



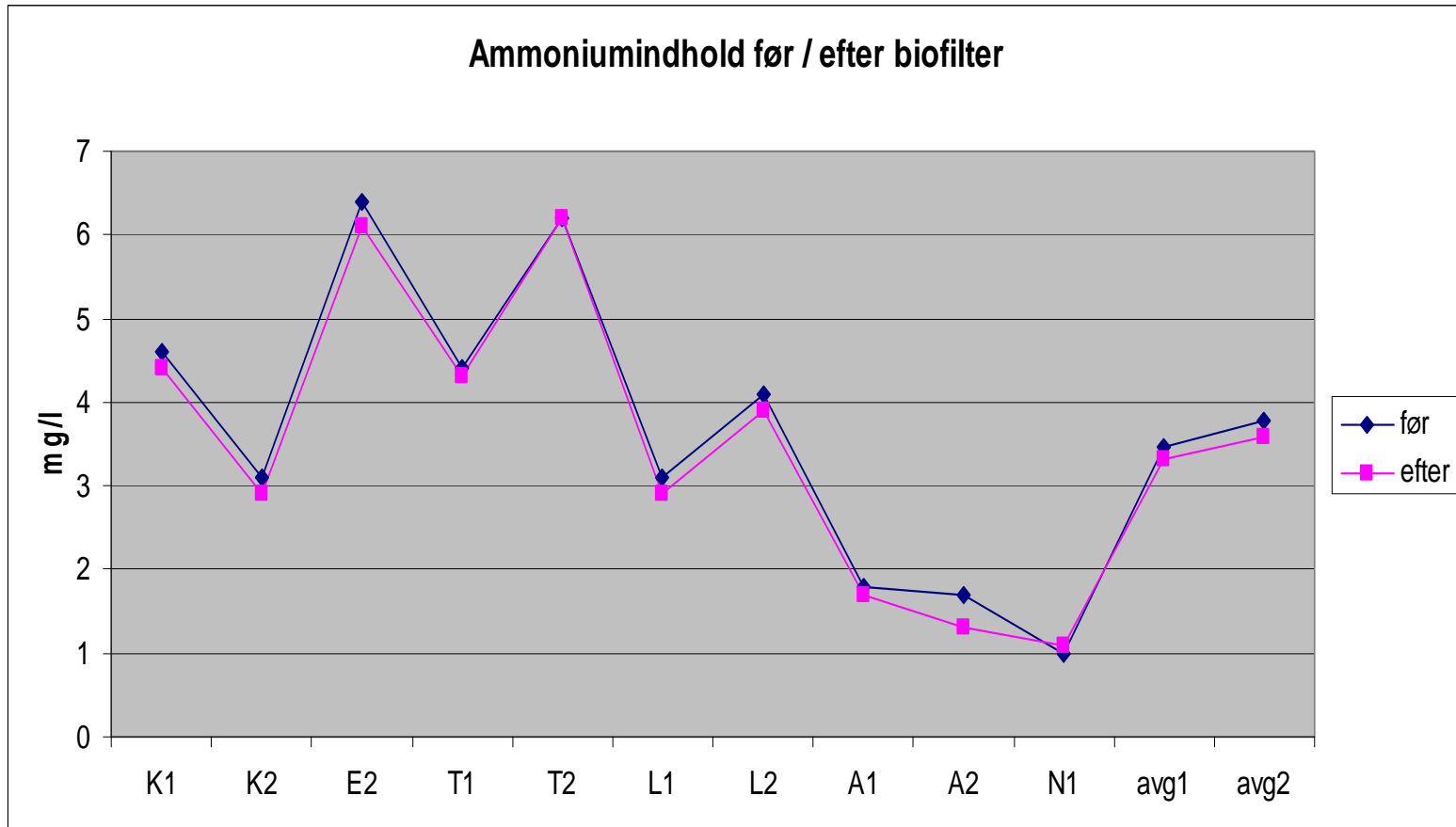
DTU Aqua – Institut for Akvatiske Resourser
Danmarks Tekniske Universitet



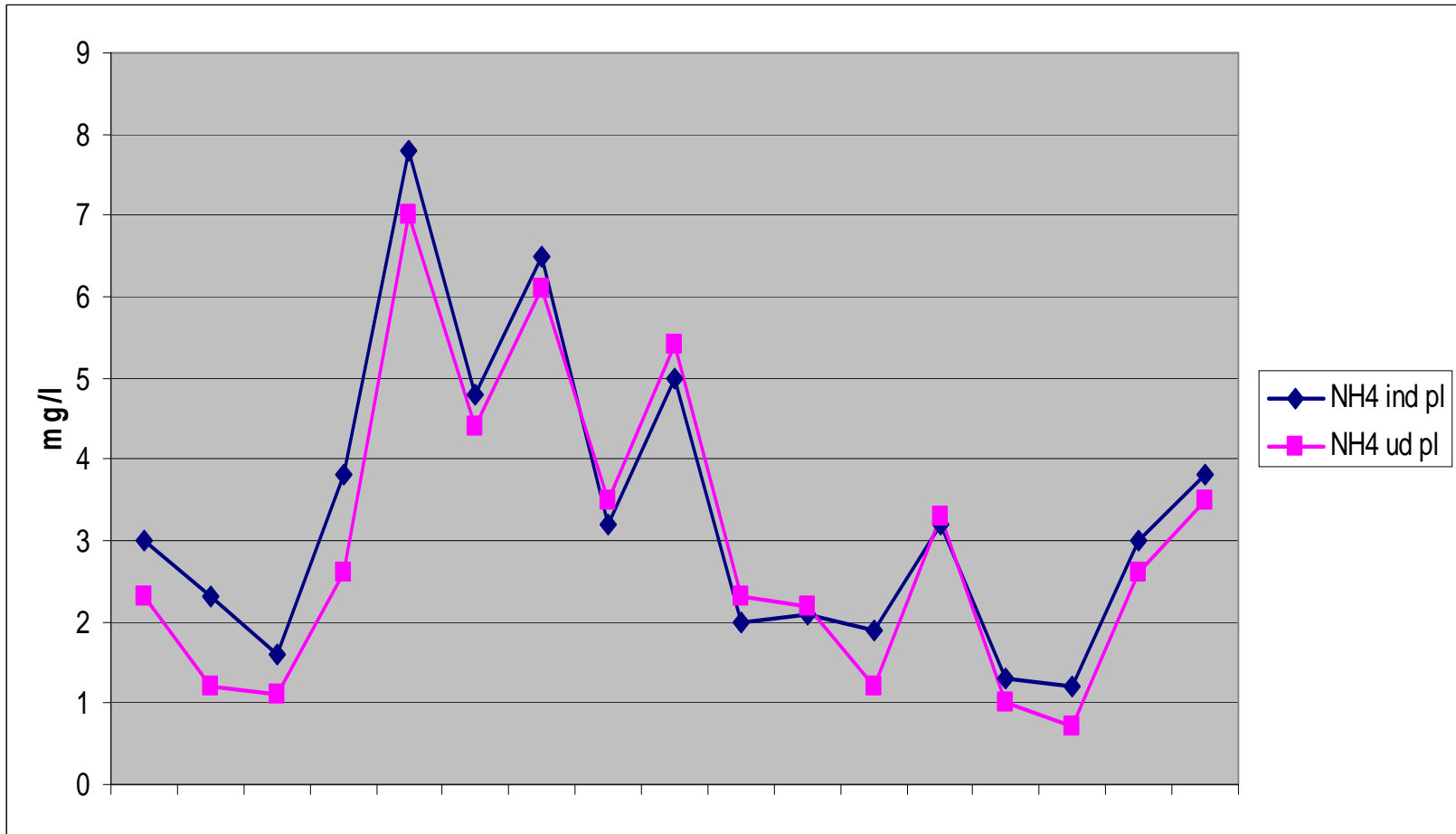
Rensegrader

	BI₅	COD	Total-P	NH₄⁺	Total-N
Forudsat %	75/80		60/65		31/35
Opnået	93 %	87 %	76 %	77 %	50 %

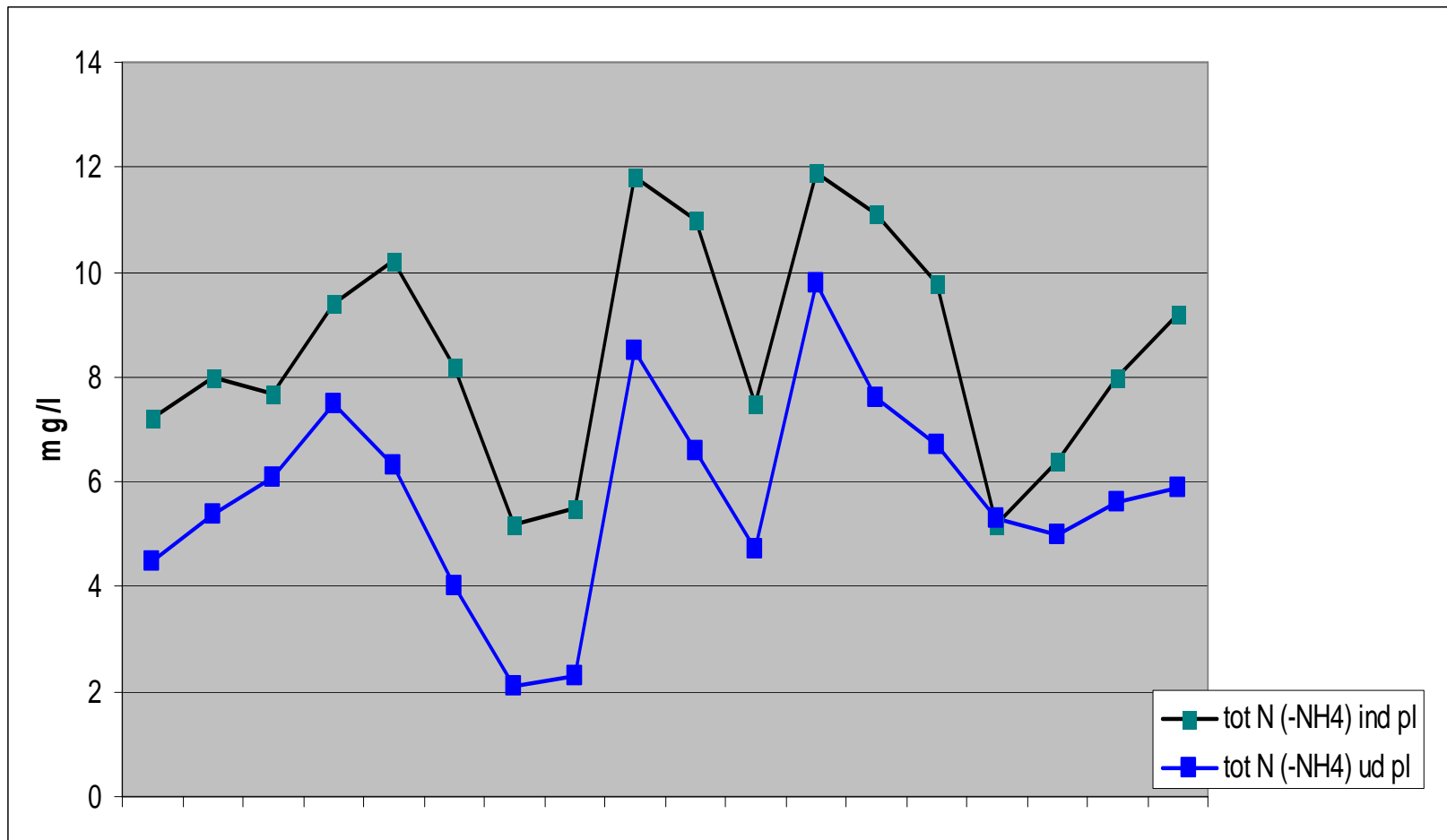
Ammonium før/efter biofilter



Ammonium før/efter plantelagune



Total N (fratrullet ammonium) før/efter plantelagune



Plantelaguner



- Plantelaguner er simple og effektive til fjernelse af stoffer

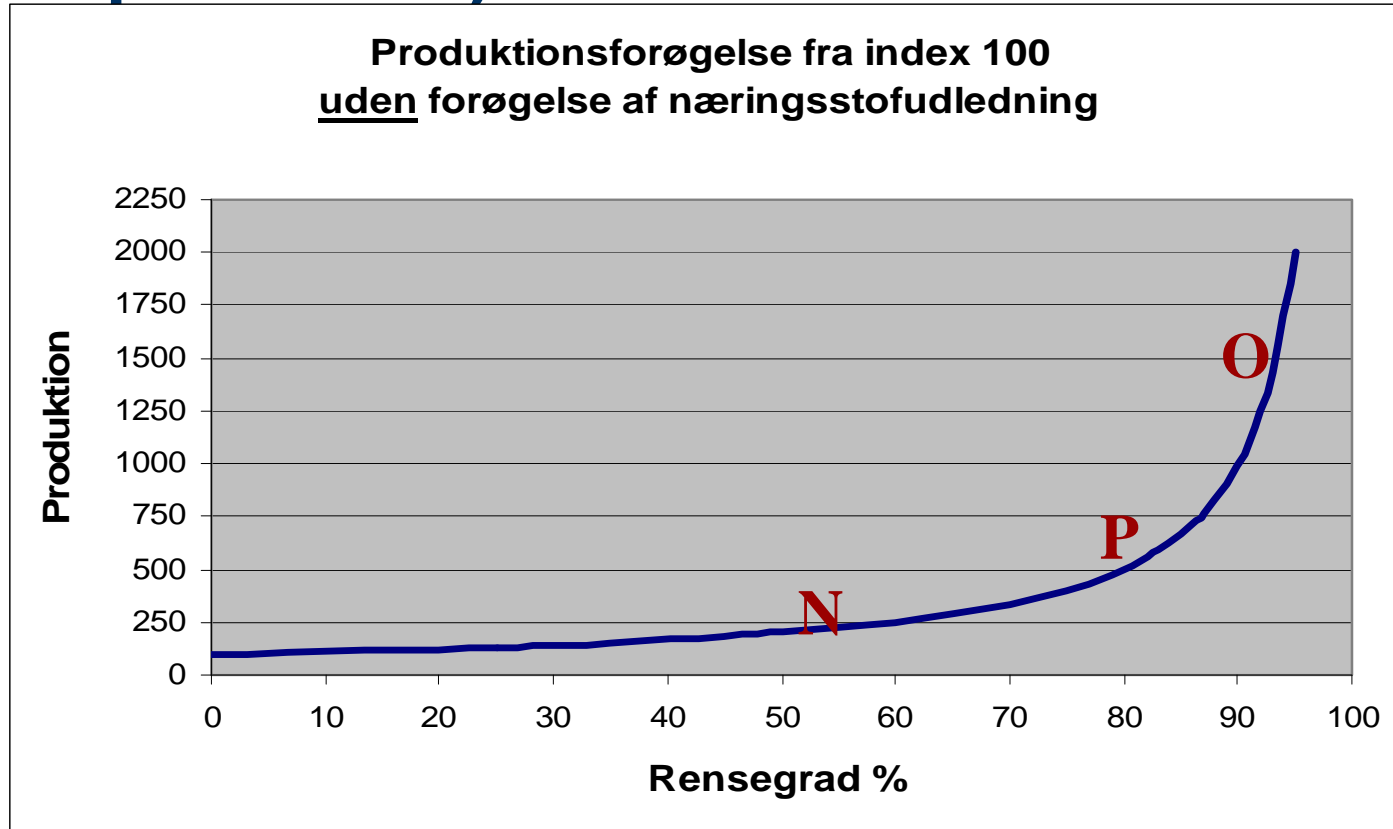
Fjernelses -rater	Total N	Total P	BI5	COD
g/m²/dag	2,7	0,18	4,4	13,1

* Der var forudsat fjernelse af 1 g N/m²/dag

Plantelaguner



Betydningen af kvælstoffjernelsen for udledningsneutral produktionsudvidelse (alle parametre)



Produktionsenheder

Slamkegler i produktionsenhederne er simple, driftssikre og effektive til fjernelse af partikulært stof - organisk stof og fosfor

De kan øge biofiltrenes effektivitet og nitrifikation ved at reducere den partikulære belastning heraf samt + for drift
Biofiltre er gode til omdannelse af ammonium til nitrat (nitrifikation)

Forbedret konstruktion og drift, som optimerer ilt, pH- og alkalinitetsforhold samt flow og vandfordeling vil kunne forbedre nitrifikationen yderligere

Plantelaguner

- Især gode til nitrat, BI5 og partikler
- Mæanderende vandløbsagtige plantelaguner, oprettet ved inddragelse af gamle jorddamme og bagkanaler er bedst
- Forøget opholdstid i plantelagunerne, gerne til op mod 35-40 timer, synes at være optimalt. Yderligere opholdstid har kun ringe yderligere effekt
- Kvælstof og fosfor i de højere planter har kun lille massebalancemæssig effekt, men de bidrager kvalitativt til plantelagunens effekt

Optimeringer 1

- Kvælstoffjernelsen klart den begrænsende parameter for fremtidig fodertildeling
- Der kan generelt kun laves mindre justeringer på fjernelsen af organisk stof og til dels fosfor. Vil ikke have større effekt, da fjernelsesraterne i forvejen er høje
- Det tilgængelige biofilterareal i produktionsenheder burde være rigeligt til omdannelse af næsten alt ammonium til nitrat
- Vigtigt, at driftsparametre holdes optimale i filtrene: iltmætning over 60 %, pH over 6,8, tilstrækkelig alkalinitet, reduceret organisk belastning, optimeret returskylning
- Etablering af separate biofiltre på afløbsvandet fra produktionsenhederne, specifikt beregnet på nitrifikation af denne begrænsede vandmængde er herudover en oplagt mulighed for yderligere ammonium-fjernelse
- Ligeledes kan returvand fra slambassiner eventuelt med fordel passere en nitrifikationsenhed

Optimeringer 2

- Mest mulig ammonium til nitrat inden vandet entrerer plantelagunen
- Generelt fjerner plantelagunen ikke ammonium, men effektivt nitrat
- Bundnært dannes anaerobe zoner med stor denitrifikation
- Processen kræver tilført passende mængder let-omsætteligt organisk stof og at opholdstiden er tilstrækkelig lang
- Let-omsætteligt organisk stof, normalt i forholdet 5:1 til nitrat, er afgørende vigtig for nitratfjernelsen, hvorfor alt for effektiv BI5-fjernelse forinden faktisk ikke er ønskværdigt
- De opstillede krav til iltmætning internt i plantelagunen er derfor heller ikke relevante
- Begrænsende parametre for denitrifikationen forventes undersøgt i et snarligt projekt
- Ligeledes muligheden for etablering og drift af separate enheder, specifikt beregnet til nitratfjernelse (denitrifikationsfiltre)

Indsatsområder

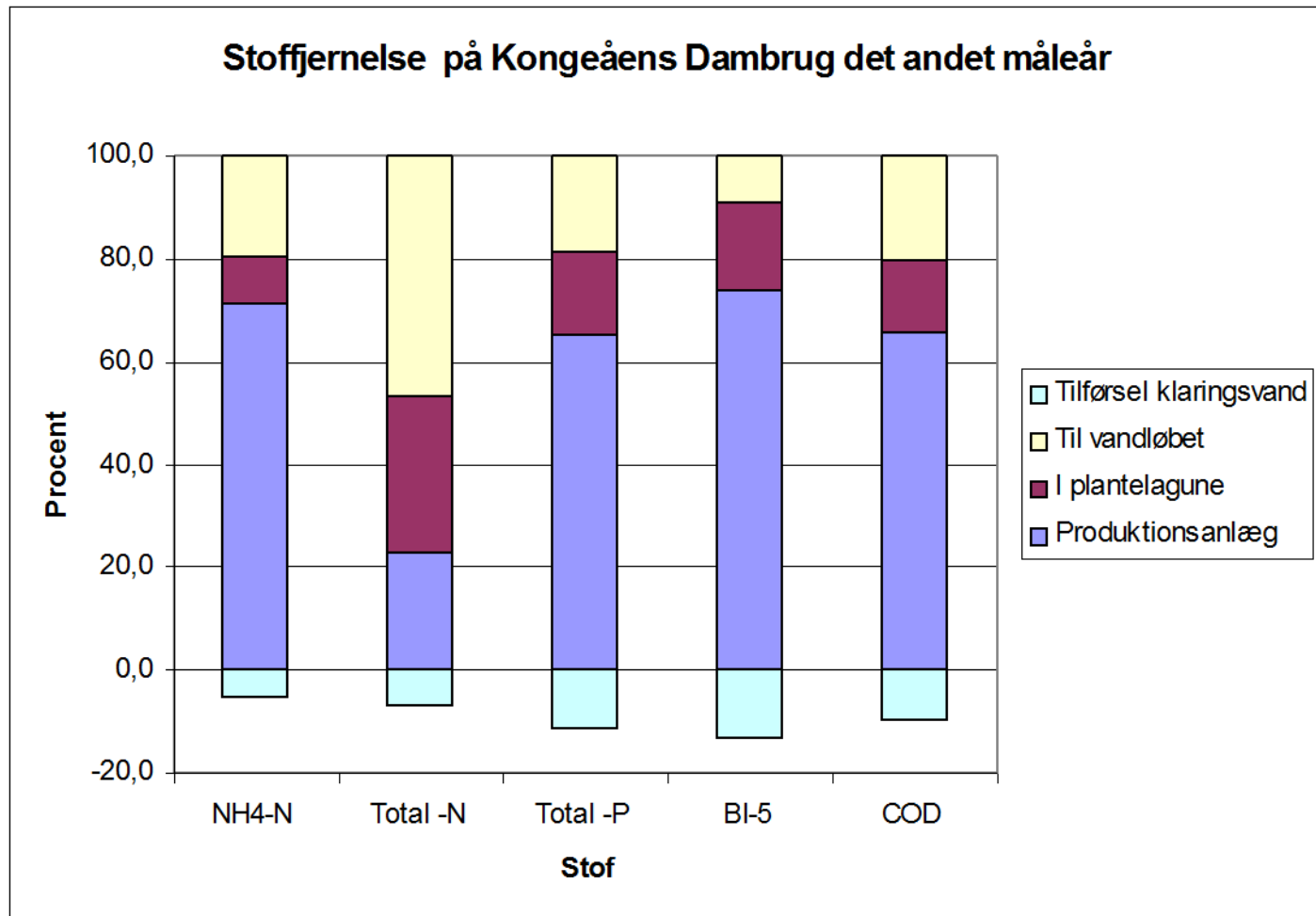
- Kvælstoffjernelse
 - Optimering af biofilterdrift
 - Separat NH_4 -fjernelse på afløb fra prod.anlæg
 - Optimering af denitrifikation i plantelaguner
 - Denitrifikationsfilter
- Undervisning / uddannelse / oplæring
- Slamhåndtering/slambehandling

Gennemsnitskoncentrationer (mg/l) nedstrøms biofilter i produktionsanlæg



Dambrug	NH₄-N	NO₂₃-N	Total-N
Abild	1,3	15	18,0
Ejstrupholm	6,1	6,9	15,0
Kongeåen	2,9	7,1	11,0
Løjstrup	3,9	9,3	15,0
Nørå	2,2	2,4	12,0
Rens	0,8	5,6	7,0
Tingkærvad	6,2	4,0	11,0
Tvilho	0,8	8,4	10,0

Hvad fjernes hvor ?



Fra "Statusrapport fra 2. måleår på Kongeåens dambrug" DTU-

- **FOKUS PÅ ØGET
KVÆLSTOF-FJERNELSE**

Biofilter Kongeåen

- Moving bed: $550 \text{ m}^3 * 800 \text{ m}^2/\text{m}^3 = 440.000 \text{ m}^2$
- Fixed bed: $462 \text{ m}^3 * 200 \text{ m}^2/\text{m}^3 = 92.400 \text{ m}^2$
- NH_4 -fjernelse (år 1) ca.: $18.750 \text{ kg}/\text{år}$
- NH_4 specifik fjernelse (år 1): ca. $0,1 \text{ g NH}_4\text{-N}/\text{m}^2/\text{dag}$
- Bl.a. grundet pH, utilstrækkelig beluftning (ilt mangel), organisk belastning, kanal-dannelse og fluktuationer

Omsætning af ammonium-kvælstof i biofiltre på Modeldambrug





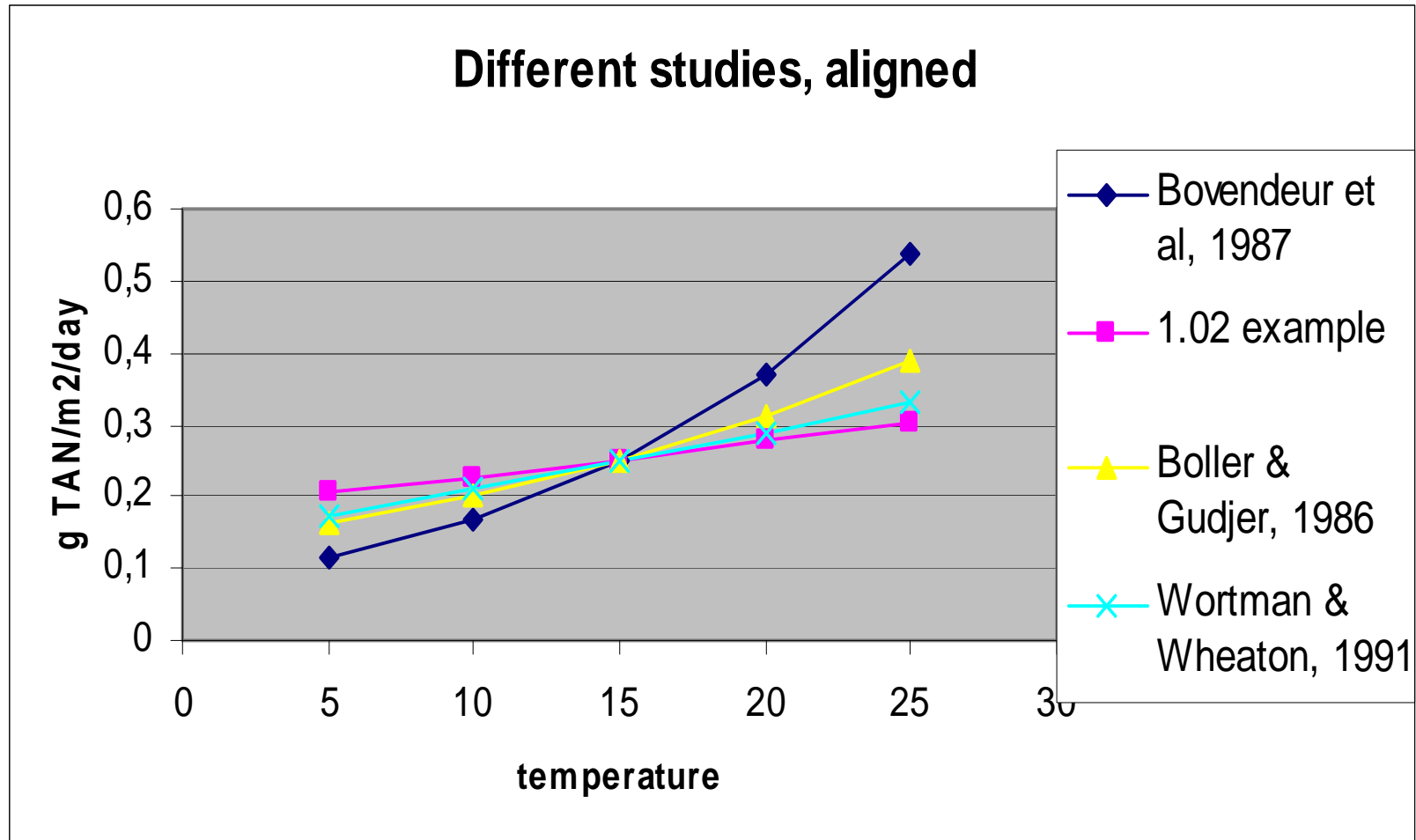




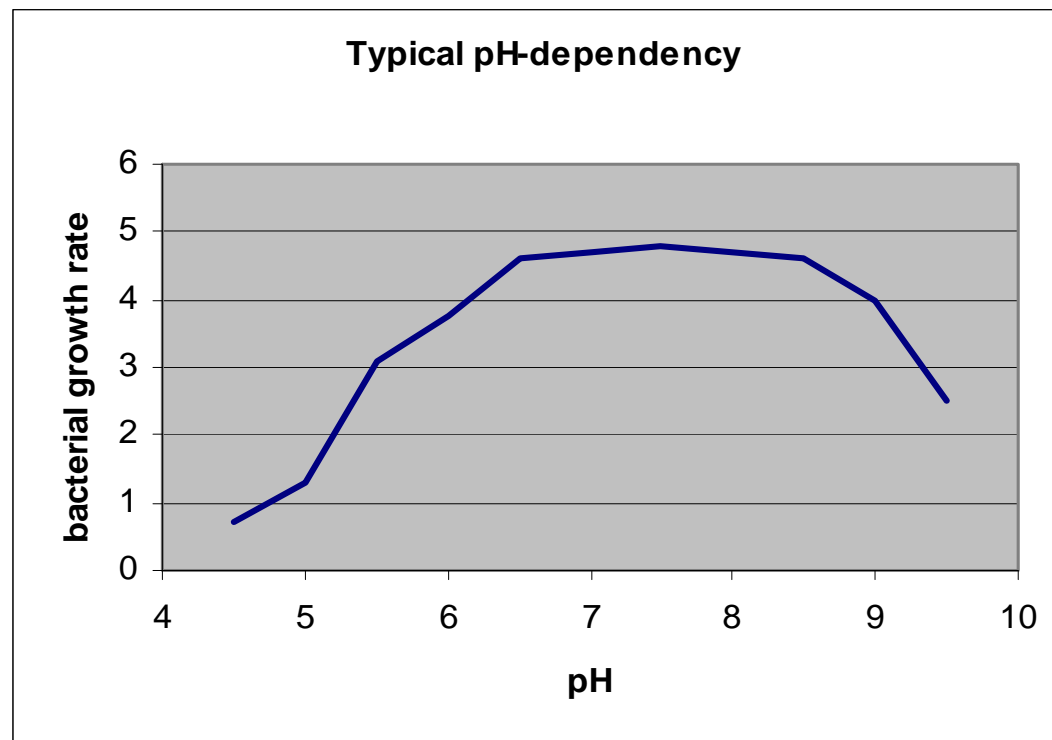




Temperatur

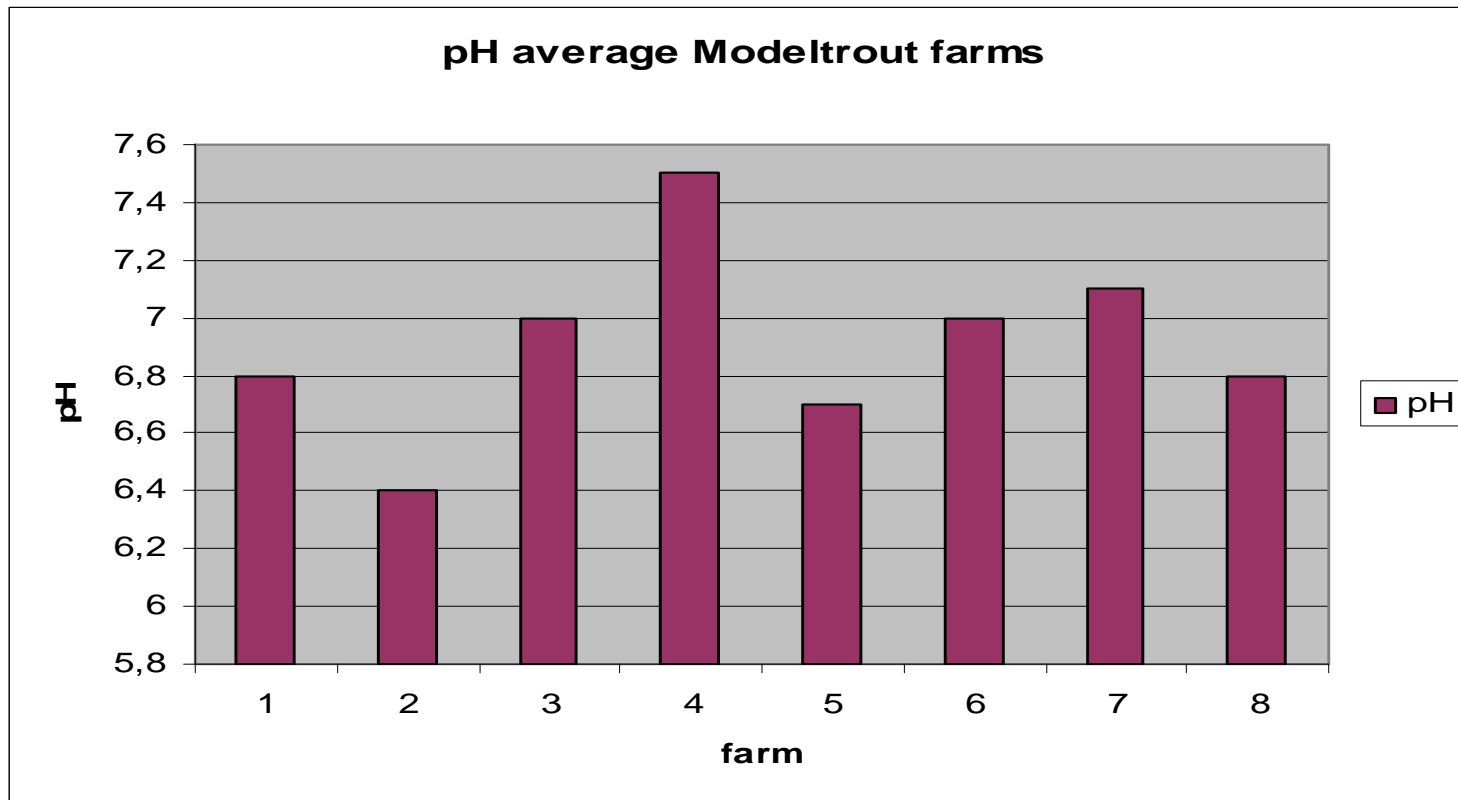


Betydning af pH



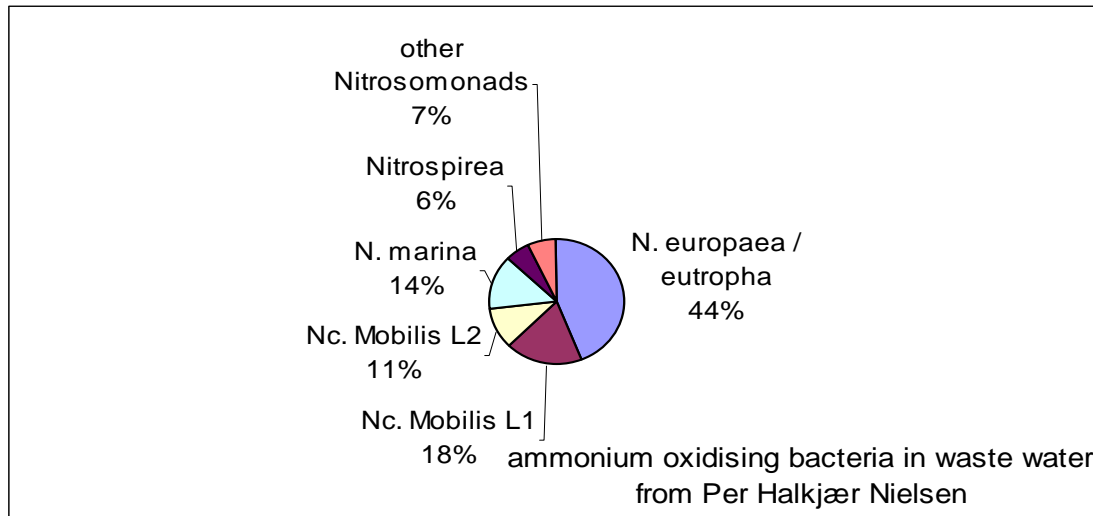
fra Hentze *et al*,
2006

pH-forskelle på Modeldambrug



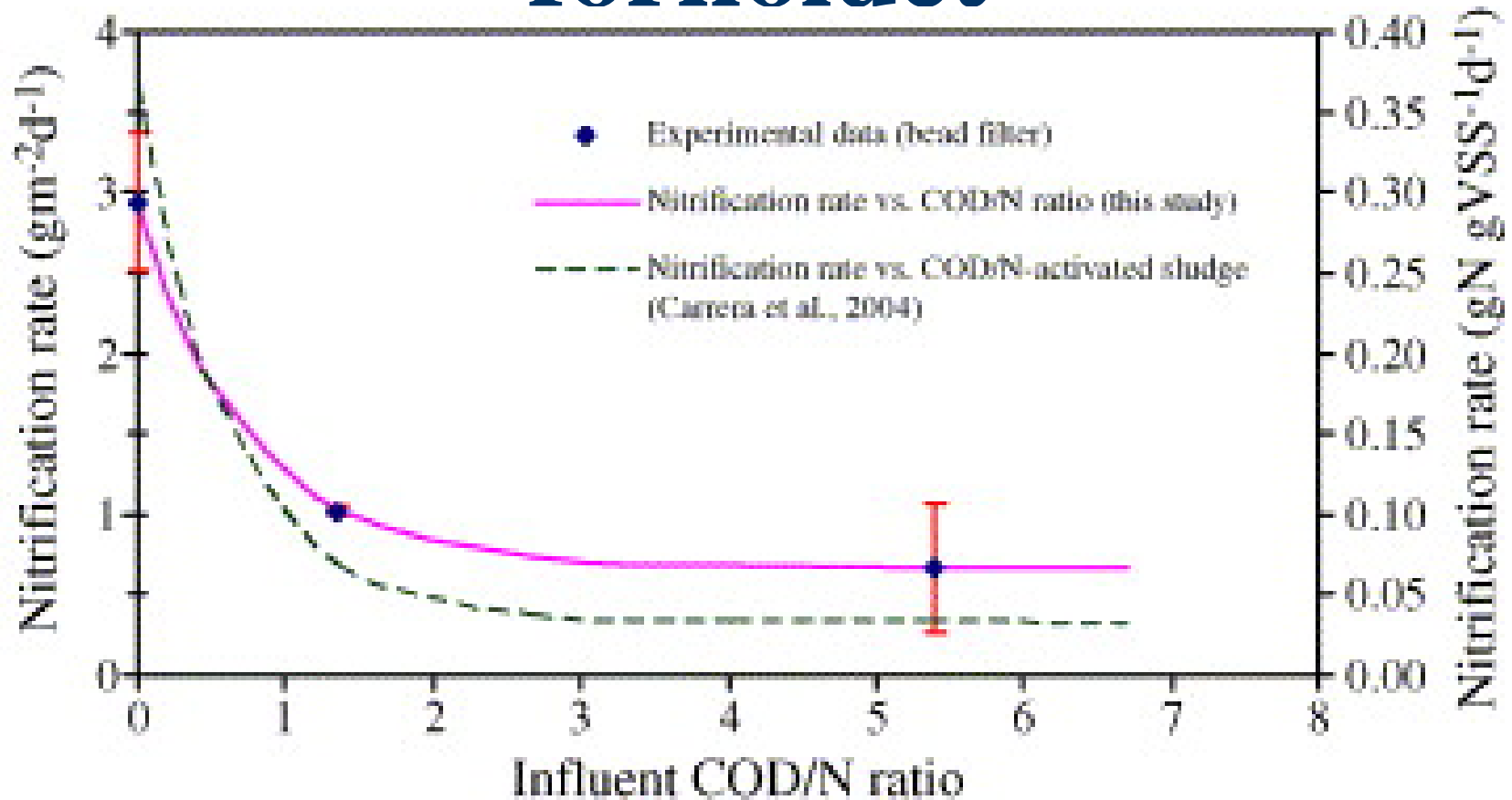
Nitrifikation

- Det er ikke *Nitrosomonas* (ammonium-ox.) og *Nitrobacter* (nitrite-ox.) som er de vigtige arter for nitrifikationen i biofiltre



- Nitrite-oxidationen udføres af forskellige *Nitrospira* arter

Betydning af COD/N forholdet

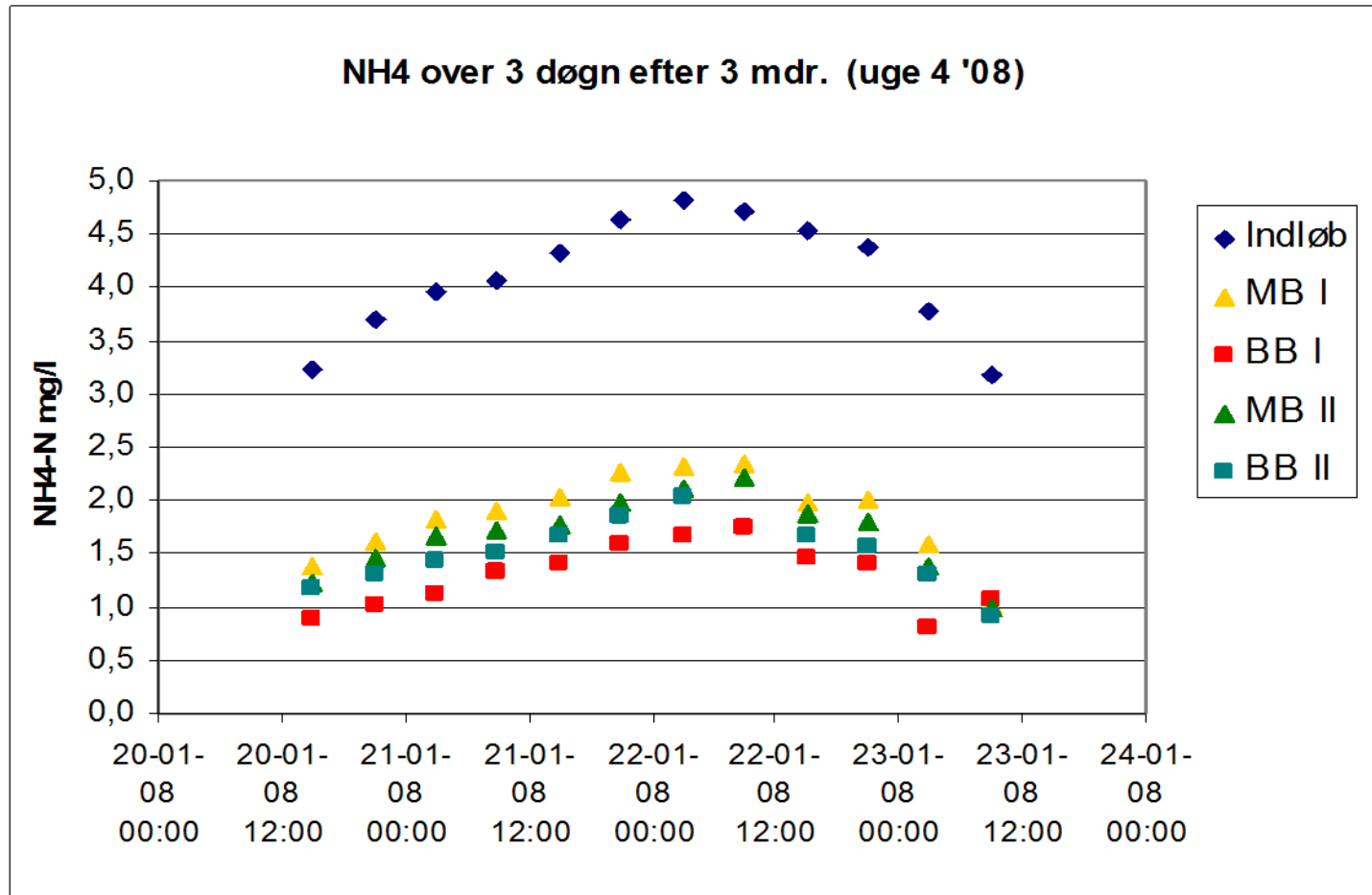


Ling & Chen, 2005

Nitrifikation

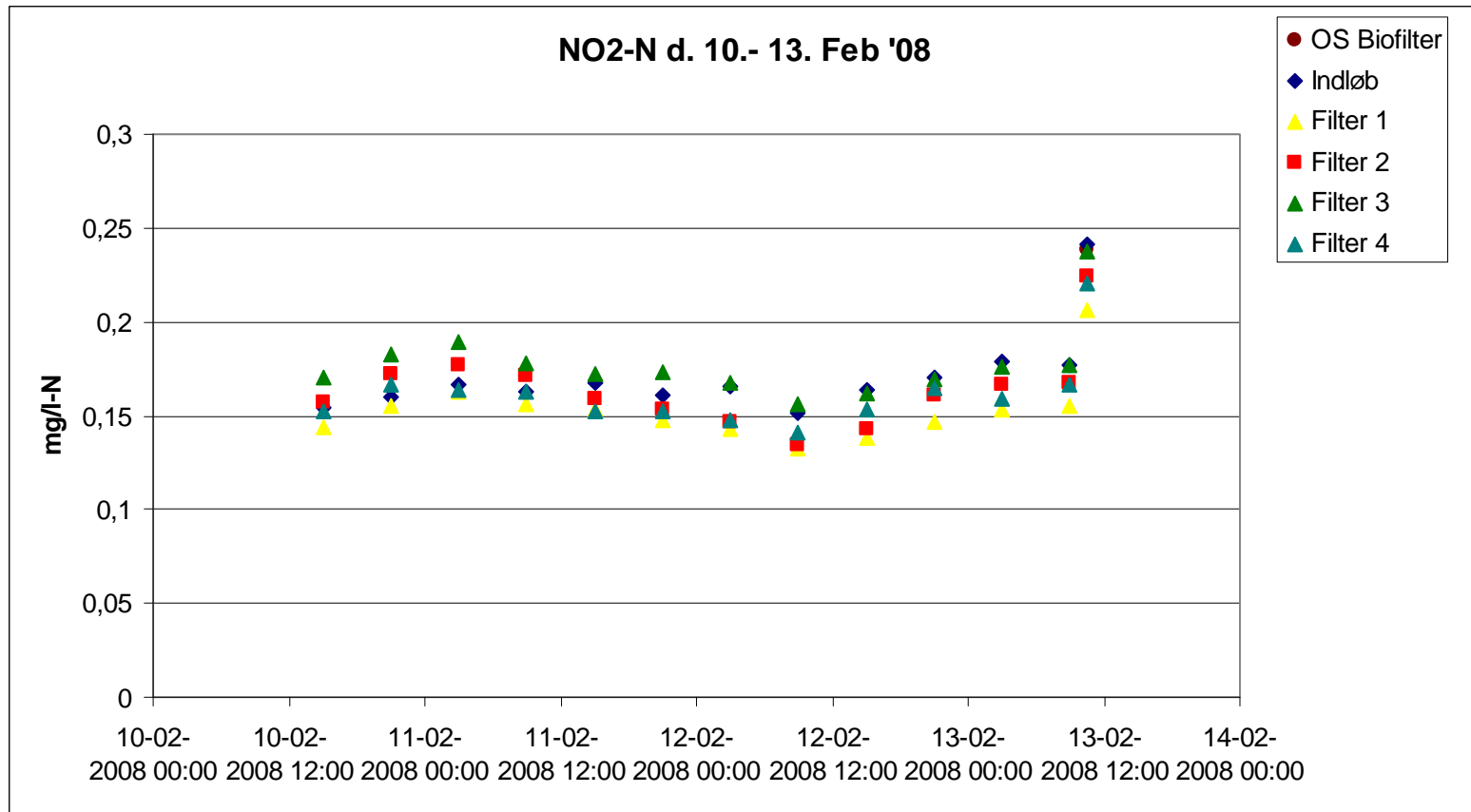
	Filter 1 Moving b.	Filter 2 Fixed bed	Filter 3 Moving b.	Filter 4 Fixed bed
Filter volumen (l)	5500	5500	5500	5500
Biomedie (m ² /m ³)	850	200	850	200
Overflade (m ²)	1700	840	1700	840
Flow (l/s)	1,5	1,5	1,5	1,5
Opholdstid (min.)	57,33	52,71	57,33	52,71
Stigehast. (m/t)	3,14	3,41	3,14	3,41

NH₄-omsætning

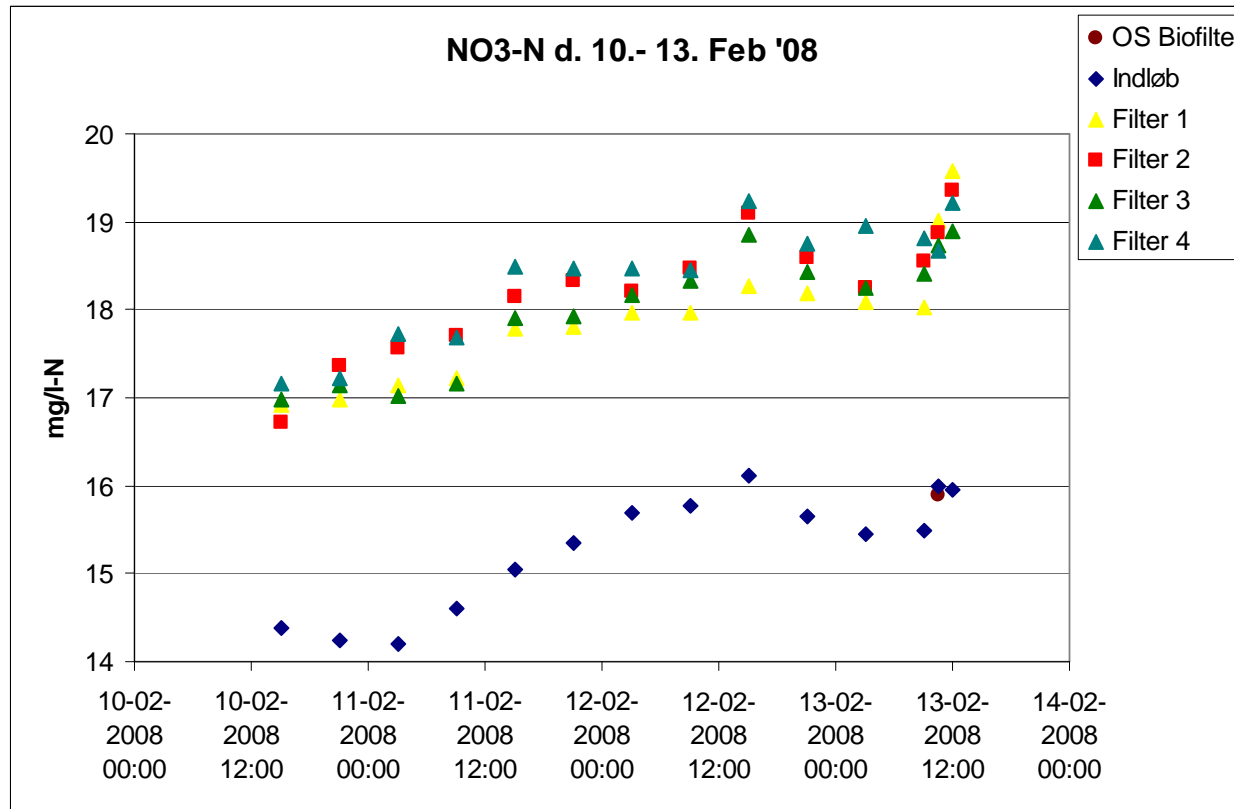


Fjernelse: Moving Bed; 2,26 mg/l og 2,43 mg/l Bioblok; 2,82 mg/l og 2,57 mg/l
 Det vil sige filtrene med Bioblokke rensede bedre end Moving bed (signifikant på 5 % niveau)
 målt som koncentrationsforskel over filtrene, men forskellen var lille (0,25 mg/l).

NITRIT

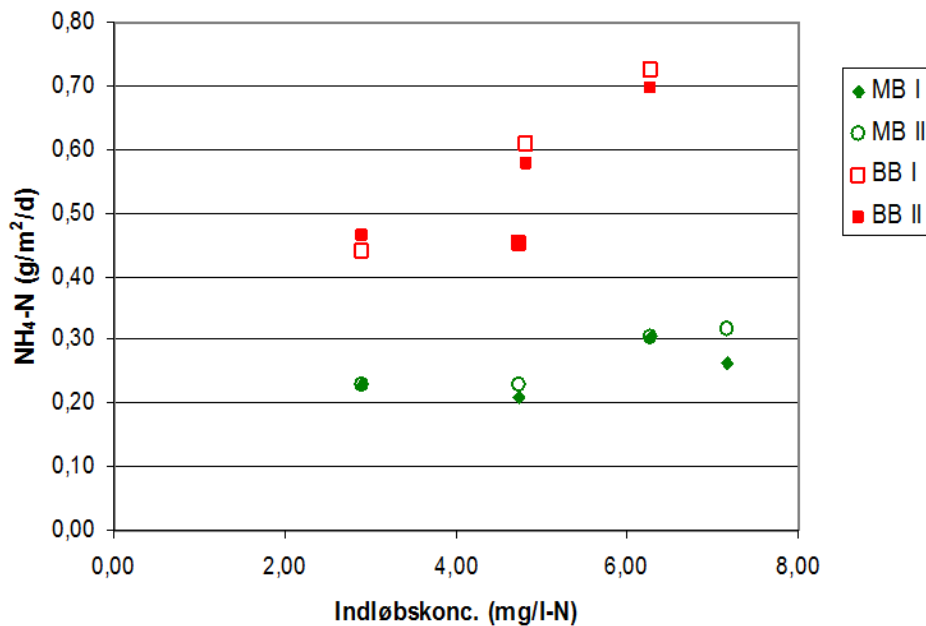


NITRAT

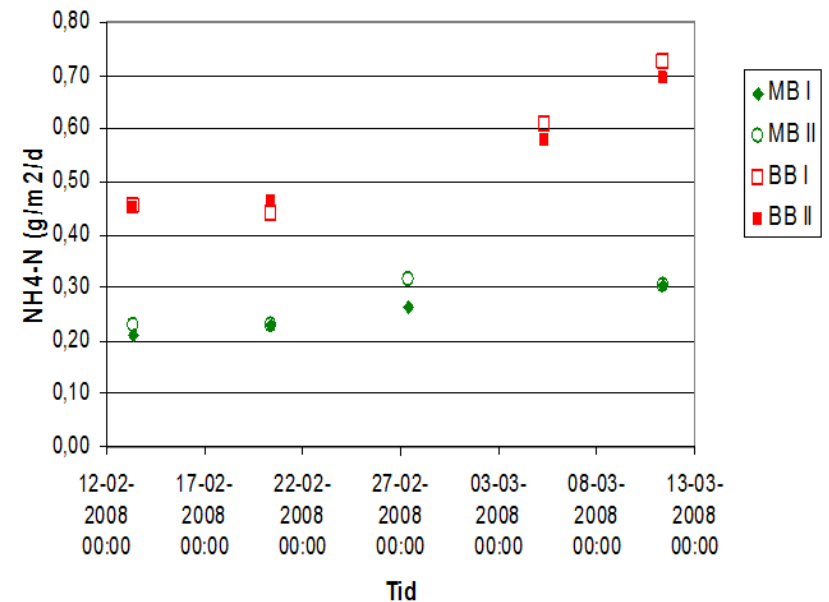


Afhængighed af indløbskonc. og tid

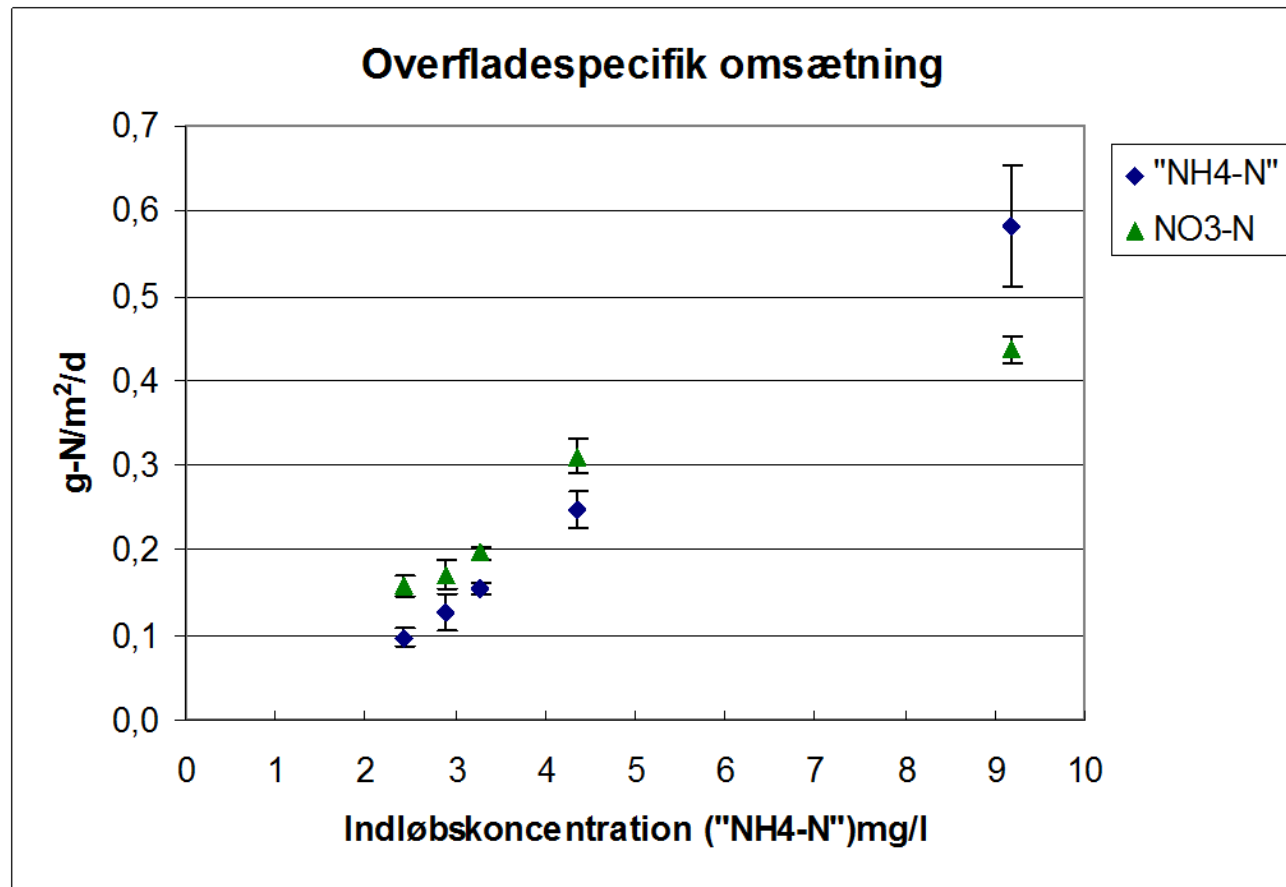
a. Specifik NH_4 omsætning ($\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$)



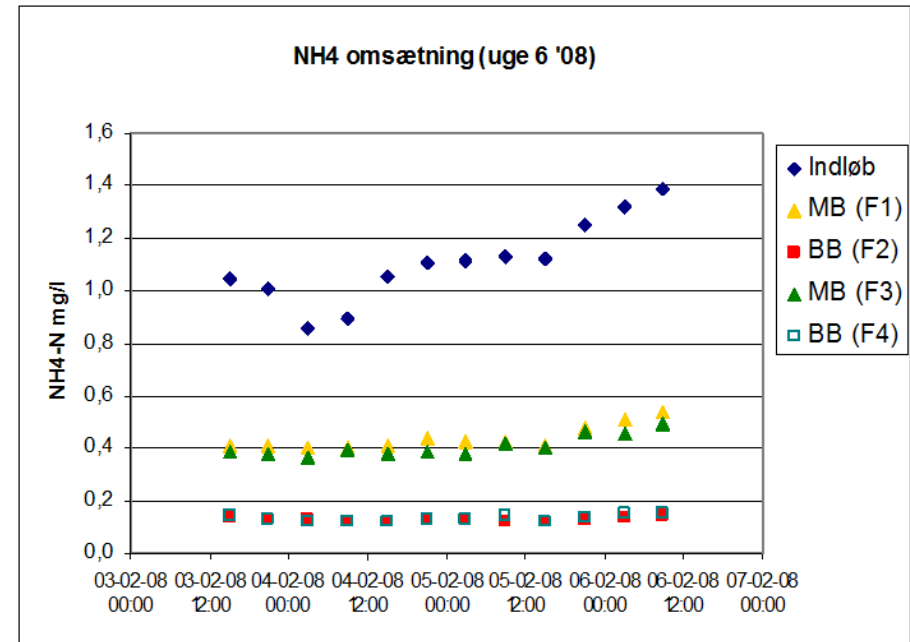
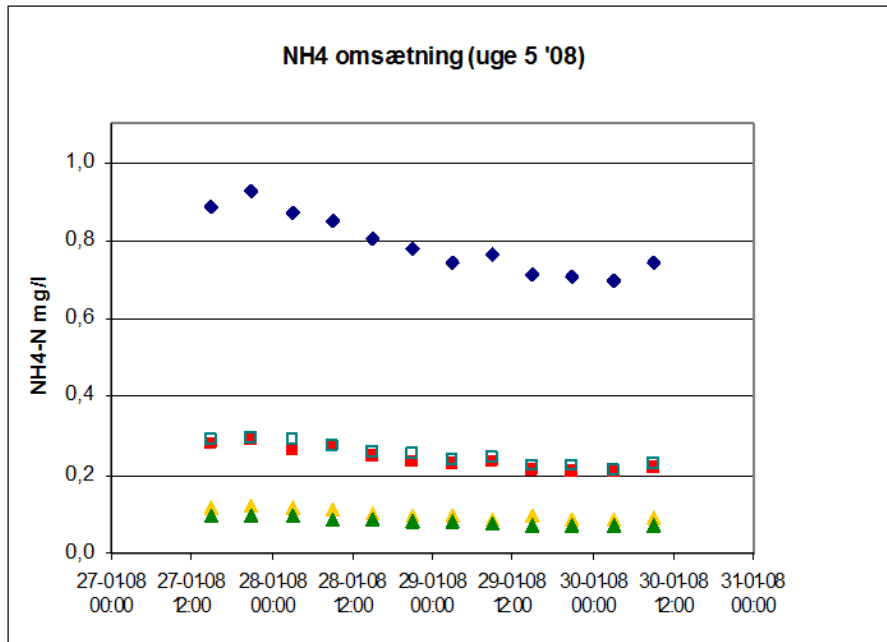
b. Specifik NH_4 omsætning ($\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$)



Forsøg vedr. substratbegrænsning

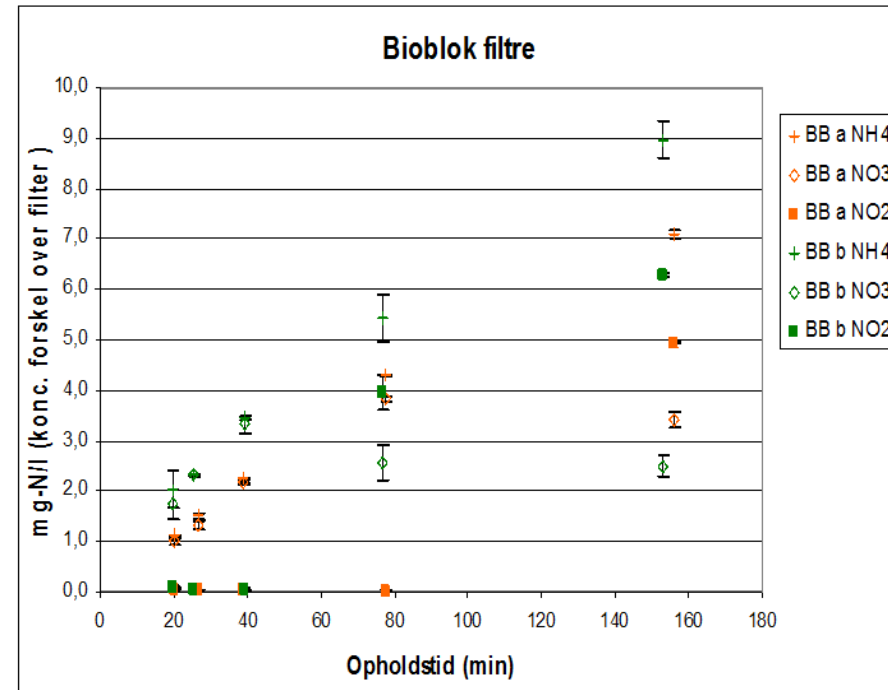
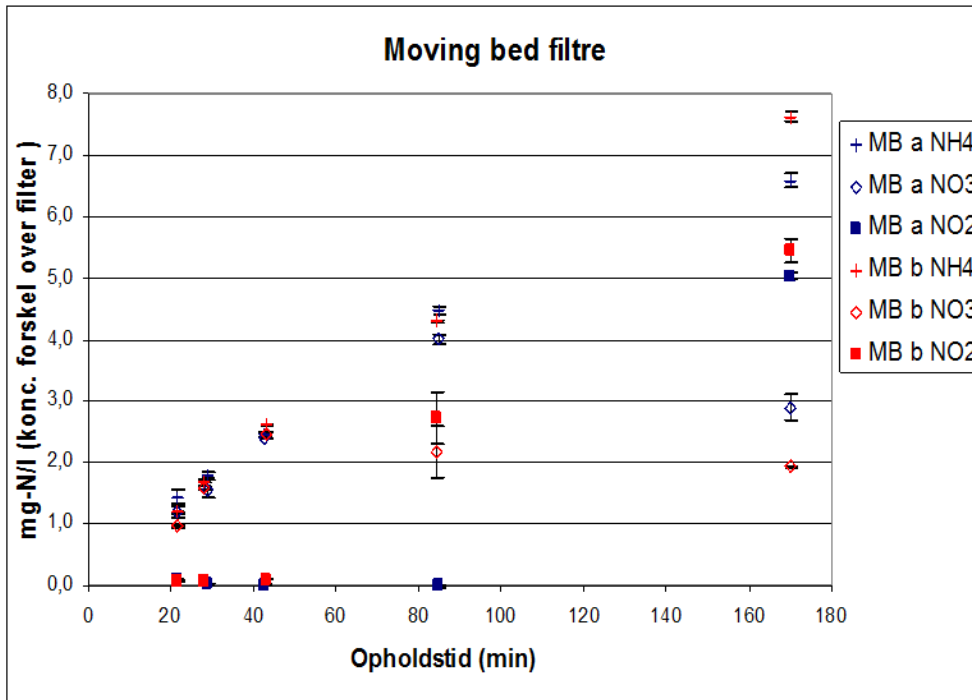


Forskellige flow - 0,55 l/s vs. 1,7 l/s

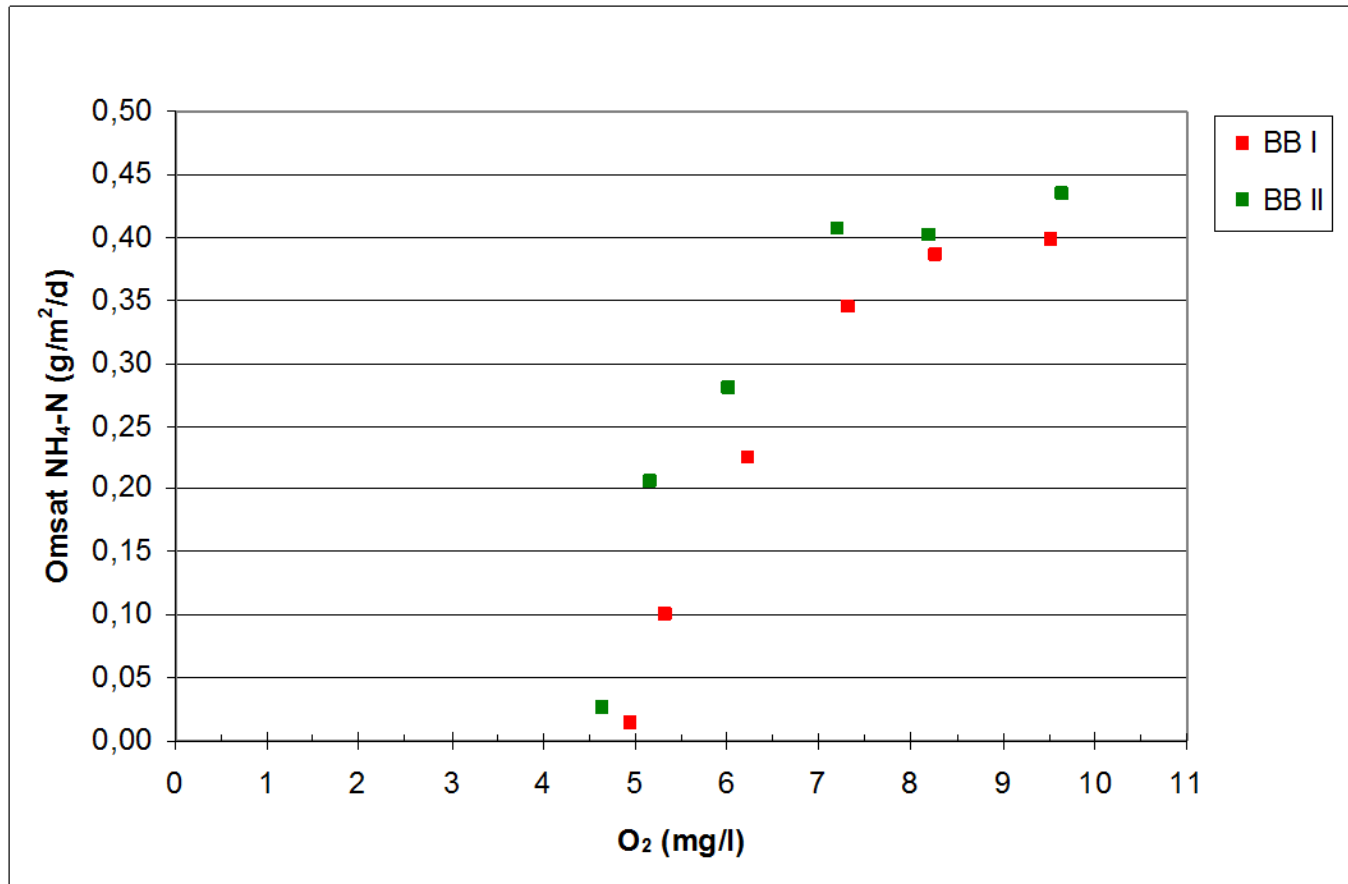


Omsætning af ammonium i uge 5 og 6 med flow omkring 1,7 og 0,55 l/s for henholdsvis BioBlok filtre (BB) og Moving bed (MB) i uge 5, og omvendt i uge 6

Forsøg med opholdstid



Iltindholdets betydning for ammonium-omsætningen



Konklusion

- Ammonium-omsætningen i eksisterende filtre skal selvfølgelig optimeres
- Måske kan de dermed reduceres i størrelse
- Separate filtre til afløbsvandet kan ”specialiseres” og drives for optimal nitrifikation
- De skal behandle meget mindre vandmængde

Økonomi

- Samlede omkostninger ved 80 % NH₄-fjernelse (fra 3 til 0,6 mg/l, 100 l/s, 1000 t foder/år)
- 1.000.000 kr. i investering, 250.000 kr. i drift
- Svarende til +25 øre pr. kg produktion
- Mulig reduktion af interne filtre
- Er en forudsætning for N-fjernelse, højere rensesgrad og større fodertildeling

Denitrifikation

- Næste fase: Denitrifikation
- Optimere betingelserne for denitrifikation
- Måle betingelser og omsætningsrater
- Fastlægge parameterafhængighed
- Muliggøre dimensionering af denitrifikationsfilter

Slam - muligheder

- COD-indholdet kan være meget højt (>50,000 mg/l)
- Det organiske stof kan bruges til at drive denitrifikation
- Forbedret efter fermentation som frigiver/danner energi-tætte fedtsyrer (16 – 21% efter 7 dage)
- Disse driver denitrifikations-processen uden for megen slam-dannelse
- Kræver 2 - 8.000 m³ opbevaring