



N₂O Messungen auf kommunalen Kläranlagen des Ruhrverbandes

Ronja Voß

29.09.2023

Projektvorstellung

KAbit

- KAbit: „Auf dem Weg zur kosteneffizienten, klimaneutralen und KI-gesteuerten Kläranlage der Zukunft“
 - Verbundprojekt: Förderung durch das BMBF
 - Messen von N₂O-N Emissionen auf zwei Kläranlagen des Ruhrverbandes
 - Kontinuierlich: Flüssigphase (4 N₂O-Sensoren von Unisense)
 - Messkampagnen: Gasmessungen (LANUV: FTIR & Ruhr-Universität Bochum: Labor-Untersuchungen)
 - Zusatz: Einsatz von UV/Vis Spektrometern durch Go Systemelektronik
 - Ergebnisaufbereitung durch KI und digitalem Zwilling (Okeanos & RUB)
- Ziel: Bestimmung der Gesamtemission & Optimierung der Steuerung



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



Messkampagne

KA Bochum-Ölbachtal (GK 5) und KA Sundern (GK 4)



Kläranlage Bochum-Ölbachtal

- Ausbaugröße = 293.100 E
- Belebungsbecken
 - 2 baugleiche Straßen
 - Kaskadendenitrifikation – Belüftungssteuerung über $\text{NH}_4\text{-N}$

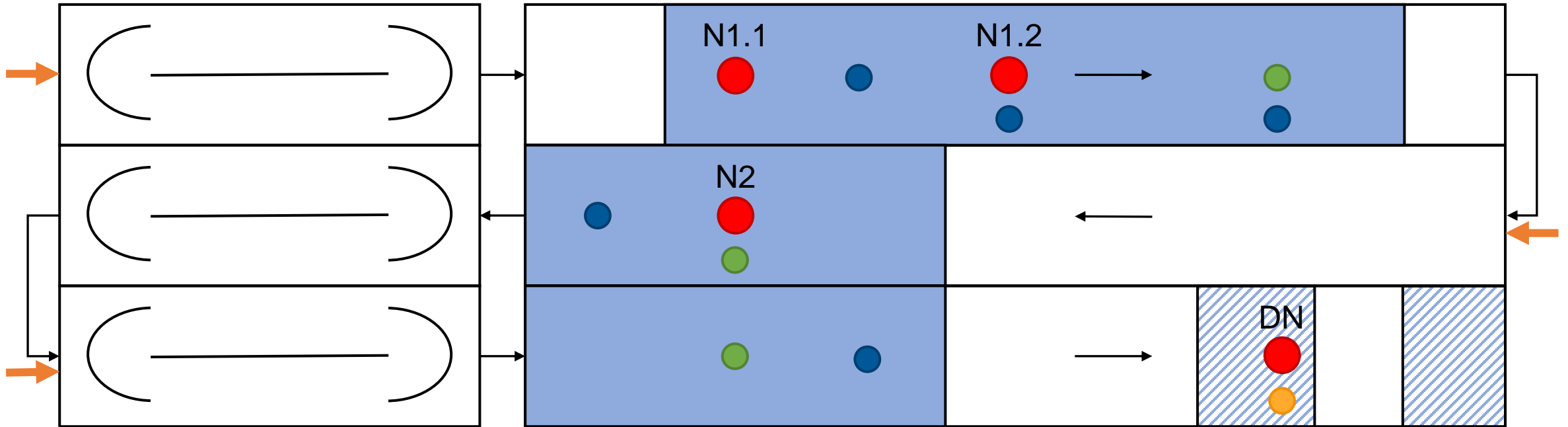


Kläranlage Sundern

- Ausbaugröße = 40.000 E
- Belebungsbecken
 - 2 baugleiche Straßen
 - Intermittierende Belüftung mit O_2 -Sollwert

Messkampagne

Position der N₂O-Sensoren im Belebungsbecken der KA Bochum



Punkte = Messstellen

- N₂O-N
- O₂
- NH₄-N
- NO₃-N



Zulauf



Fließrichtung



Belüftete Zonen



Nachbelüftung nach Bedarf



Komponenten des N₂O-Sensors (Unisense)

Messkampagne

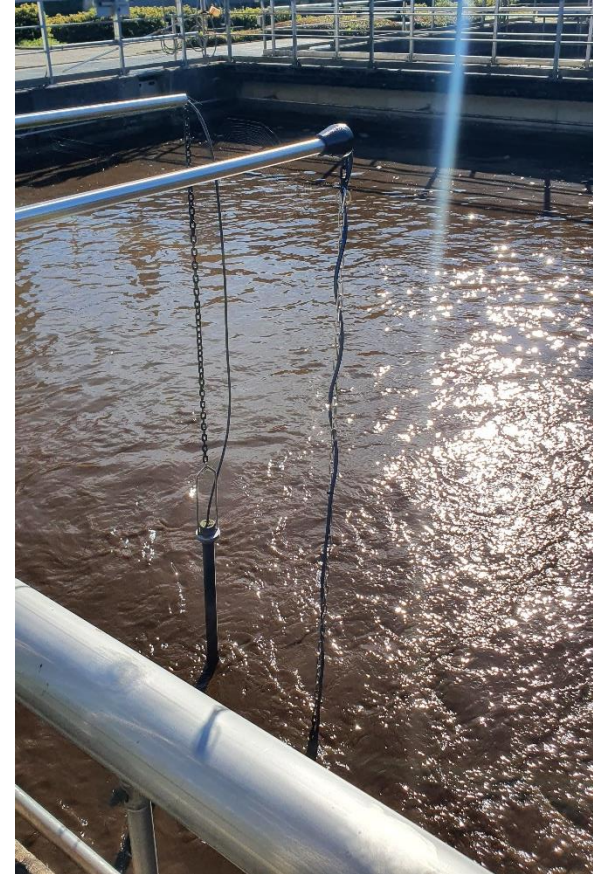
Einsatz der N₂O-Sensoren im Belebungsbecken



Wastewater Controller



Eingebauter N₂O-Sensor (Bochum)



Eingebauter N₂O-Sensor (Sundern)



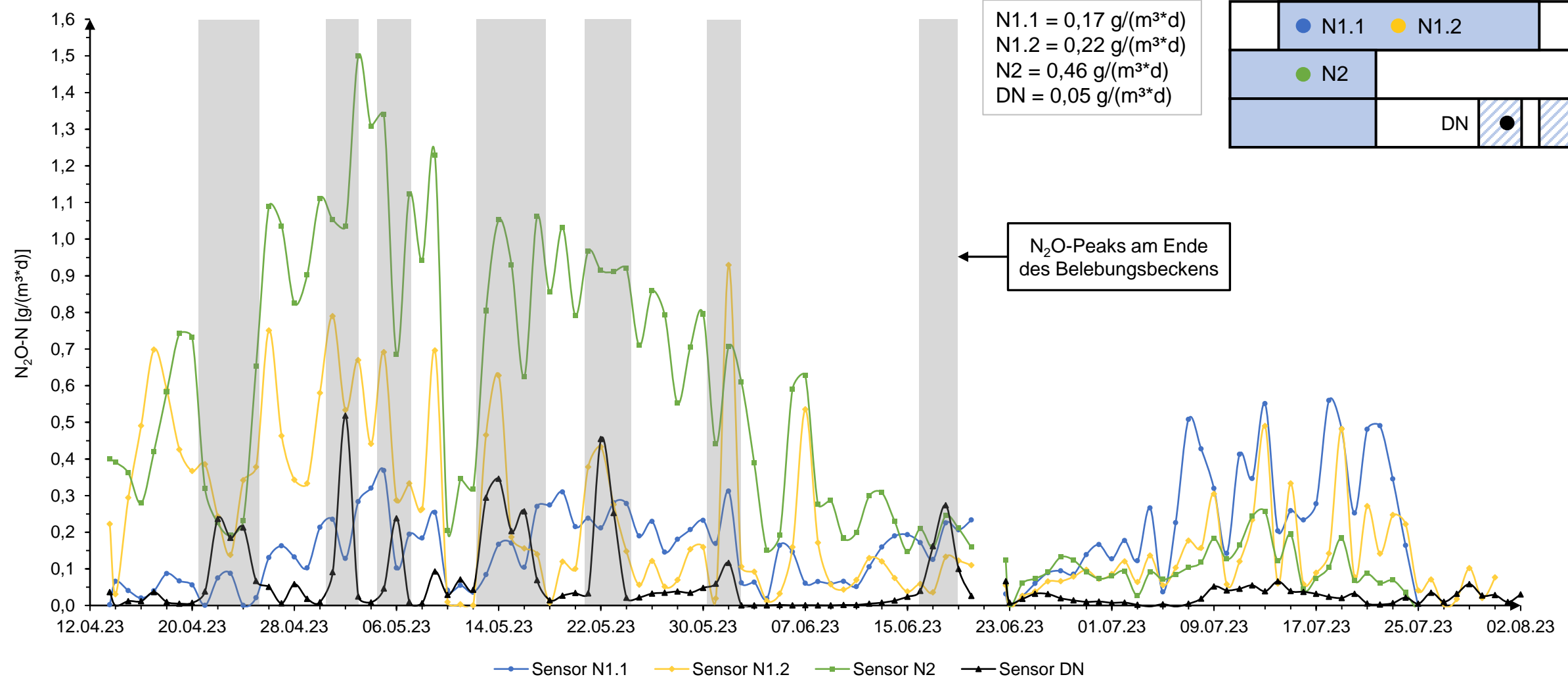
N₂O-Sensor

Messkampagne FTIR-Messung (LANUV)



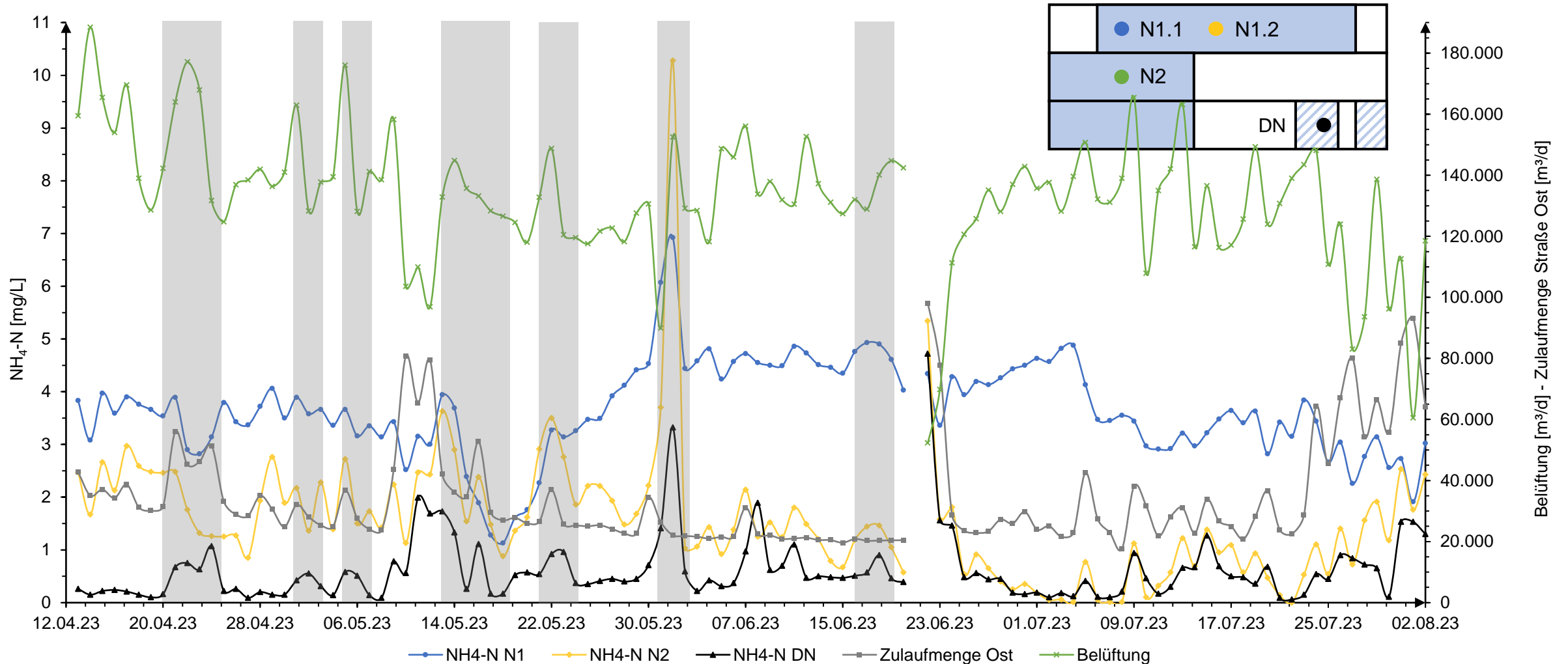
Auswertung: KA Bochum-Ölbachtal

N₂O-N Emissionen (Tagesmittelwerte)



Auswertung: KA Bochum-Ölbachtal

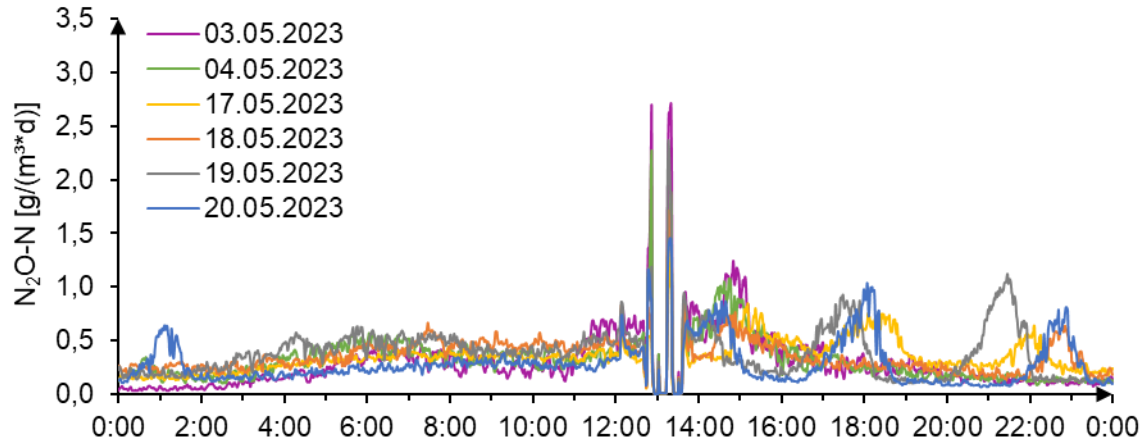
Straße Ost: Zulaufmenge, Belüftung, Ammonium-Konzentration



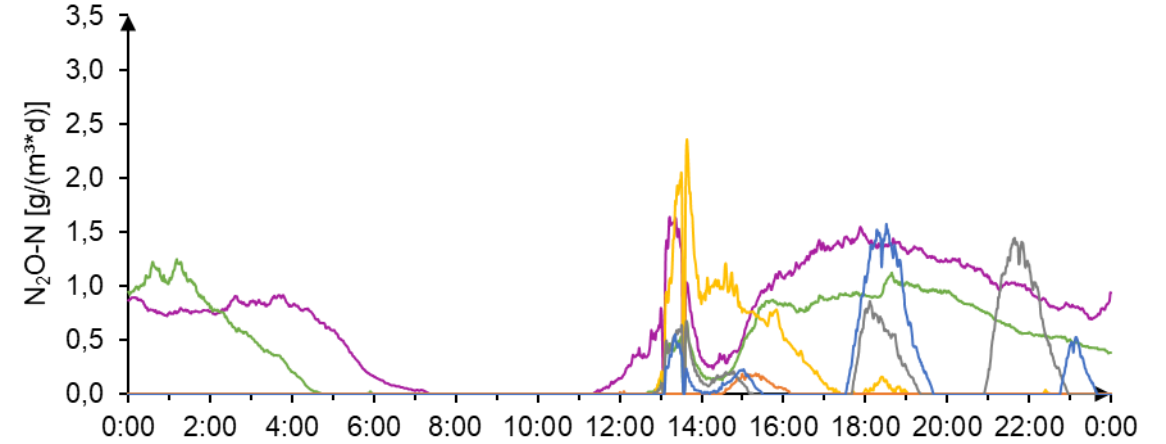
Auswertung

N₂O-N Emissionen: Trockenwetter

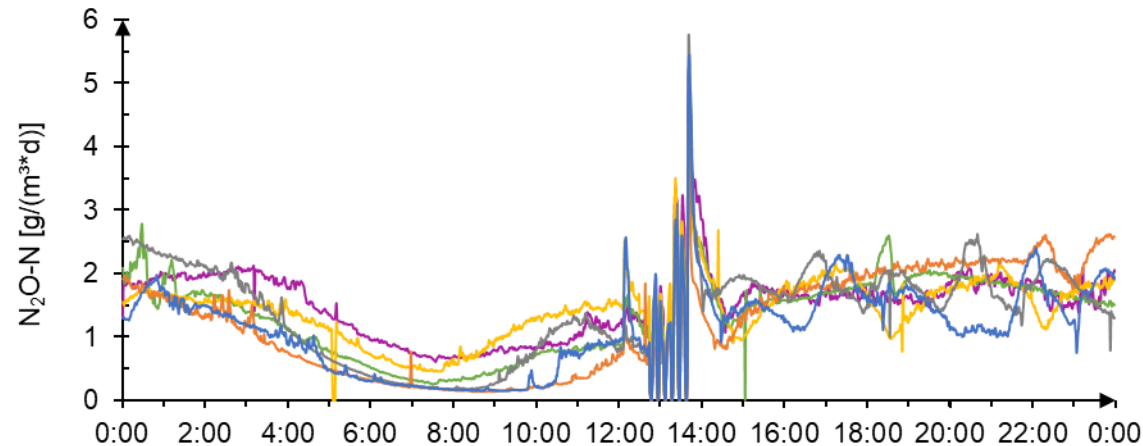
N 1.1



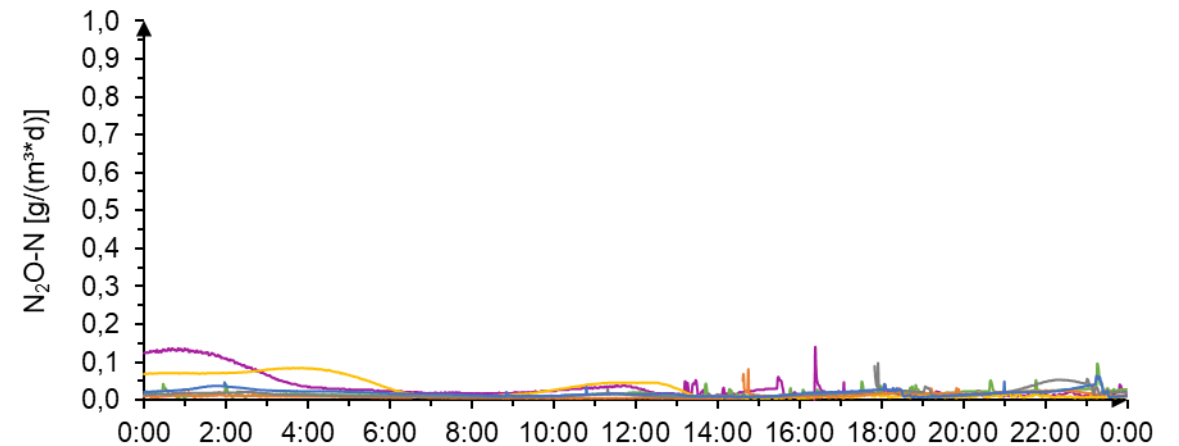
N 1.2



N 2



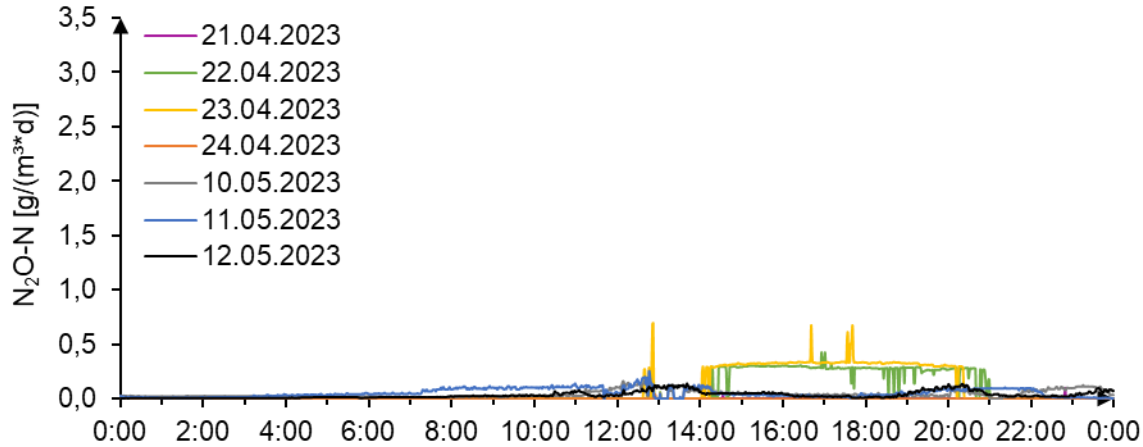
DN



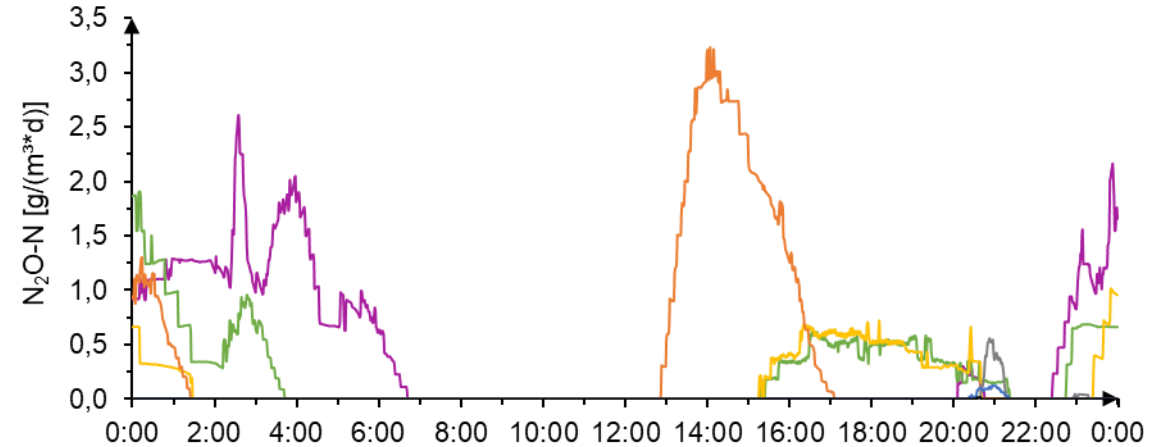
Auswertung

N₂O-N Emissionen: Regenwetter

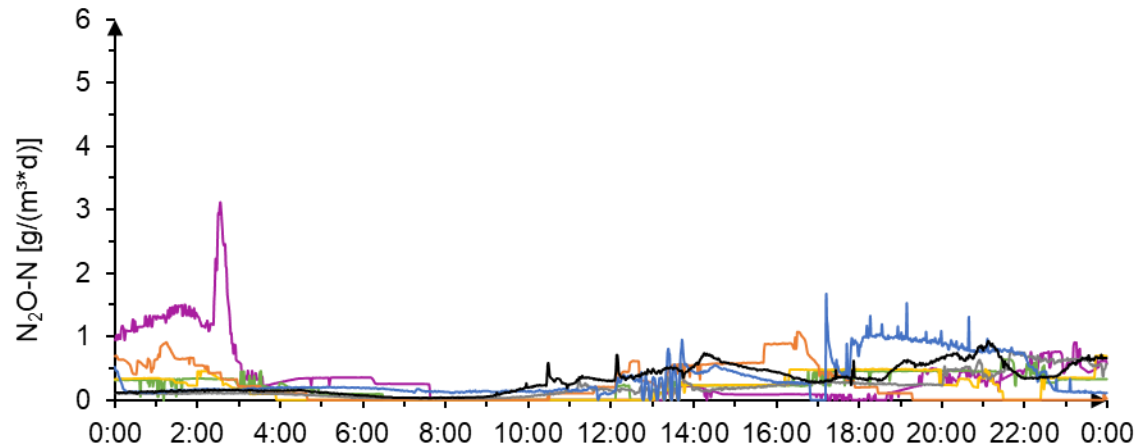
N 1.1



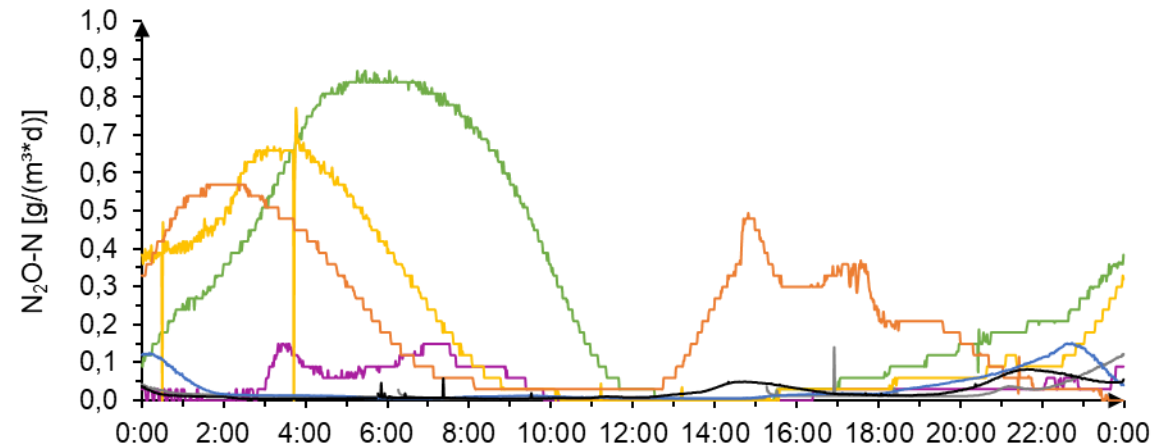
N 1.2



N 2

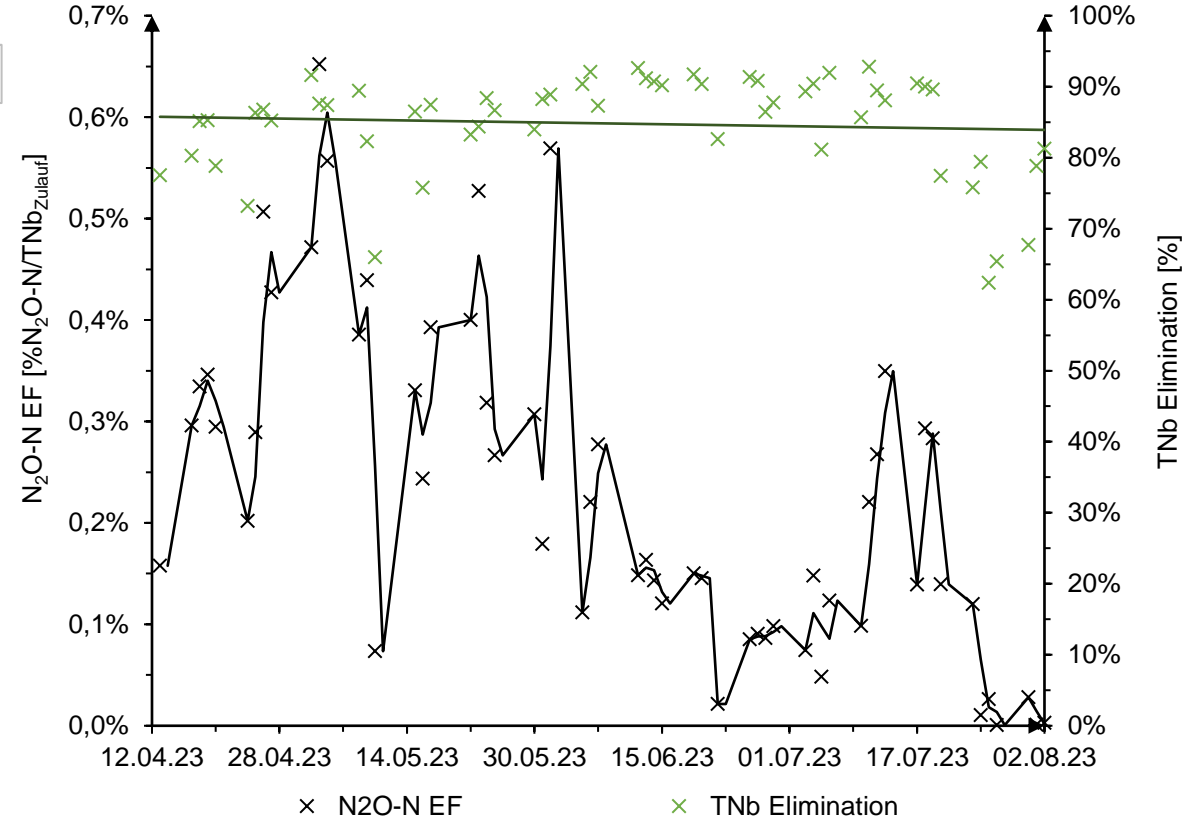
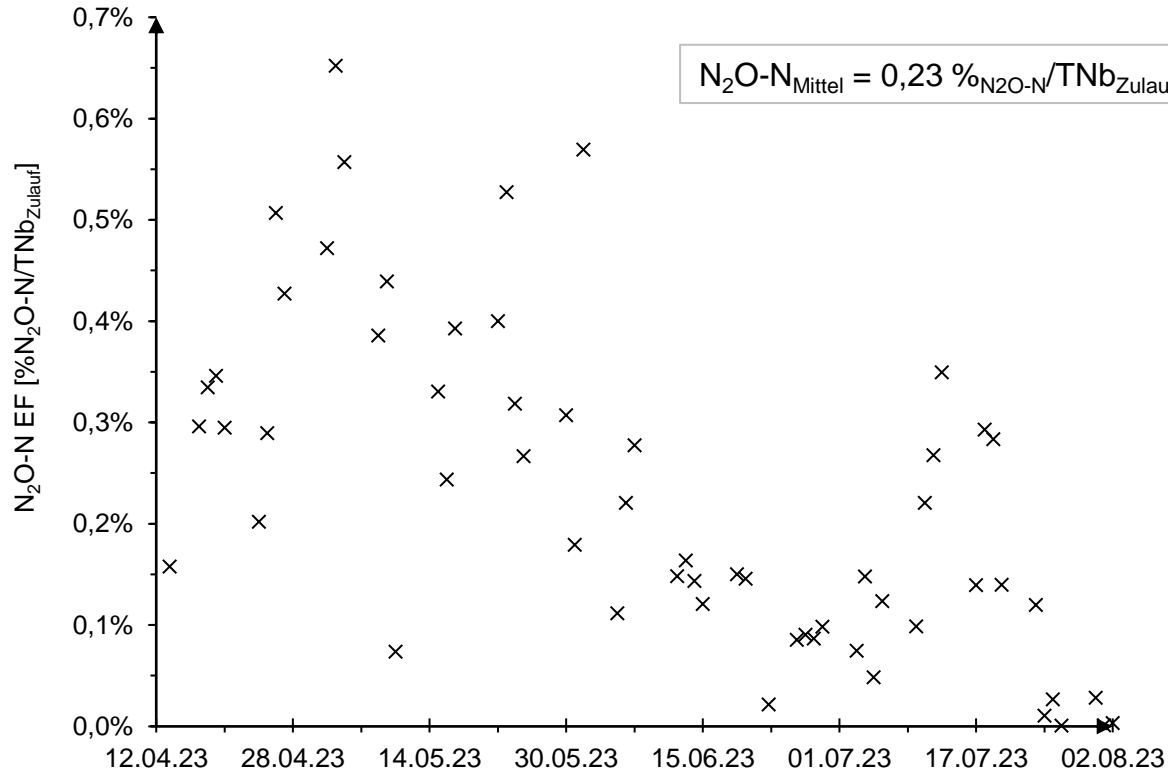


DN



Auswertung

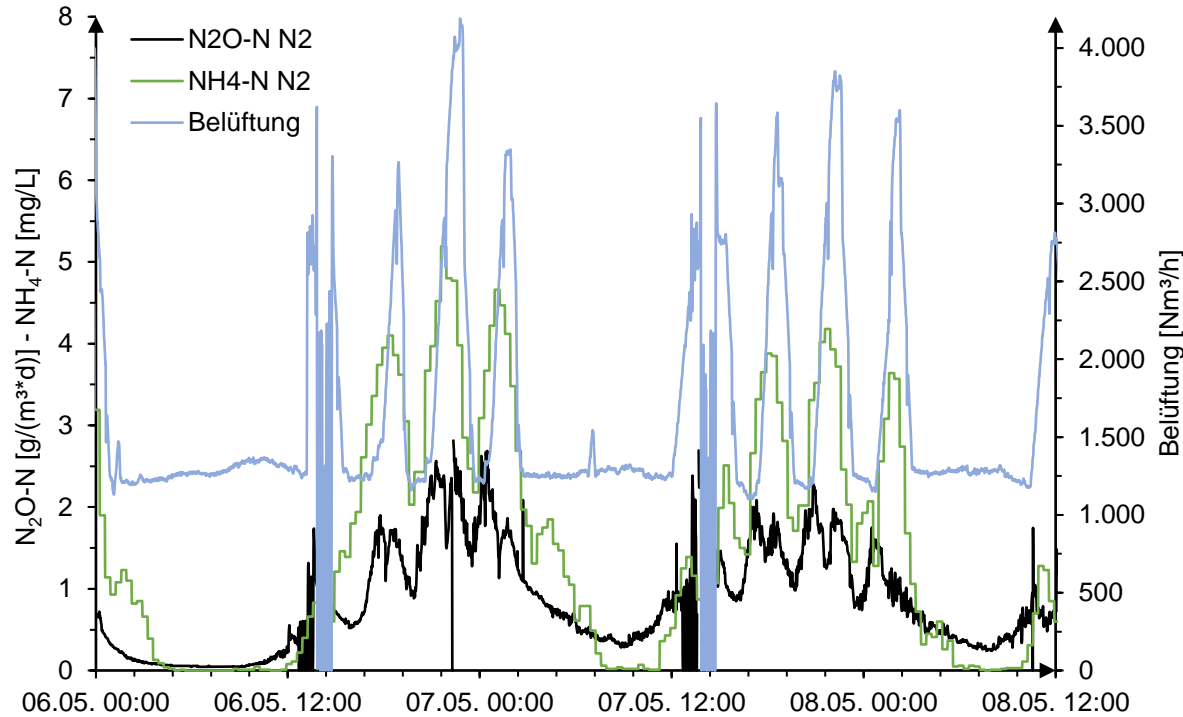
N₂O-N Emissionen



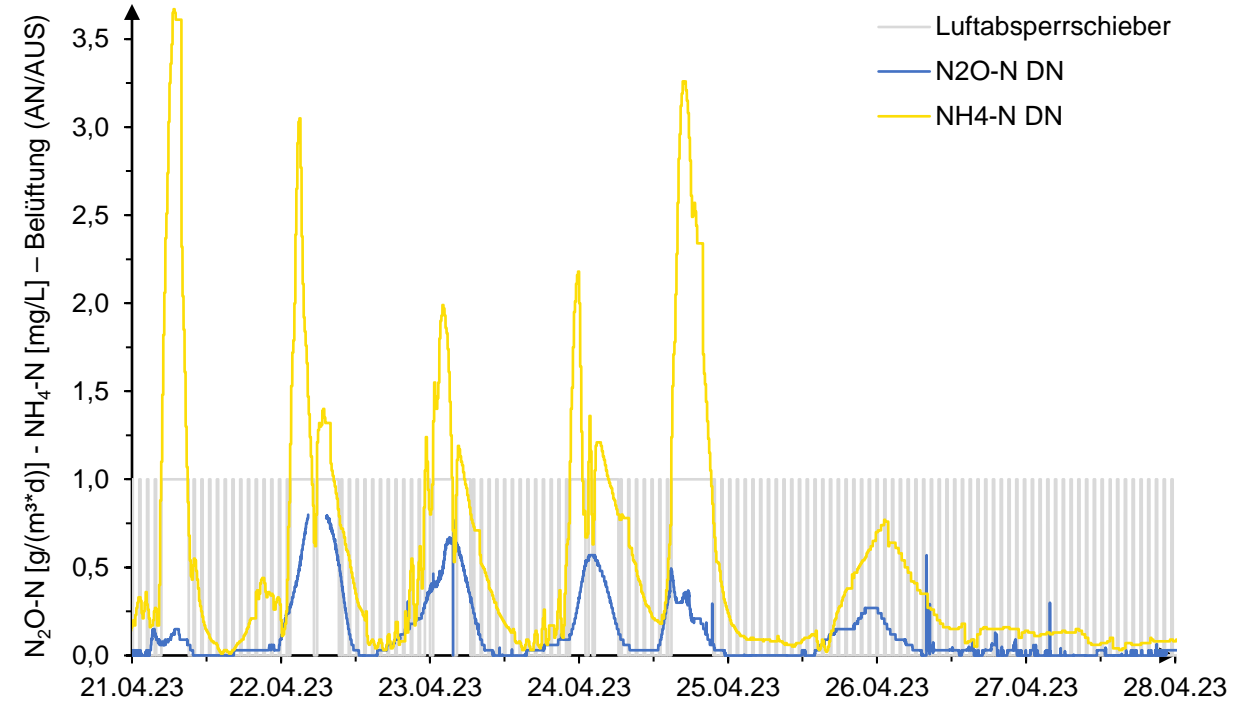
- Höchste bisherige Emissionen im Mai
- Emissionen werden im Jahrgang beobachtet
- Variation der Emissionen unabhängig von TNb-Elimination

Auswertung

Korrelation: Ammonium - Lachgas



Ausschnitt: N₂O-N, NH₄-N, Belüftung am Punkt N2 (06.05.23 – 08.05.23)

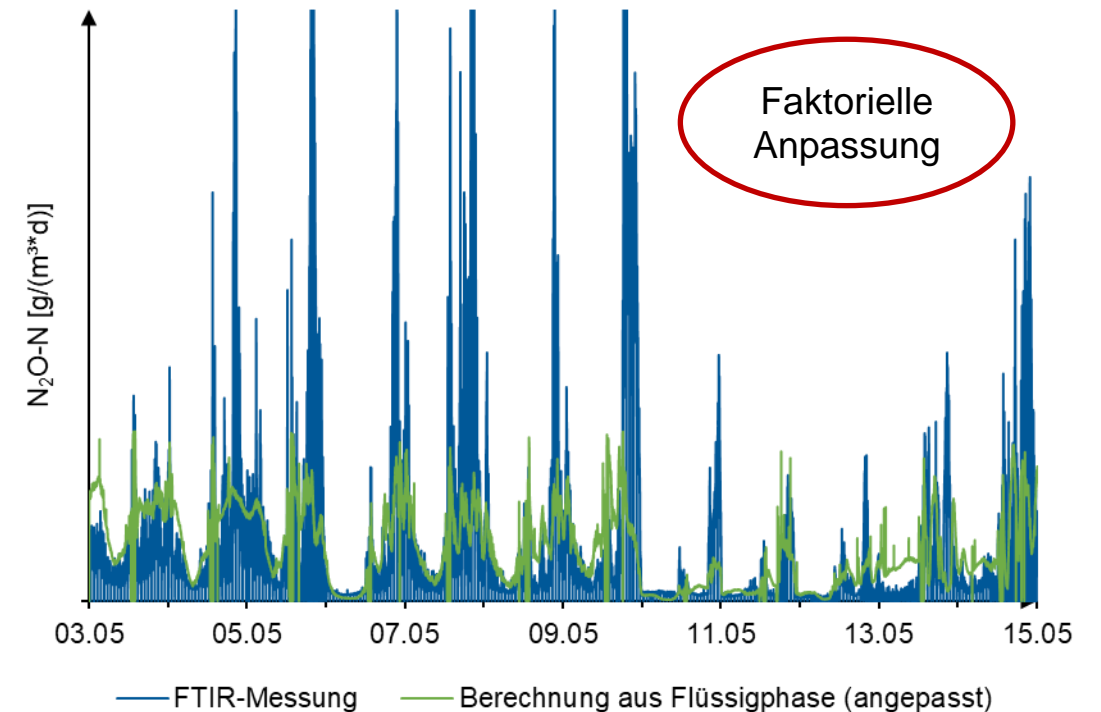
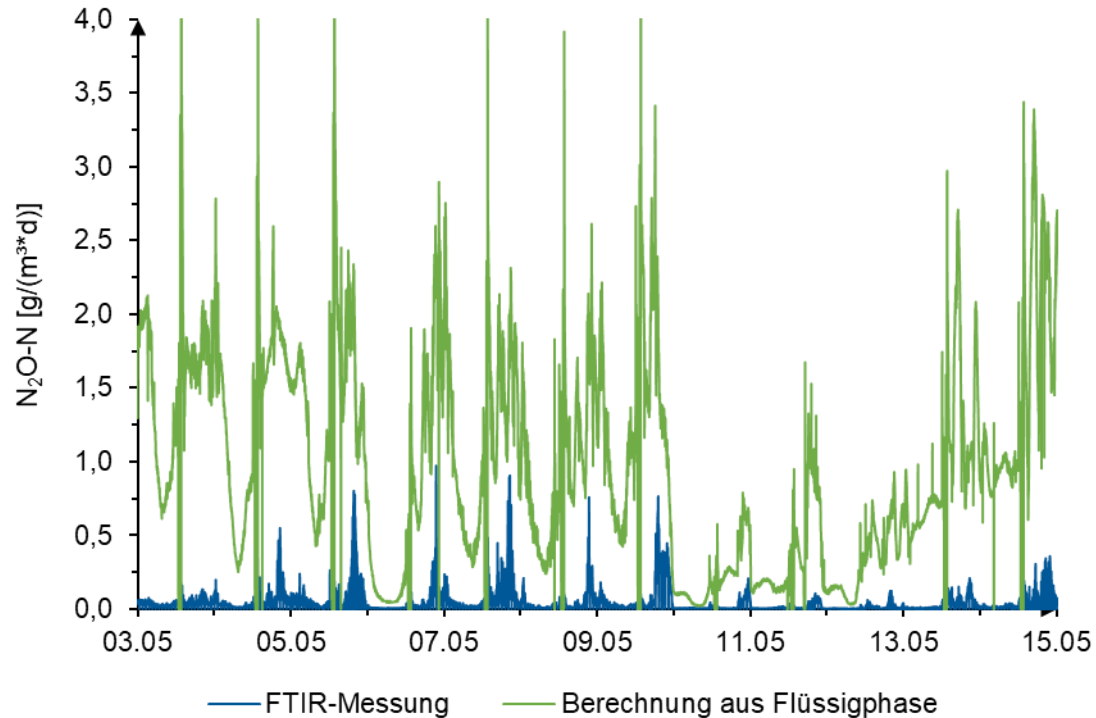


Ausschnitt: N₂O-N, NH₄-N, Belüftung am Punkt DN (Zeitraum: 21.04.23 – 28.04.23)

➤ Korrelation zwischen N₂O-N, NH₄-N und der Belüftung erkennbar

NH ₄ -N	●		
	●	N ₂ O-N	
		NH ₄ -N	●
			●
			N ₂ O-N

Auswertung FTIR-Punktmessung



- Qualitativer Verlauf der direkten Messung und der Berechnung ähnlich
- Ergebnisse der FTIR-Messung deutlich geringer
 - Haube saugt Umgebungsluft an
 - wurde durch schwimmende Haube ersetzt



N₂O-Messung in der Flüssigphase

- Unterschied zwischen Regen- und Trockenwetter
- Trockenwetter: Tagesgänge sind zu erkennen
- Emissionsspitzen korrelieren mit der NH₄-N Konzentration
- Unbelüftete Zone: Keine / Kaum N₂O-Emissionen



N₂O-Messung in der Gasphase (FTIR)

- Ähnlicher qualitativer Verlauf zu den berechneten Emissionen
- Austausch der Haube → Direkte Messung der Emissionen möglich



Ausblick

- Belüftungserfassung auf der KA Sundern → Berechnung der Emissionen
- Aufzeichnung über einen längeren Zeitraum zur Erfassung von Jahresgängen
- Entwicklung von Maßnahmen zur Emissionsminimierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ronja Voß, M. Sc.
rvo@ruhrverband.de
+49 201 178 2532