

Fallbeispiel: Stadtwerke Frederikshavn

Überwachung von N₂O-Emissionen leicht gemacht

Bei den Stadtwerken („Forsyningen“) in Frederikshavn/Dänemark liegt einer der Schwerpunkte auf der Einführung einer Methode, mit der die Treibhausgasemissionen aus verschiedenen Abwasserprozessen ihrer städtischen Kläranlagen besser erfasst und quantifiziert werden können.

	Kläranlage Frederikshavn
Einwohnergleichwert	130.000 (auf zwei Ströme verteilt)
Zulauf	300 m ³ /h
Anoxisches Volumen	1195 m ³
Belüftetes Volumen	2290 m ³
CSB, Nges, Pges	2800, 240, 40 t/a

Die Stadtwerke betreiben sowohl Biofilm- als auch Rezirkulationsprozesse mit vorgeschalteter Denitrifikation. Wegen zunehmender Unsicherheiten bei der Verwendung von standardisierten Emissionskennzahlen kontaktierte der Versorger Unisense Environment, um Unterstützung bei der Bestimmung des tatsächlichen durch N₂O verursachten CO₂- Fußabdrucks zu erhalten. Als Grundlage der neuen Initiative wurden zunächst die N₂O-Emissionen in der Biologie einer Kläranlage mit vorgeschalteter Denitrifikation überwacht.

Um Energie zu sparen und die Kapazität der Stickstoffelimination zu erhöhen, wurde die aerobe Zone vormals intermittierend betrieben, um abhängig von der Ammoniumkonzentration eine Denitrifikation im belüfteten Bereich zuzulassen. Unisense Environment installierte zwei N₂O-Abwassersysteme – eines in der anoxischen-, das andere in der aeroben Zone. Um die Bildung von N₂O besser zu verstehen, wurden die N₂O Sensordaten durch Anbindung ans Leitsystem, gemeinsam mit allen anderen Daten der Anlage zeitgleich aufgezeichnet.

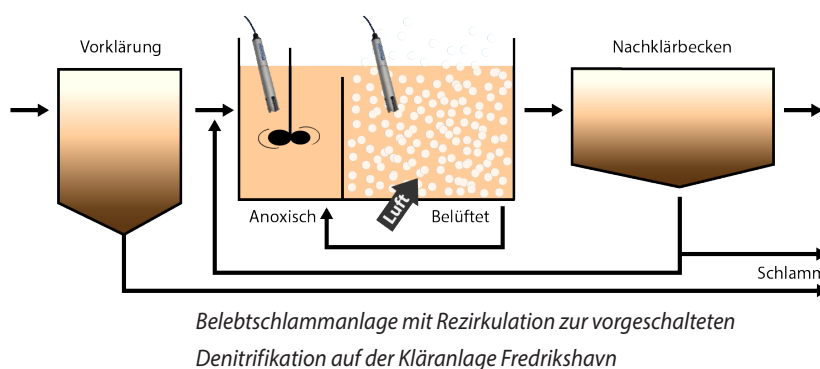


N₂O- Abwassersystem

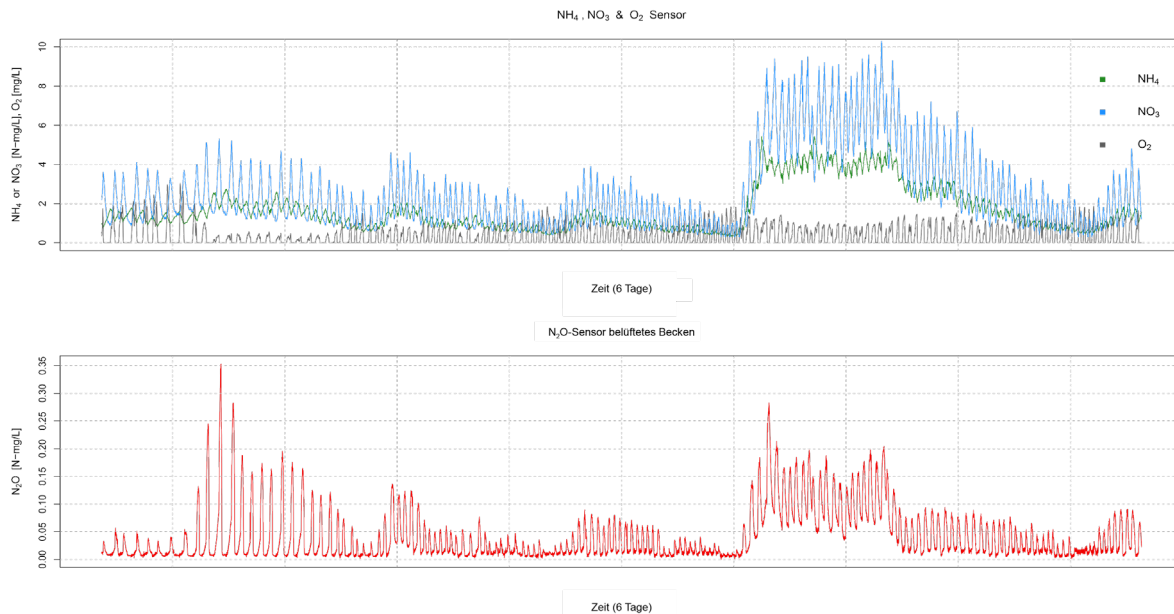
Nach einer einfachen Zweipunktkalibrierung überwachten die Sensoren das N₂O-Niveau. Nach einem 14-tägigen Messzeitraum wurde ein kompletter Datensatz aus dem SCADA-System ausgelesen und zur Datenanalyse an Unisense Environment geschickt. Mithilfe verschiedener Datenmanagementtools wurden generelle Korrelationen und insbesondere die N₂O-Produktion dokumentiert.

Auf Grundlage des 14-tägigen Messzeitraums wurde deutlich, dass die N₂O-Emission erheblichen Schwankungen unterliegt. Der Hauptanteil (53%) der N₂O-Emission über diesen 14-tägigen Zeitraum, entfiel auf zwei insgesamt 42 Stunden dauernde Spitzenlastphasen. Außerdem führten niedrige Sauerstoffsollwerte zum Beginn des Messzeitraums zu einem signifikanten Anstieg der N₂O-Konzentration, was den Zusammenhang zwischen niedrigem Sauerstoffgehalt und der Bildung von N₂O deutlich unterstreicht. Während des untersuchten Zeitraums wurde in der anoxischen Zone nur sehr wenig N₂O gebildet.

Lediglich während eines Zeitraums mit hohem Ammoniumgehalt stieg die N₂O-Konzentration 30 Stunden lang auf 0,3 N-mg/l an. In der zuvor rein aeroben Zone wurde N₂O in erster Linie während der anoxischen Phasen, die durch die intermittierende Fahrweise entstanden, produziert und nachfolgend während der aeroben Phasen durch die Belüftung an die Atmosphäre abgegeben.



Abschließend wurden auf Basis von wissenschaftlich fundierten Methoden Berechnungen der N_2O Emissionen und der daraus abgeleiteten CO_2 Äquivalenten durchgeführt. Dies wurde mit den CO_2 -Äquivalenten verglichen, die die Energie für die Belüftung verursacht, und der Leitung der Stadtwerke als Teil einer zweitägigen Beratungsdienstleistung vorgelegt. Es wurde berechnet, dass der CO_2 -Fußabdruck des Zeitraums 10 Tonnen CO_2 -Äquivalente betrug, wobei N_2O 59 % der Emissionen verursachte.

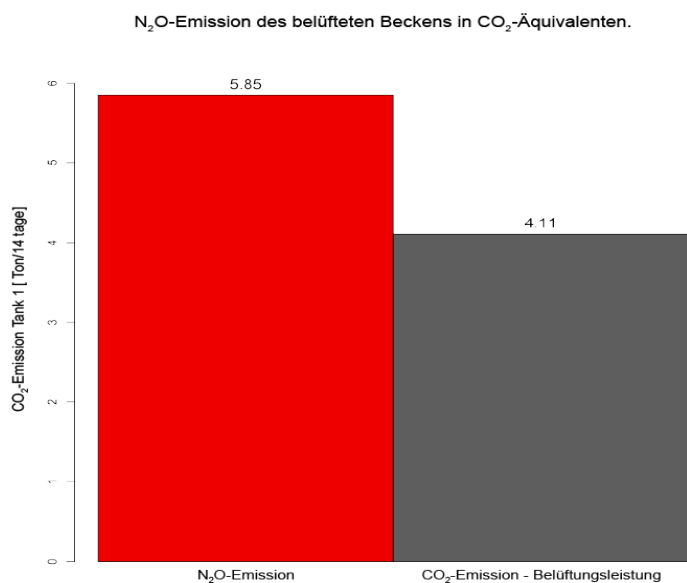


6 Tage des 14-tägigen Messzeitraums. NH_4 , NO_3 , O_2 und N_2O Datenreihen in graphischer Darstellung, welche eine niedrige O_2 -Sollwertphase und eine von 2 Hochlastphasen einschließen.

Auf Grundlage des kurzen Überwachungs- und Datenanalysezeitraums entstand eine kurze Liste der daraus ableitbaren Problemerkennnisse und möglichen Lösungen.

- N_2O -Konzentration und -Emission schwanken stark. Im Mittel übersteigen sie die von der Belüftung verursachten CO_2 -Äquivalente.
- Es ist wichtig, den gelösten Sauerstoff zu überwachen, um eine erhöhte N_2O -Produktion und -Emission zu vermeiden.
- Ammonium-Hochlastphasen sollten durch Ausgleich der Zuluftlast vermieden werden.
- Kontrollstrategien, bei denen die Denitrifikation durch erhöhtes CSB verbessert wird, können möglicherweise die N_2O -Emissionen reduzieren (Folgeprojekt).
- Energieoptimierung durch Strategien mit zeitweiser Belüftung sollte mit einer N_2O -Überwachung gekoppelt werden, um übermäßige N_2O -Emissionen zu vermeiden.

Dank einer geringfügigen Investition haben die Stadtwerke Einsicht in die tatsächlichen Quellen und Ursachen ihrer N_2O Emissionen erhalten und können nun Maßnahmen ergreifen, um ihren durch N_2O verursachten Treibhauseffekt und die Schädigung der Ozonschicht zu minimieren.



Aus der berechneten N_2O -Emission und der für die Belüftung verwendeten Energiemenge berechnete CO_2 -Gesamtemission des 14-tägigen Zeitraums. Für die Berechnung der CO_2 -Äquivalente wurden folgende Faktoren verwendet: 296 kg CO_2 /kg N_2O und 0,418 kg CO_2 /verwendete Kilowattstunde.