



Nitrogenfjerning: Adaptasjon av delvis nitrifisering og anaerob ammonium oksidasjon til RAS-konsentrasjoner

Medforfattere:

Lea Risnes

Zhitao Huang

Blanca M. Gonzalez-Silva

Stein Wold Østerhus

Olav Vadstein

Ingrid Bakke

Nitrogenbehandling i RAS

- Norm for nitrogen behandling i norske RAS: Biofilter med nitrifisering: $\text{TAN} \rightarrow \text{NO}_3$
- Fordeler med å fjerne nitrogen:
 - Mulighet for å redusere vannforbruk
 - Renere utslippsvann
 - Positiv effekt på fiskehelse?
- Nitrogen kan fjernes helt med denitrifikasjon: $\text{NO}_3 + \text{organisk karbon} \rightarrow \text{N}_2$
- Men ikke så vanlig i norsk smoltproduksjon
- Fins det andre og gunstigere måter å fjerne nitrogen på?

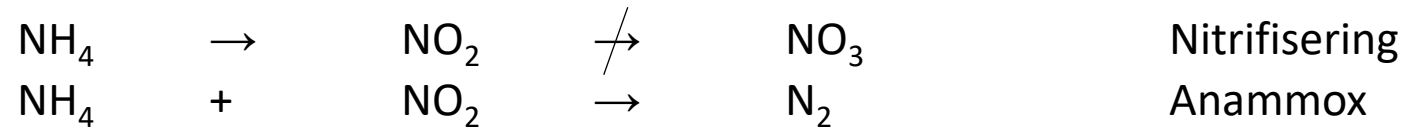
Delvis nitrifisering og anammox

- Anammox-bakterien fjerner nitrogen ved å bruke ammonium og nitritt til å lage nitrogen gass:



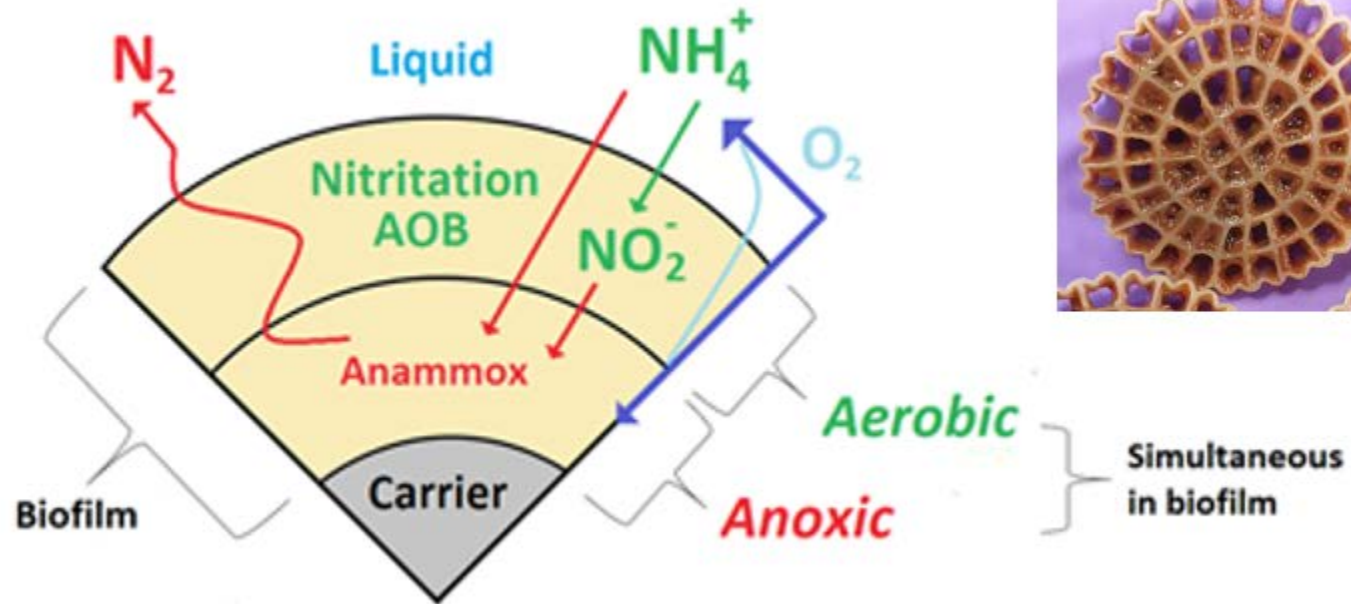
- Anaerob prosess
- Ammonium finnes allerede i RAS vannet
Nitritt dannes i biofilteret i første steg av nitrifikasjon
- Hvor langt nitrifikasjon går kontrolleres med luftingen av biofilteret

Hvis man lufter bare litt går kun det første steget av nitrifikasjon!



- Den kombinerte prosessen heter delvis nitrifisering anammox og foregår i biofilmen på bærere (Partial nitrification anammox på engelsk: PNA)

Delvis nitrifisering-anammox



Fordel med anammox

- Delvis nitrifisering-anammox representerer et alternativ til den samlede prosessen nitrifikasjon og denitrifikasjon
- Fordeler med anammox sammenliknet med nitrifikasjon/denitrifikasjon:
 - Trenger ikke luft/biofilter like mye som ved nitrifikasjon
 - Trenger ikke den ekstra karbon-kilden for denitrifikasjon
 - Lavere CO₂-produksjon: CO₂ brukes av anammox som karbonkilde

	Nitrification/Denitrification	SHARON-Anammox	unit
Methanol dosing	3	0	kg/kg N
Power consumption	2.8	1	kWh/kg N
Production of excess sludge	0.5-1.0	0.1	kgVSS/kgN
CO ₂ emission	> 4.7	0.7	kg/kg N
Costs (opex & capex)	3-5	1-2	€/kg N

Table 1. Advantages of the combined SHARON-Anammox process over conventional nitrification/denitrification (after van Loosdrecht, 2008).

*SHARON-anammox er en delvis nitrifisering-anammox prosess

Anammox i dag

- Prosessen er brukt kommersielt innen rensing av avløpsvann med høye ammonium konsentrasjoner (flere hundre mg N/L)
 - f.eks. på Nordre Follo Renseanlegg: 800 mg NH₄-N/L
- Men prosessen har også blitt oppdaget i RAS biofiltre
- RAS Biome-prosjektet satte seg mål å prøve å adaptere bærere brukt på Nordre Follo til lave ammonium konsentrasjoner relevant for RAS – dette har ikke blitt gjort før

Ekspiriment

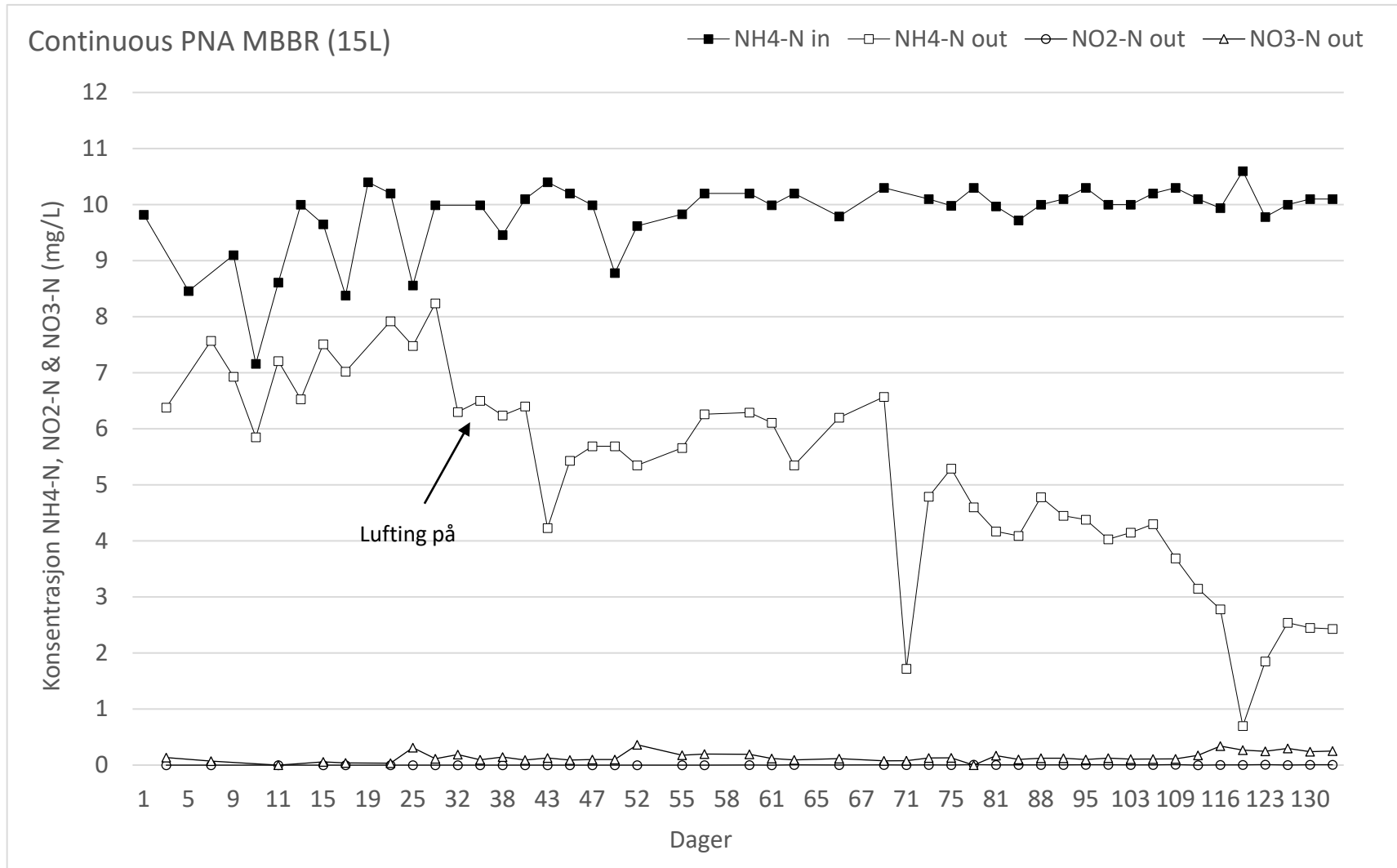
- Tre lab skala MBBR reaktorer med bærere fra Nordre Follo ble satt opp og gitt ulike strategier for å senke TAN-konsentrasjonen
- Jeg optimaliserte den ene til å fjerne nitrogen med delvis nitrifisering anammox-prosessen

Parameter	Verdi
TAN konsentrasjon	10 mg NH ₄ -N/L
HRT	43 timer
Temperatur	20 °C

- Optimaliserte reaktor-effektiviteten ved å «tune» luftingen
- Tilsatte litt organisk karbon for å konsumere oksygen
- Målte NH₄, NO₂ og NO₃ med Hach Lange kits
- Sendt inn prøver av biofilm til mikrobiell analyse



Resultat



Nedgang i NH_4 -ut
= økt fjerning av nitrogen
over tid

Nitrogen removal-rate:
73%

Basert på anammox
metabolisme forventet vi
en noe større nitrat
produksjon enn vi ser:
Trolig har vi også
denitrifiserere i reaktoren

Fort.

- Trolig foregår det både nitrifisering og denitrifisering i reaktoren, men...
- Vi har selektert for anammox og massebalansen indikerer anammox aktivitet
 - ikke nok oksygen for fullstendig nitrifisering
 - ikke nok organisk karbon til fullstendig denitrifisering
- Mikrobielle analyser er sendt inn: disse vil trolig gi mer innsikt i hvilke bakterier som er aktive

Konklusjon

- De kjemiske dataene indikerer anammox aktivitet
- Anammox-bærere fra avløpsvann har blitt tilpasset lave TAN-verdier
- Reaktoren er stabil og har blitt senket videre til 5 mg/L: fullstendig fjerning
- Etter vår kunnskap blir dette første gang det er vist at anammox kan brukes ved så lave TAN verdier
- Neste steg i prosjektet: senke temperatur og implementere i lite eksperimentelt RAS uten fisk
- utfordringer: oksygen-kontroll, lav temperatur, trygg integrering av en fase med lav oksygen i RAS

Takk for
oppmerksomheten!



Lea Risnes
45225143

