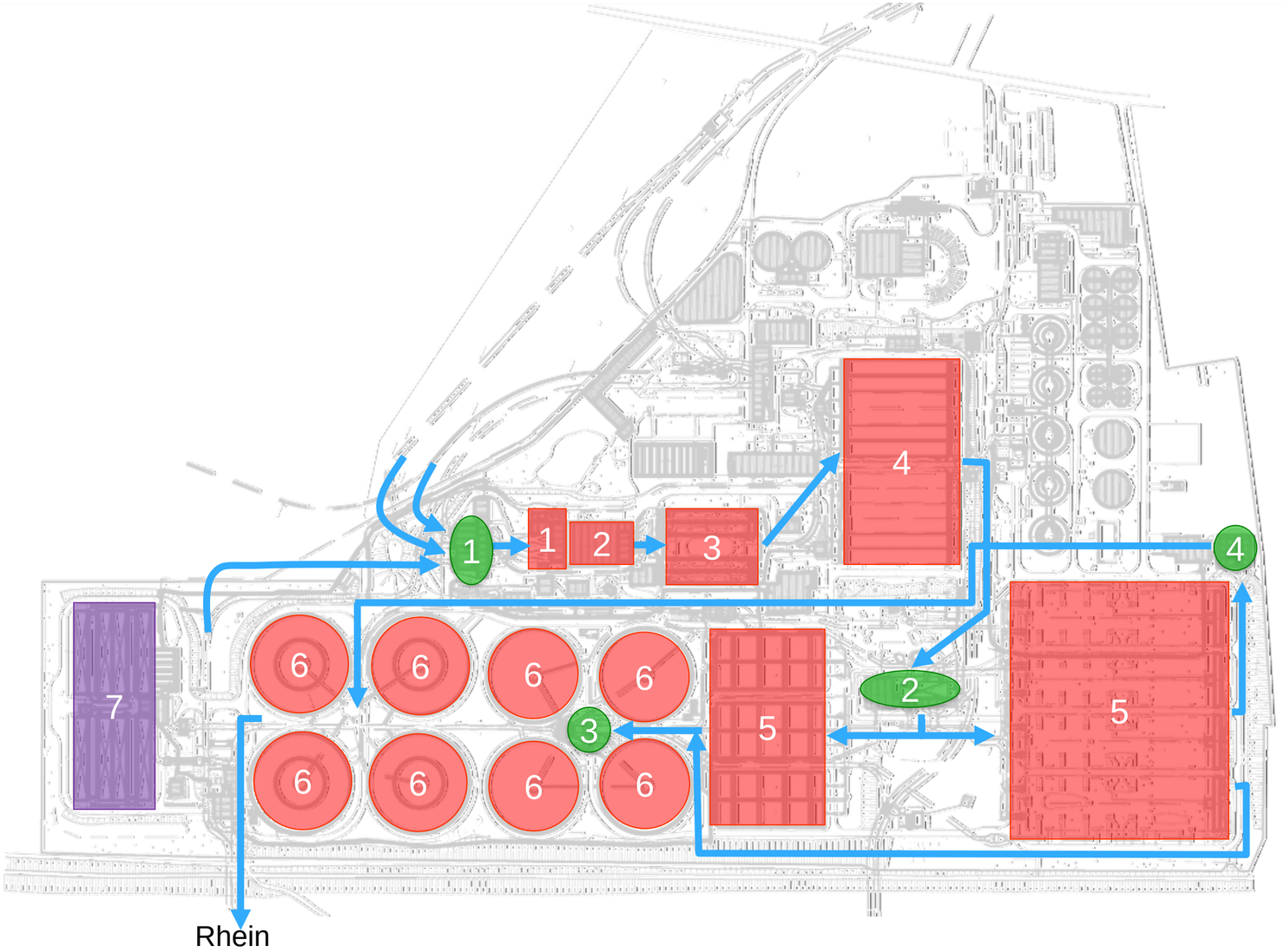
© StEB Köln 2023

Abwasserweg

1 Einlauf-PW
2 Zwischen-PW 1
3 Zwischen-PW 20
4 Zwischen-PW 30

1 Rechen
2 Sandfang
3 Hochlast-Belebung
4 Zwischenklärung
5 Schwachlast-Bel.
6 Nachklärung

7 Filteranlage (a.B.)

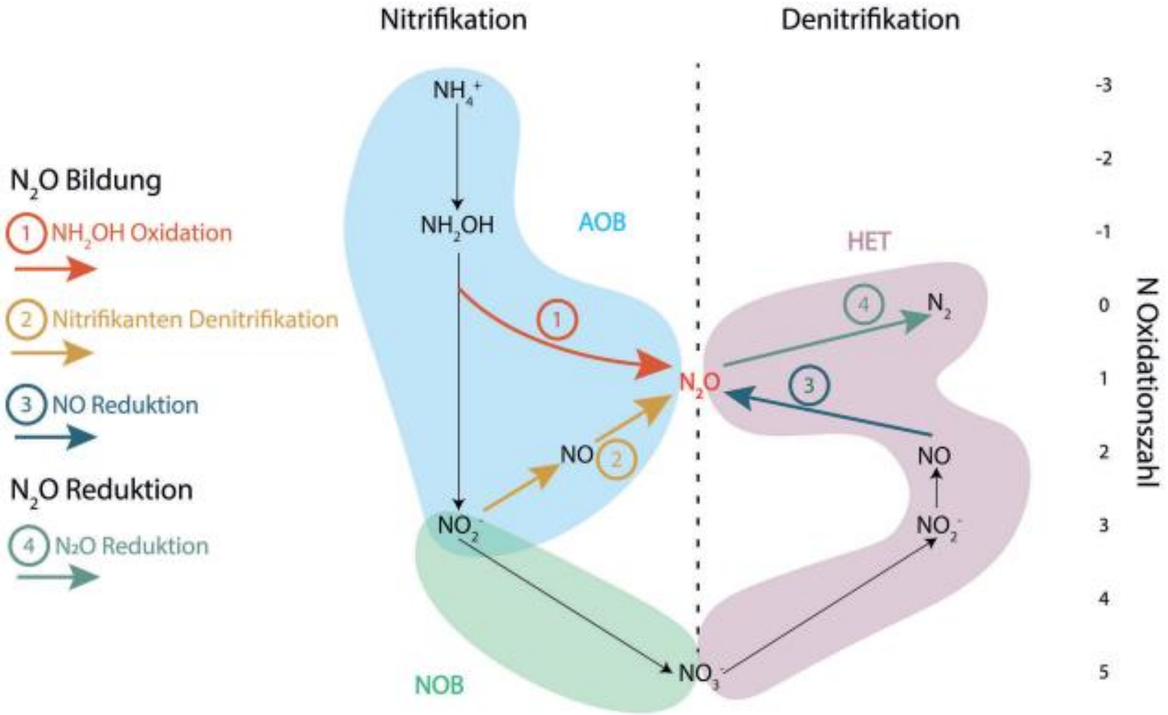


© StEB Köln 2023

Messkonzept Lachgas-Monitoring

© StEB Köln 2023

Entstehung von Lachgas (N_2O)



(Gruber & al, 2022)

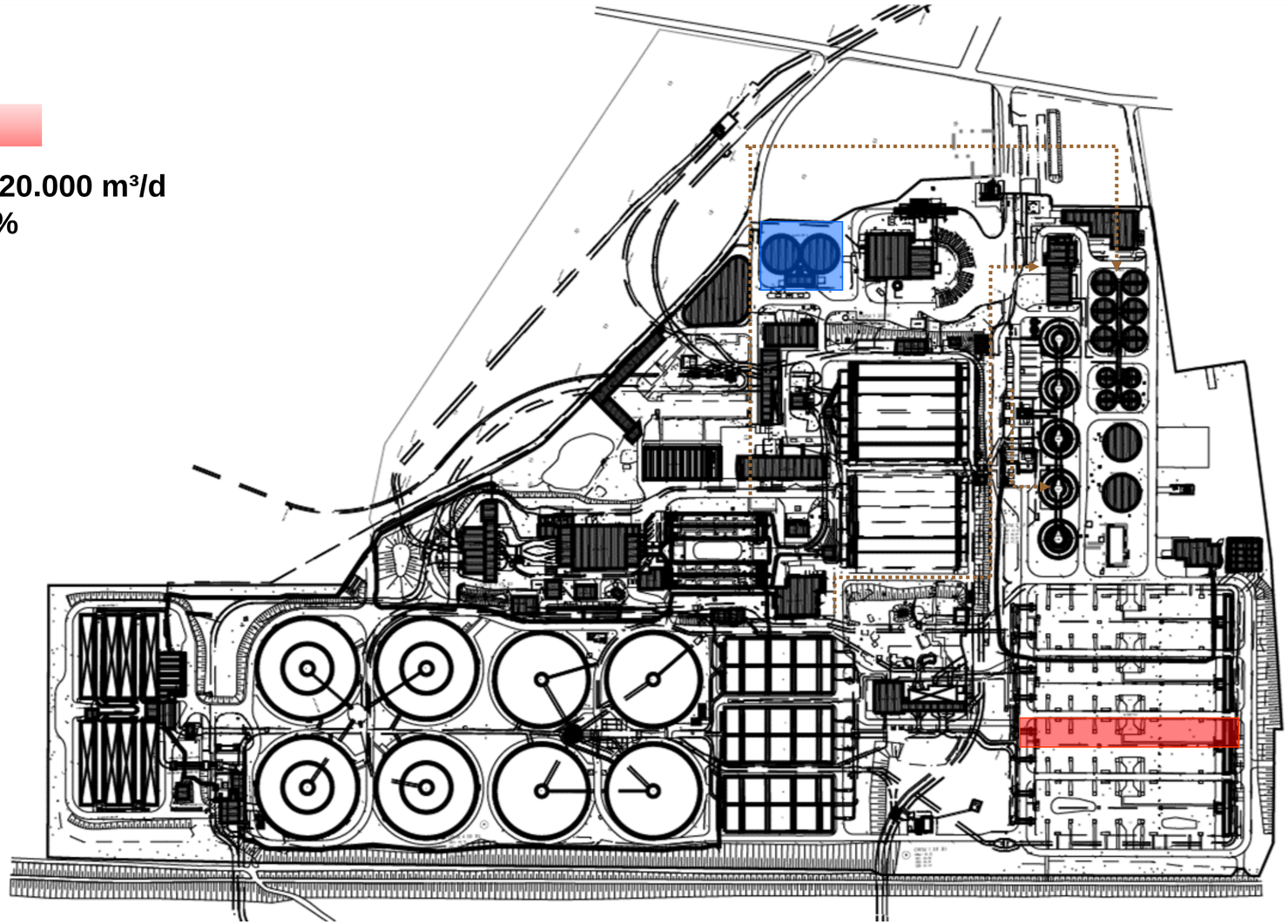
© StEB Köln 2023

Messstellen GKW

Schwachlast-Belebungsbecken 11

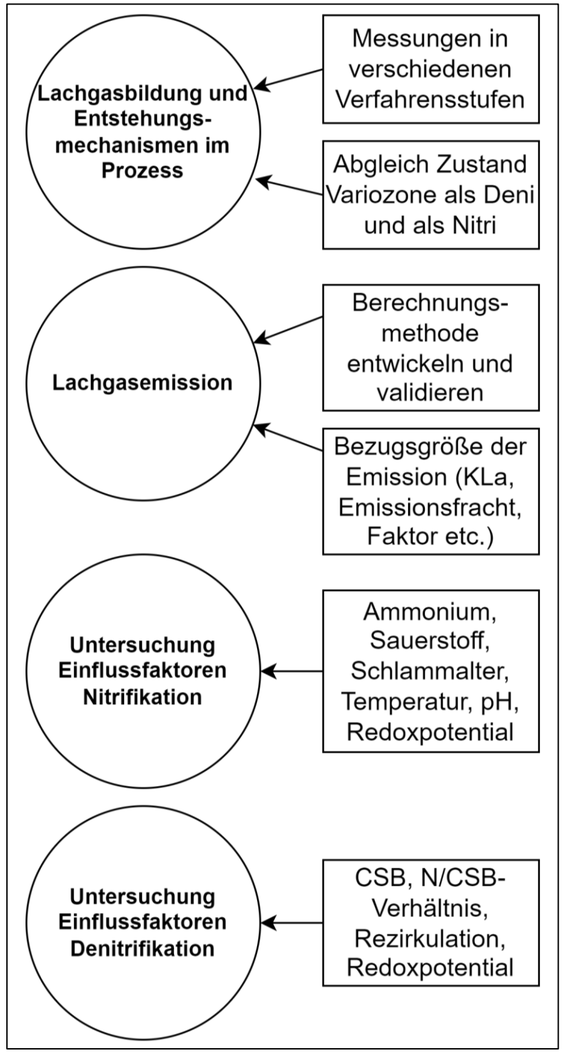
- Tagesabwassermenge SLB11: **ca. 20.000 m³/d**
- Anteil an Gesamtzulauf GKW: **9,5 %**
- EW: **ca. 117.000**

Prozesswasserbehandlung



© StEB Köln 2023

Messkonzept GKW



Projektziele:

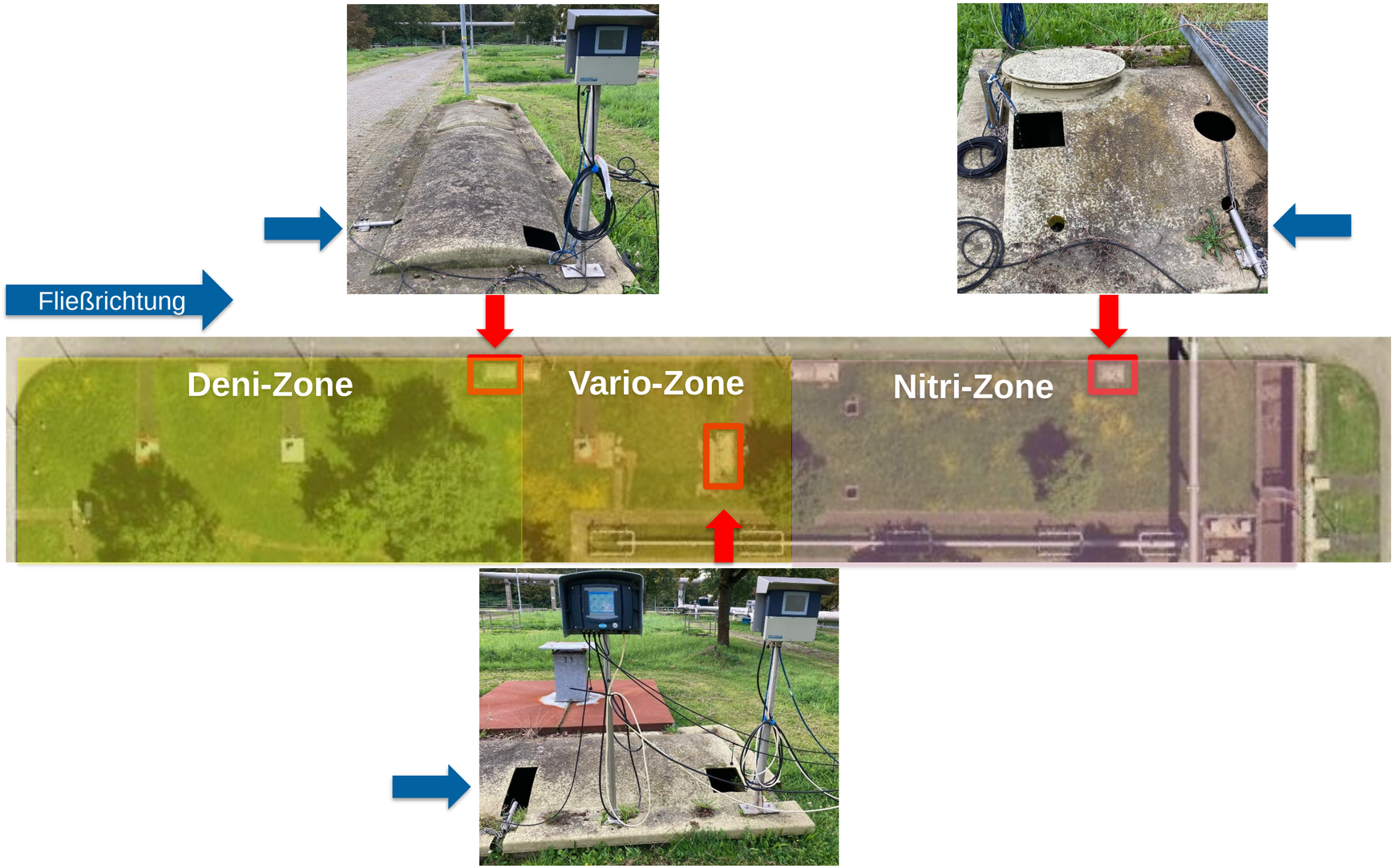
- **Messkampagne zur Abschätzung der Lachgasemission im Klärwerksbetrieb**
- **Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der Lachgasemission**

Februar 2022- Juli 2023 1 Jahr	August 2023 - Juli 2024 1 Jahr	August 2024 - Juli 2025 1 Jahr	2025 - 2026 1 Jahr	2026 - 202X
• Planung der Messreihe und Beschaffung des Messsystems • Start der ersten Messreihe in der relevanten Messstelle • Messwerterfassung	• Auswertung der 1. Messreihe (Bezugsgröße der Lachgasemission, Einflussfaktoren auf die Lachgasbildung) • Zweite Messreihe bzw. Wechseln der Sonden in andere Straße • Vorbereitung Messkonzept PWB	• Auswertung der zweiten Messreihe • Abgleich der Ergebnisse der zwei Messreihen • Ableitung von Handlungsebarf ggf. weitere Messreihen (Messung PWB, HL, SL)	• Bestimmung der Stoffübergangszahl (kLA) • Anpassung der Lachgasemission • Ableitung von Handlungsbedarf • Optimierungsmaßnahmen • Überprüfung der Optimierung durch weitere Messreihen ggf. Anpassung	• Nachmessung nach SL-Projekt • Optimierungsmaßnahmen • Überprüfung der Optimierung durch weitere Messreihen ggf. Anpassung

© StEB Köln 2023

Messung in Schwachlastbecken

- Messbeginn: 04.08.2022 (bzw. 08.09.2022 für die dritte Sonde)
- 3 Messsonden in einem Schwachlastbecken verbaut (Hersteller: Fa. Unisense)
- Drei Zonen: Deni-, Vario-, Nitri-Zone → jeweils eine Sonde pro Zone
- Redox-Messung zusätzlich an gleichen Standorten



© StEB Köln 2023

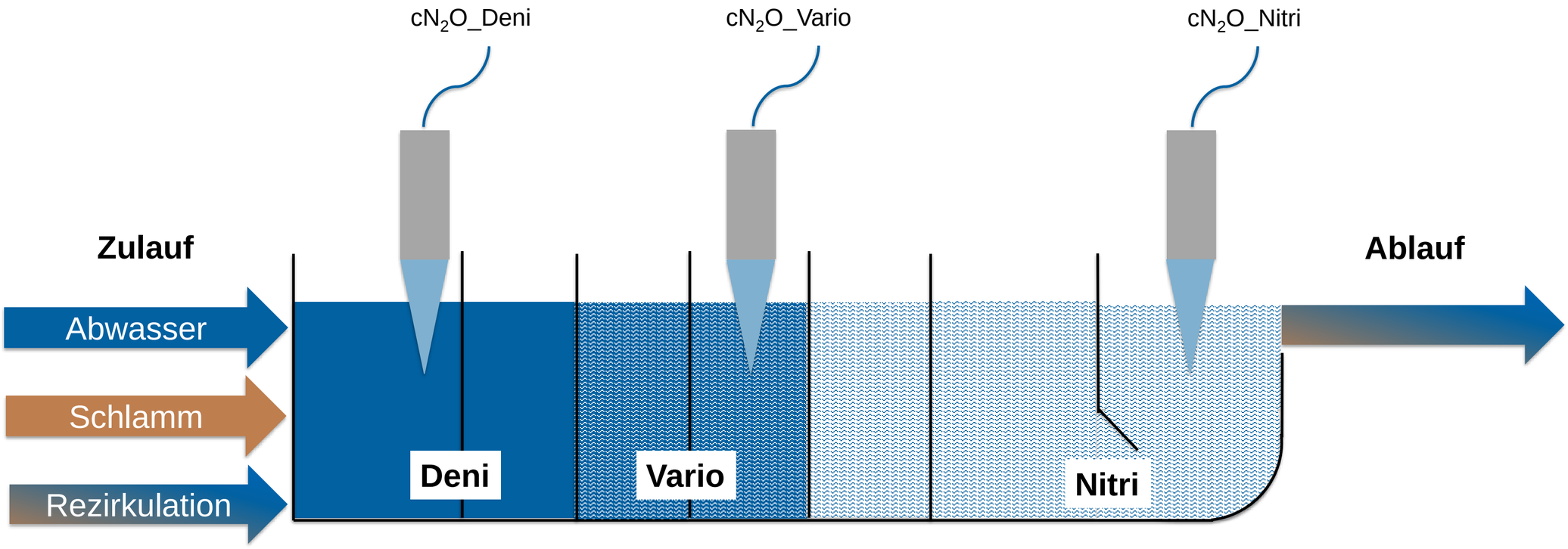
Ergebnisse

© StEB Köln 2023

Auswertung der Messdaten - Vorgehen

© StEB Köln 2023

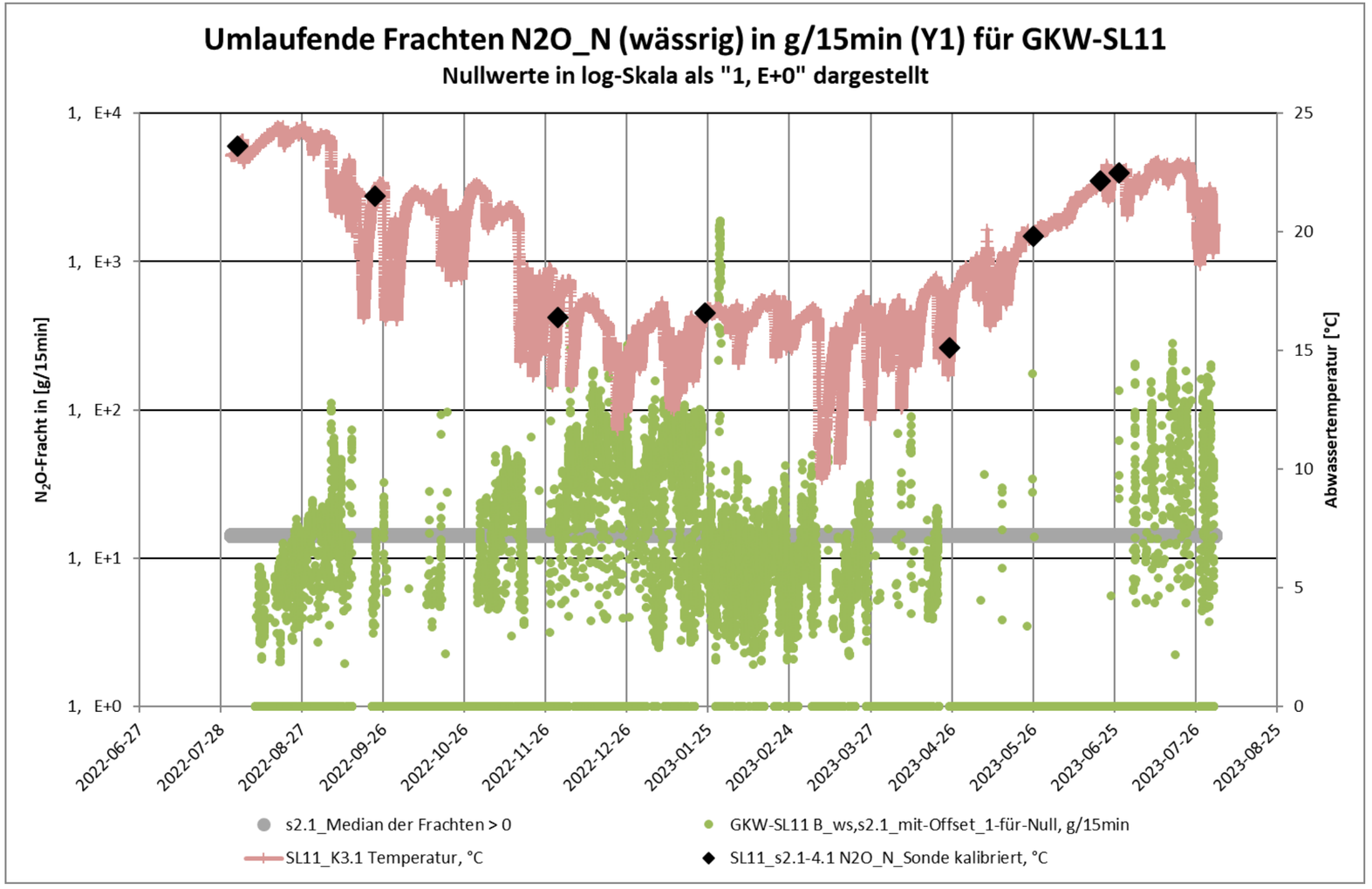
Berechnung der umlaufenden Fracht



$$B_N_2O_SL11 = Qzu_gesamt * (cN_2O_Deni + cN_2O_Vario + cN_2O_Nitri)$$

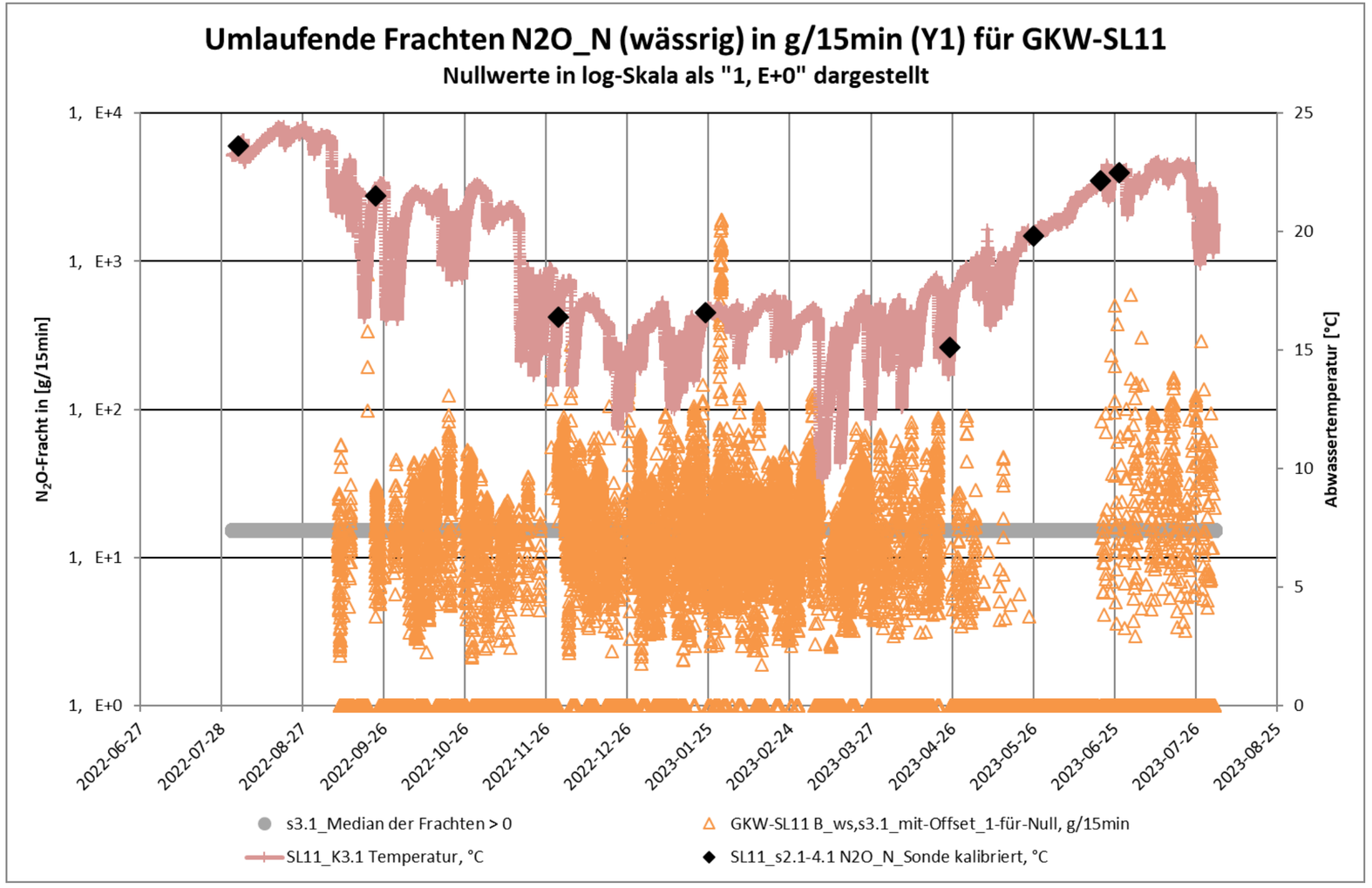
© StEB Köln 2023

Trend umlaufende Fracht



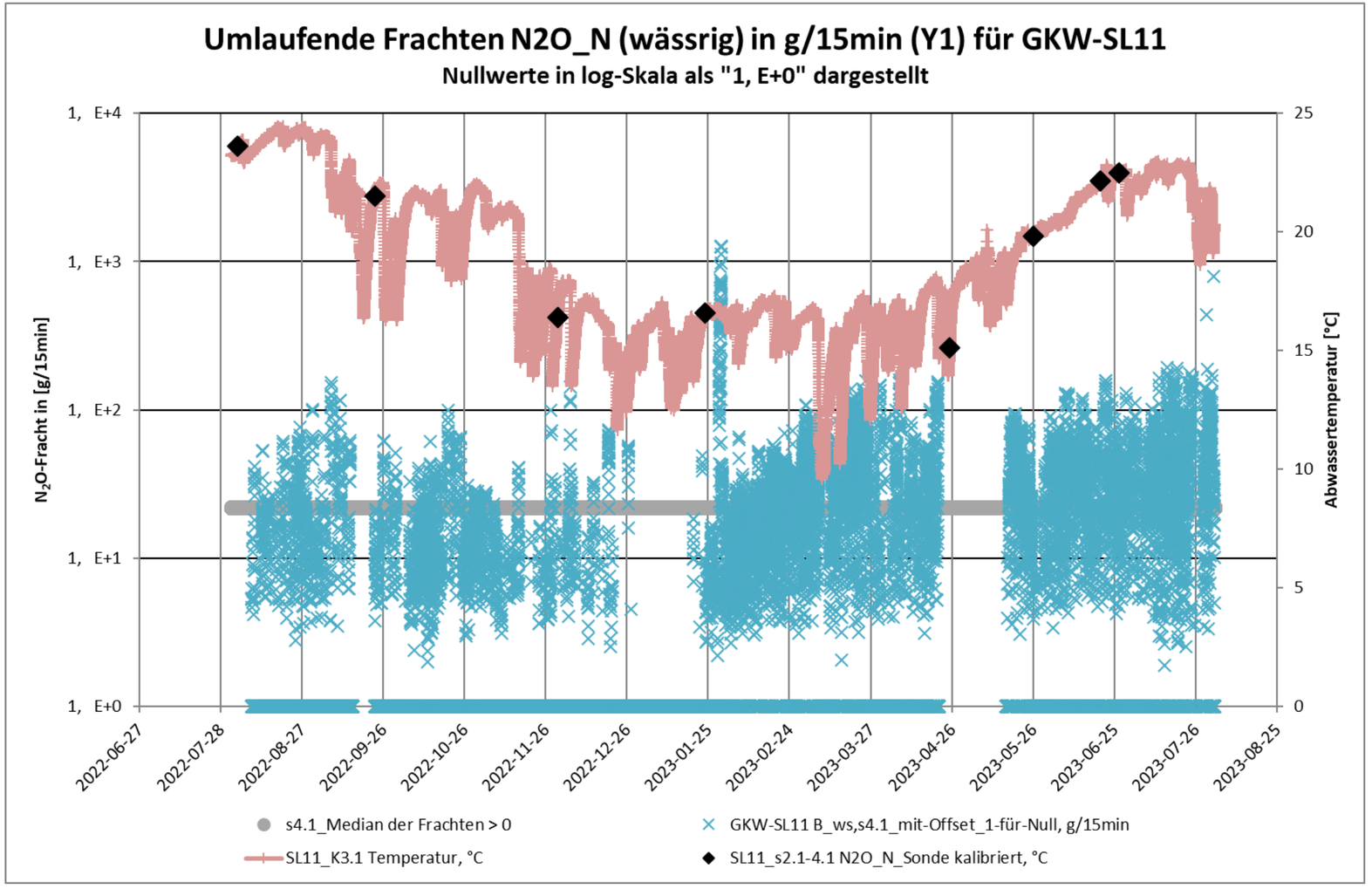
© StEB Köln 2023

Trend umlaufende Fracht



© StEB Köln 2023

Trend umlaufende Fracht



© StEB Köln 2023

Datenermittlung umlaufende Fracht

	Deni	Vario	Nitri
Rohdaten (1.08.22 – 31.08.23)	35.040 365 Tage	35.040 365 Tage	35.040 365 Tage
Datenaufbereitung	2.826 30 Tage	5.322 55 Tage	4.929 51 Tage
Nullwerte	21.124 220 Tage → 60%	19.192 200 Tage → 55%	20.342 212 Tage → 58%
Betrachtung Lachgasbildung	11.090 115 Tage	10.526 110 Tage	9.769 102 Tage
Median_cN_2O_N > 0 [mg/l]	0,016	0,018	0,025
Median_Fracht_N_2O_N > 0 [g/h]	3,6	3,8	5,6

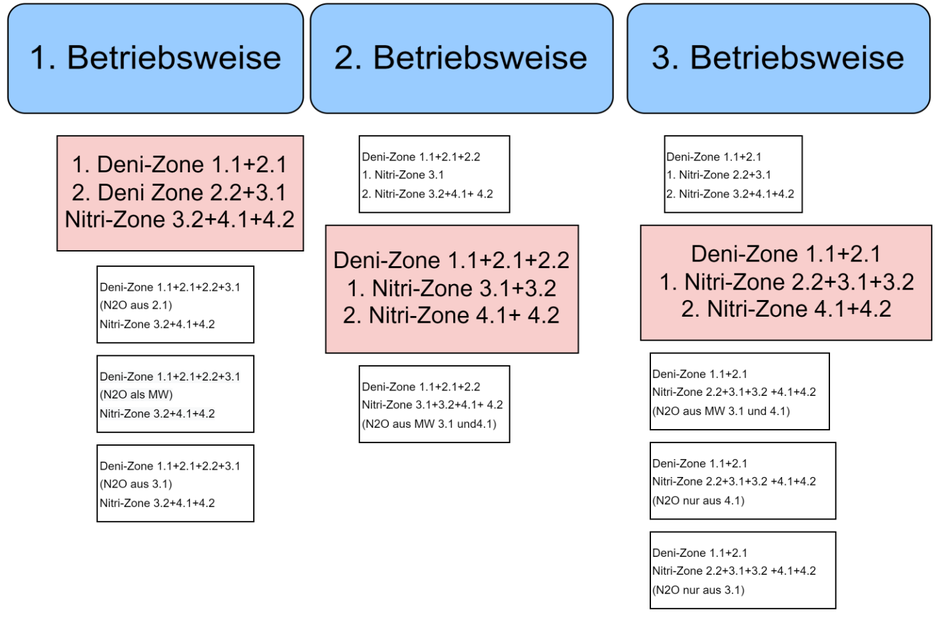
© StEB Köln 2023

Berechnung der Emission

- Nutzen der empirischen Formeln für belüftete und nicht belüftete Zonen
- Emission abhängig vom betrachteten Volumen
- Aufgrund der Messung mit drei Sonden ergeben sich **12** Berechnungsvarianten
- Bevorzugte Berechnungsvariante

$$Non-aerated\ zones: \quad r_{N_2O,T_{Process}} = k_L a^{Non-aerated}_{N_2O\ T_{Process}} \times \left[S_{N_2O} - \frac{C_{N_2O,air}}{H_{N_2O,T_{Process}}}\right]$$

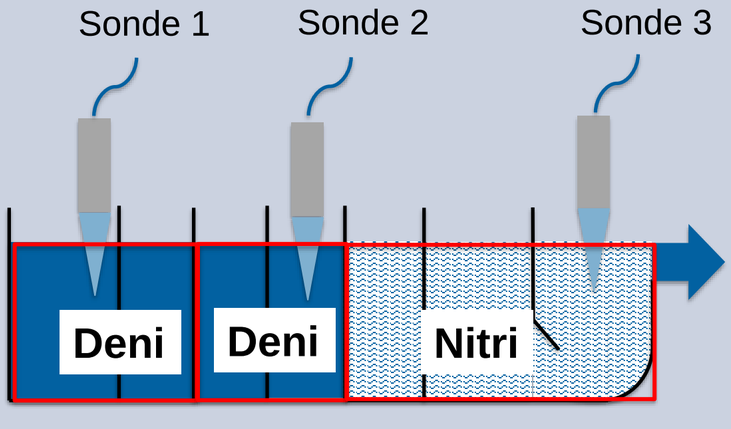
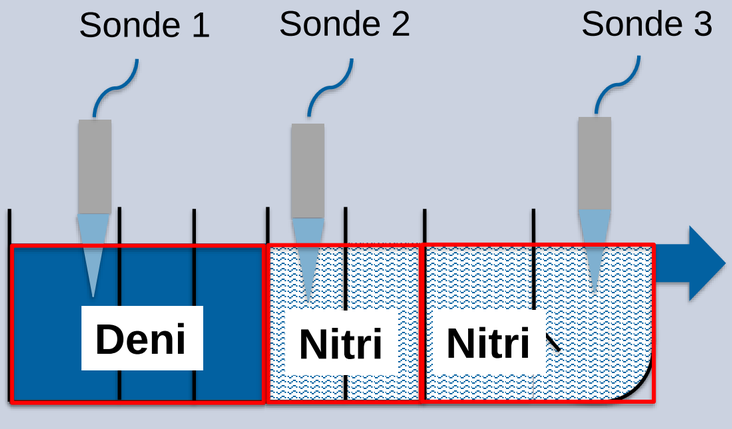
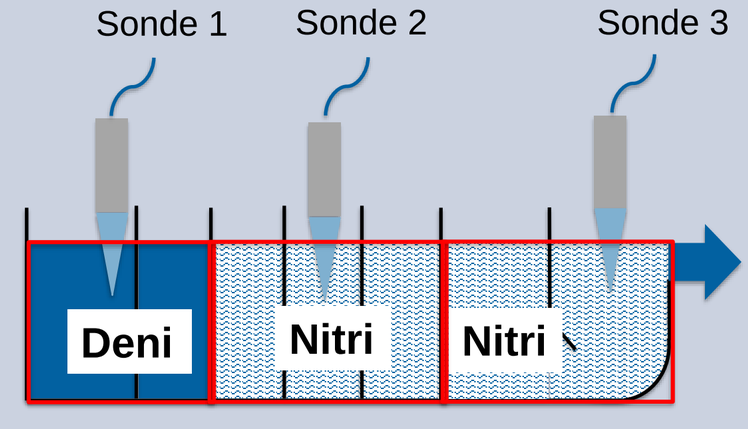
$$Aerated\ zones: \quad r_{N_2O,T_{Process}} = H_{N_2O,T_{Process}} \times S_{N_2O} \left[1 - e^{-\frac{k_L a_{N_2O}}{H_{N_2O}} \cdot \frac{V_R}{Q_A}}\right] \times \frac{Q_A}{V_R}$$



© StEB Köln 2023

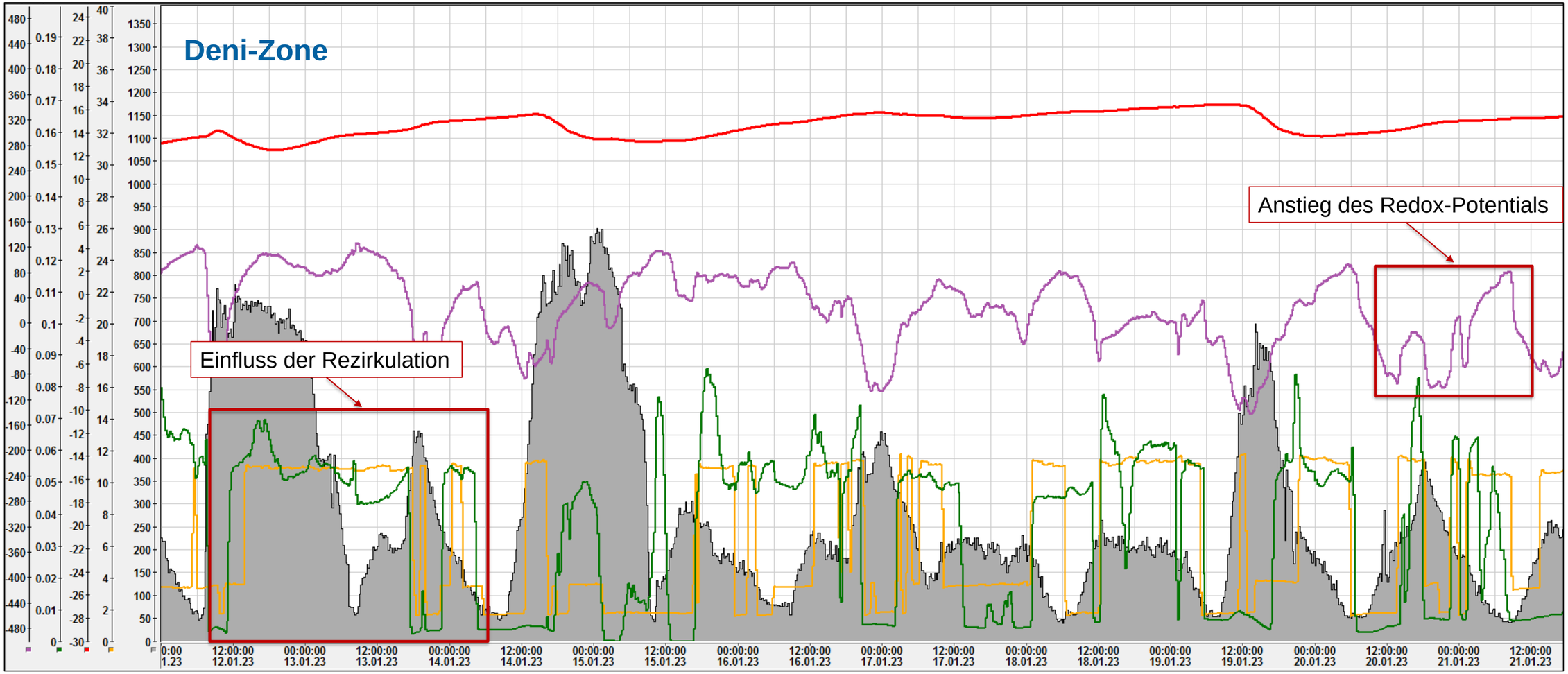
Berechnung der Emission

- Kaskadenweise Betrachtung der Lachgasbildung je nach Betriebsweise und Standort der Sonde
- 3 mögliche Betriebsweisen

1. Beide Vario-Kaskaden nicht-belüftet	2. Eine Vario-Kaskade belüftet	3. Beide Vario-Kaskaden belüftet
		

© StEB Köln 2023

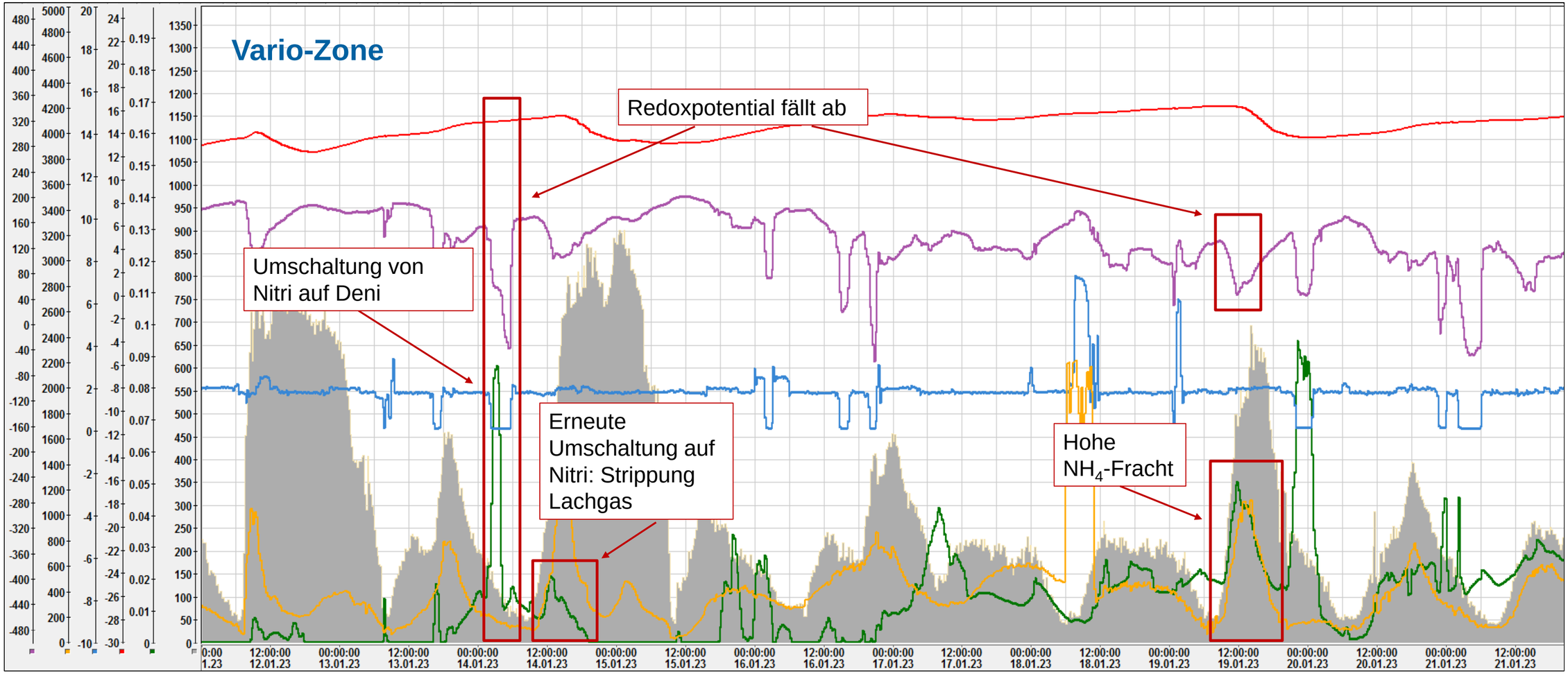
Phänomene



Lachgaskonzentration 0 - 0,2 [mg/l]
Abwassermenge Zulauf SL11 0 –1400 [l/h]
Wirkleistung Rezi-Pumpe 0 - 40 [kWh]
Redox-Potential -500 - 500 [mV]
Abwassertemperatur -30 - 25 [°C]

© StEB Köln 2023

Phänomene



Lachgaskonzentration 0 - 0,2 [mg/l]

Abwassermenge Zulauf SL11 0 –1400 [l/h]

Ammonium-Fracht Zulauf 0 - 5000 [kg/h]

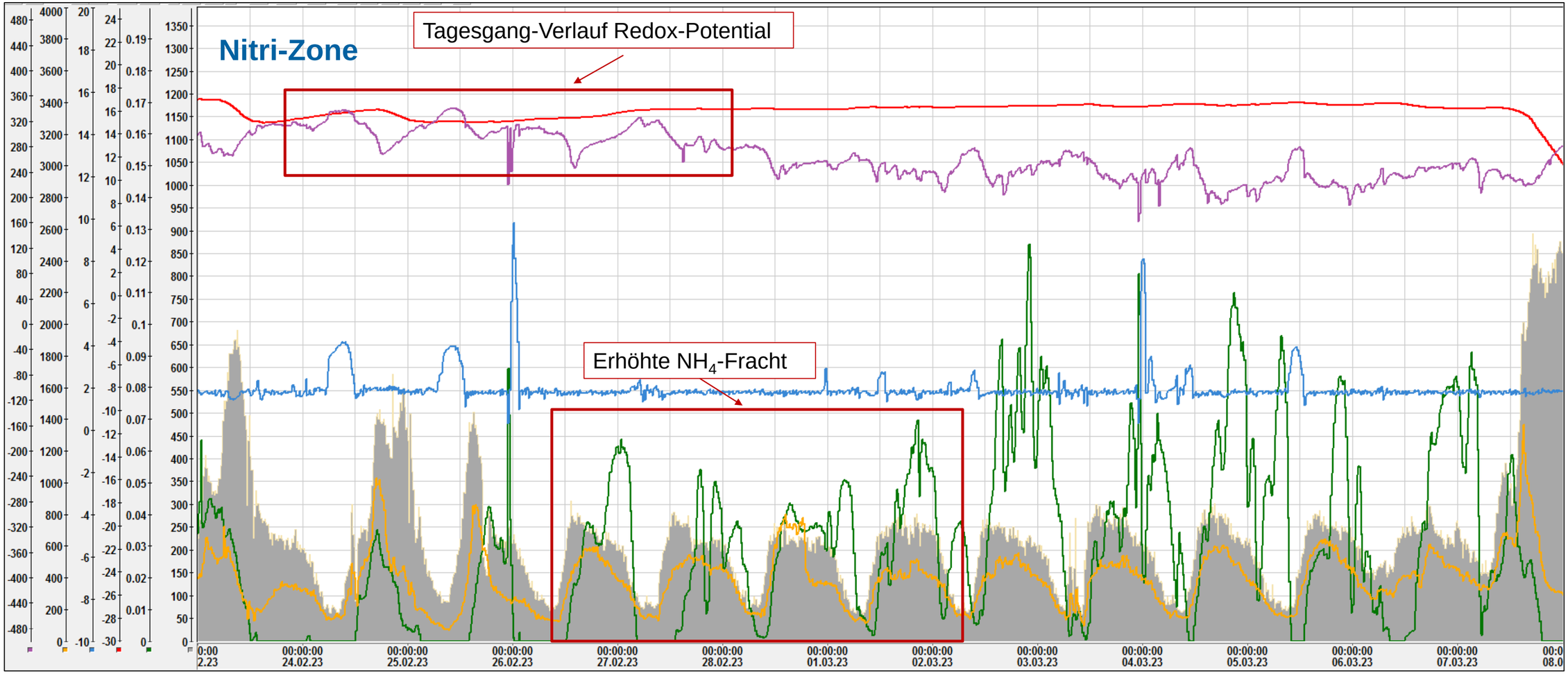
Redox-Potential -500 - 500 [mV]

Abwassertemperatur -30 - 25 [°C]

Sauerstoff-Gehalt -10 - 20 mg/l]

© StEB Köln 2023

Phänomene



Lachgaskonzentration 0 - 0,2 [mg/l]

Abwassermenge Zulauf SL11 0 –1400 [l/h]

Ammonium-Fracht Zulauf 0 - 5000 [kg/h]

Redox-Potential -500 - 500 [mV]

Abwassertemperatur -30 - 25 [°C]

Sauerstoff-Gehalt -10 - 20 mg/l]

© StEB Köln 2023

Zusammenfassung

- Vorteile der Langzeitmessung
- Vorteil der Messung in Flüssigphase: besseres Verständnis der Bildung → Voraussetzung für Optimierung
- 3 Sonden als Empfehlung (abhängig von Verfahrensstufen)

→ Andere Berechnungsvariante betrachten und vergleichen

→ Bestimmung der repräsentativsten Berechnungsvariante

→ Untersuchen der Einflussfaktoren

© StEB Köln 2023

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontaktdaten:

Tatjana Bleiker

Stadtentwässerungsbetriebe Köln
Prozessanalyse Großklärwerk
Egonstraße 21 - 51061 Köln
Tel.: 0221-6780-268
Mobil: +49163-5385212
tatjana.bleiker@steb-koeln.de

Flavienne Wandeu

Stadtentwässerungsbetriebe Köln
Verfahrenstechnik und Entsorgung
Ostmerheimer Straße 555 - 51109 Köln
Tel.: 0221-221-23872
Mobil: +4915780628280
flaviennestyve.wandeutchakounte@steb-koeln.de

© StEB Köln 2023

Schlammbehandlung

3 Hochlast-Belebung

4 Zwischenklärung

5 Schwachlast-Bel.

6 Nachklärung

1 Voreindicker

2 Siebbandeindicker

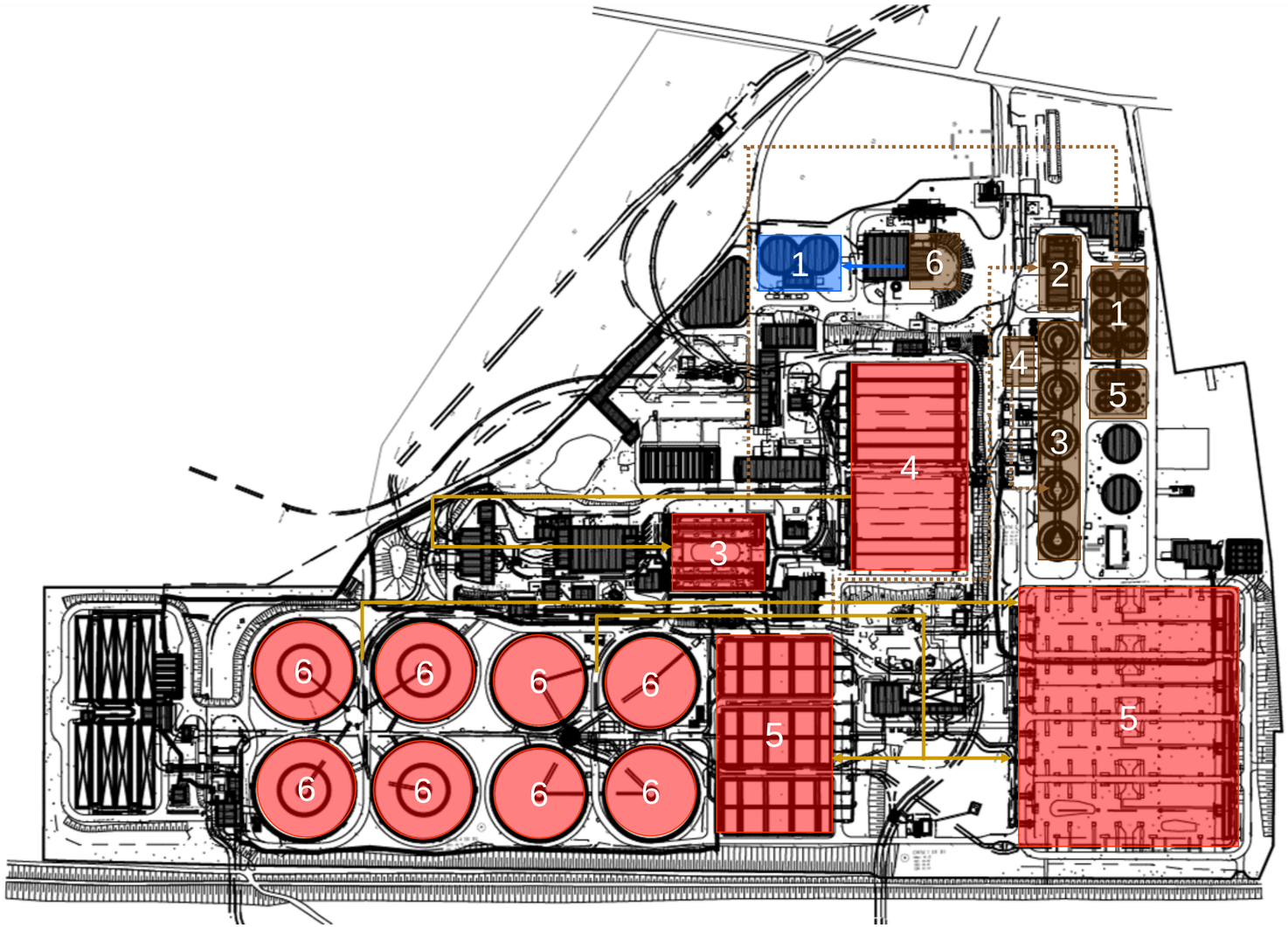
3 Faulbehälter

4 Co-Substrat-Annahme

5 Stapelbehälter

6 Schlammentwässerung

1 Prozesswasserbehandlung



© StEB Köln 2023