

# Brakvandssøer: struktur og funktion

## Hvad er en brakvandssø ?

- Sø, der modtager fortyndet havvand (i modsætning til saltsøer, hvor salte opkoncentreres ved fordampning).
- Danske eksempler: Vejlerne, Saltbæk Vig, Stadil Fjord, Ferring Sø.
- Typisk salinitet: 0,5 - 12 ‰.

Martin Søndergaard, Erik Jeppesen, Susanne Amsinck, Jens Peder Jensen,  
Torben L. Lauridsen, Frank Landkildehus og Kurt Nielsen

Danmarks Miljøundersøgelser, afd. for Ferskvandsøkologi



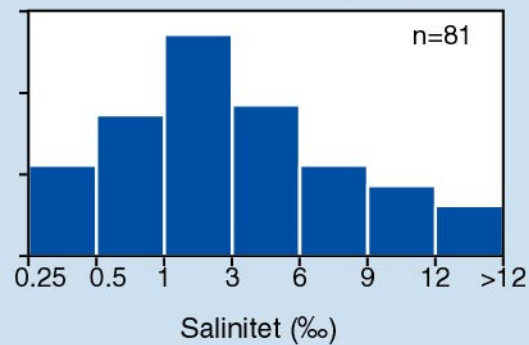
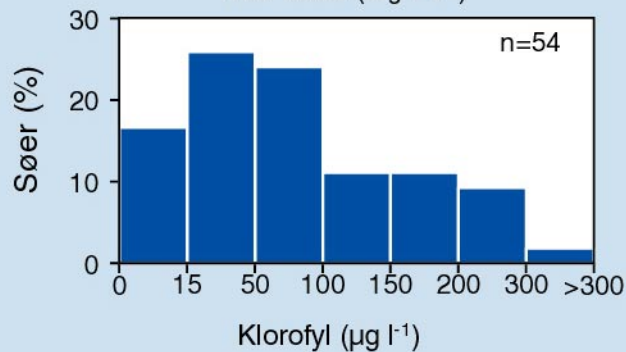
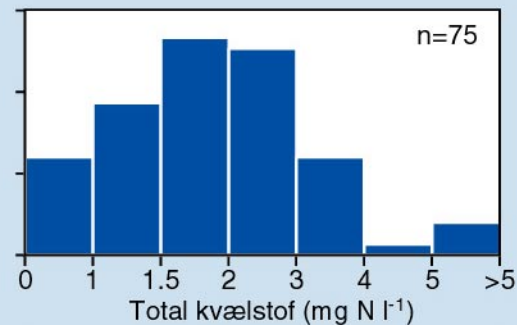
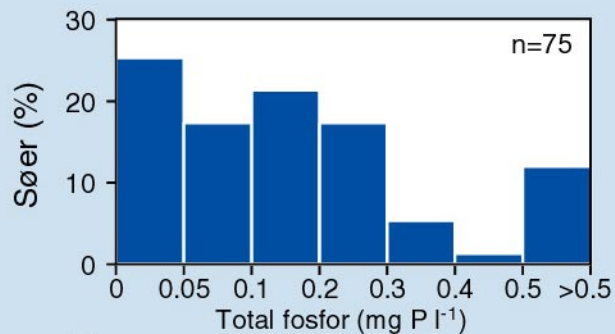
# Hvorfor interessere sig for brakvandssøer ?

- Der er mange af dem (ca. 1/3 af det danske søareal).
- Ringe forskningsmæssig og overvågningsmæssig kendskab, dvs. ringe administrativt besluthningsgrundlag.
- De er anderledes end ferskvandssøer, dvs. man kan ikke nødvendigvis bruge erfaringer herfra.



# Tilstanden i danske brakvandssøer

Parameter		Middel	Min	Max	Median	Median ferskvand
Middeldybde	m	1.7	0.6	2.9	1.8	2.3
Areal	km <sup>2</sup>	5.60	0.05	24.76	3.81	0.30
Salinitet	‰	4.4	0.2	17.4	2.3	0
Total P	mg P l <sup>-1</sup>	0.207	0.027	1.043	0.137	0.127
Total N	mg N l <sup>-1</sup>	2.15	0.35	5.79	1.83	1.60
Klorofyl <i>a</i>	mg l <sup>-1</sup>	93.9	3.0	490.0	64.6	40.8



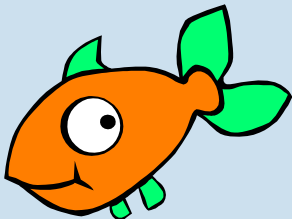
- Generelt er brakvandssøer næringsrige og uklare ligesom ferskvandssøer.

# Forskelle fersk- og brakvandssøer: oversigt

<b>Kemiske:</b>	
Salt	<b>Øget, men varierende grad af tilførsel, også over sæsonnen.</b>
Sulfat	<b>Øget, mindsket tilbageholdelse af fosfor til jern p.g.a sulfatreduktion og FeS dannelse.</b>
<b>Biologiske:</b>	
Fytoplankton	<b>Arter ændres, ofte til mindre arter (Aphanothece). Prymnesium parvum (toxisk).</b>
Zooplankton	<b>Arter ændres, cladoceer -&gt; copepoder (Eurytemora).</b>
Invertebrater	<b>Leptodora, Chaeborus -&gt; Neomysis.</b>
Fisk	<b>Arter ændres, men mange arter dækker bredt mht. salinitet.</b>
Planter	<b>Arter ændres, men mange arter dækker bredt mht. salinitet. Fysiologiske tilpasninger.</b>

## Forskelle: fisk

- Mange ferskvandsarter har et eller flere stadier, hvor salttolerancen er lav.
- Brakvandsbestande af ferskvandsfisk er meget følsomme overfor pludselige ændringer i salinitet og afhængige af ferskvandsrefugier.
- Risiko for forgiftninger fra giftige alger (*Prymnesium parvum*).



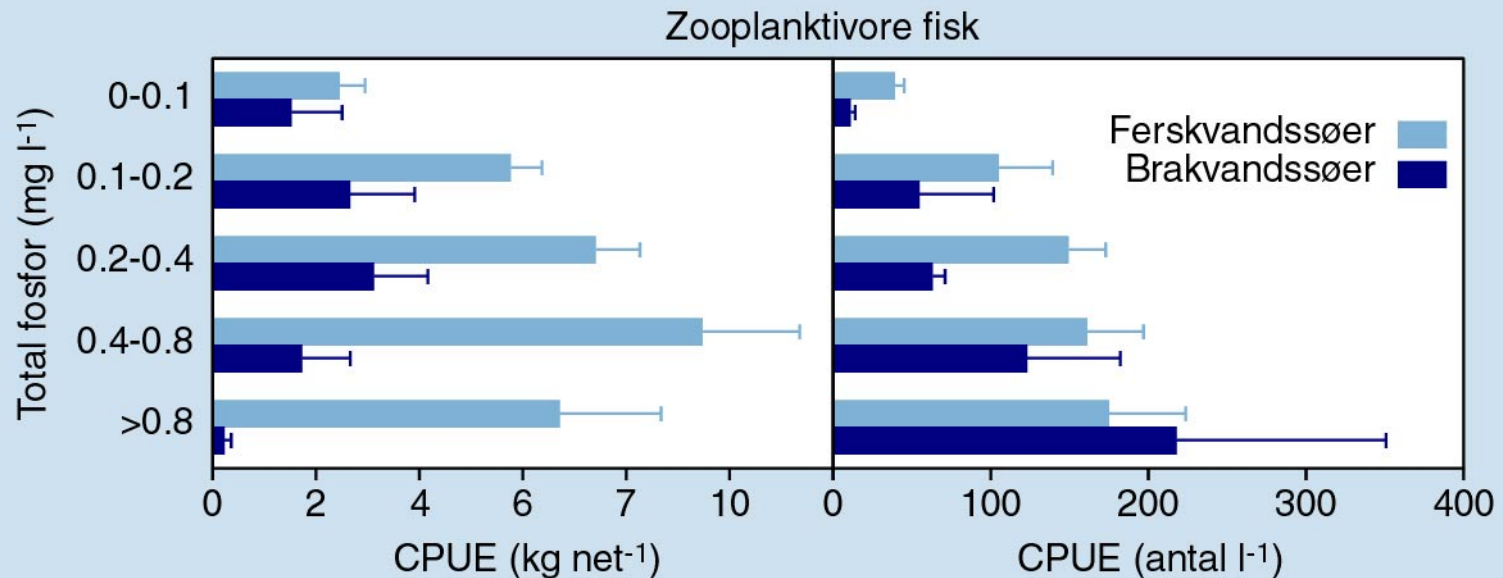
Hyppighed 17 søer	Arter (marine arter fremhævet)
0-20 %	Karpe, suder, strømskalle, sandart, tobis, ørred, tangsnarre, karuds.
20-40 %	Ålekvabbe, regnbueørred, sild, 9-pigget hundestejle, gedde, helt, hork.
40-60 %	Brasen, rudskalle, skrubbe, smelt.
60-80 %	Aborre.
80-100 %	3-pigget hundestejle, skalle, ål.

Livsstadie/art	Gedde	Sandart	Skalle	Aborre
Befrugtning/ægudvikling, ‰	< 6	< 10	< 10/4	-
Larveudvikling, ‰	< 10	< 4-7	< 8	< 5-9
Yngel/ældre fisk*, ‰	< 6-7	< 18	< 13	< 8

\*) dog lokale tilpasninger til højere saliniteter, feks. Østersøen, Sortehavet efter Søren Berg

## Forskelle: fisk

- Mindre biomasse af fisk i brakvandssøer, men antalsmæssigt ligeså mange i de næringsrige.
- Stort predationstryk fra fisk i brakvandssøer.
- Dominans af hundestejler i de næringsrige brakvandssøer.



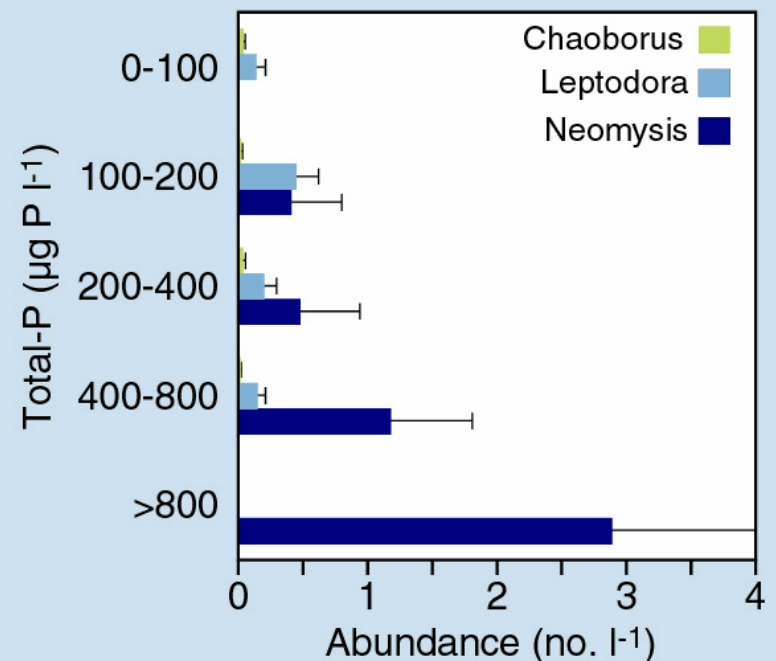
# Forskelle: invertebrater

Kåren (*Neomysis integer*) udbredt i næringsrigt brakvand, især hvis dominans af hundestejler (sameksistens).

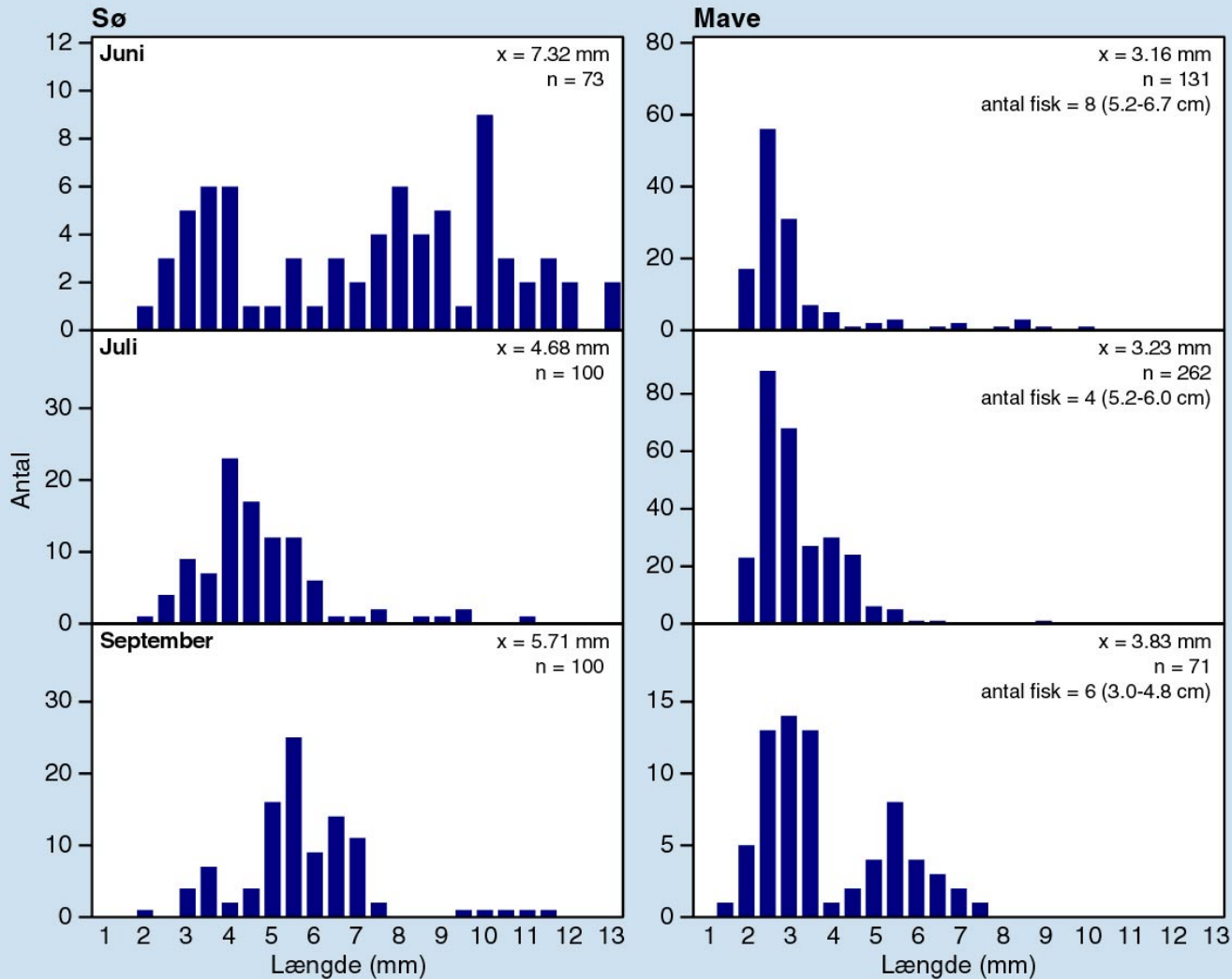
- Udgør et ekstra (ud over fisk) predationstryk på dyreplankton.



5 mm



# Sameksistens hundestejler og mysider



- Hundestejler æder mest små mysider.

- Mange mysider ved dominans af hundestejler

**Længdefordeling af mysider**



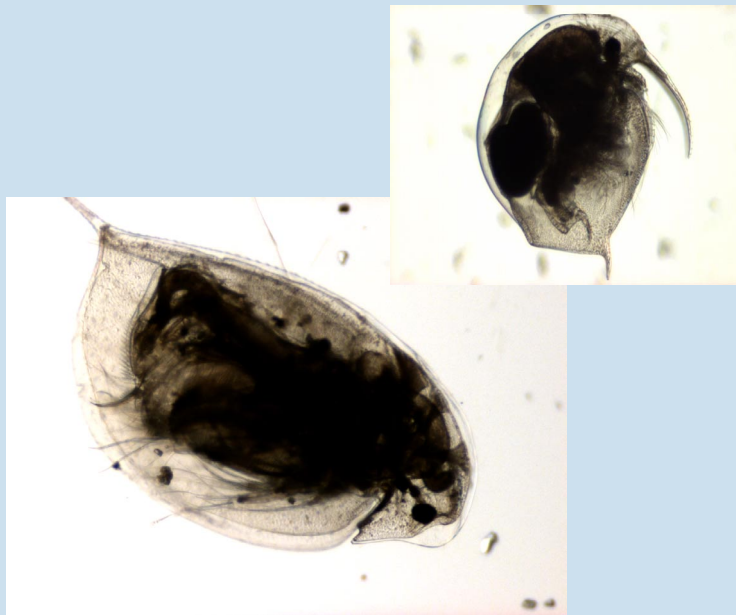
# Konsekvens: fisk og mysider

- Mange små fisk + mysider betyder stort predationstryk på dyreplankton i næringsrige brakvandssøer



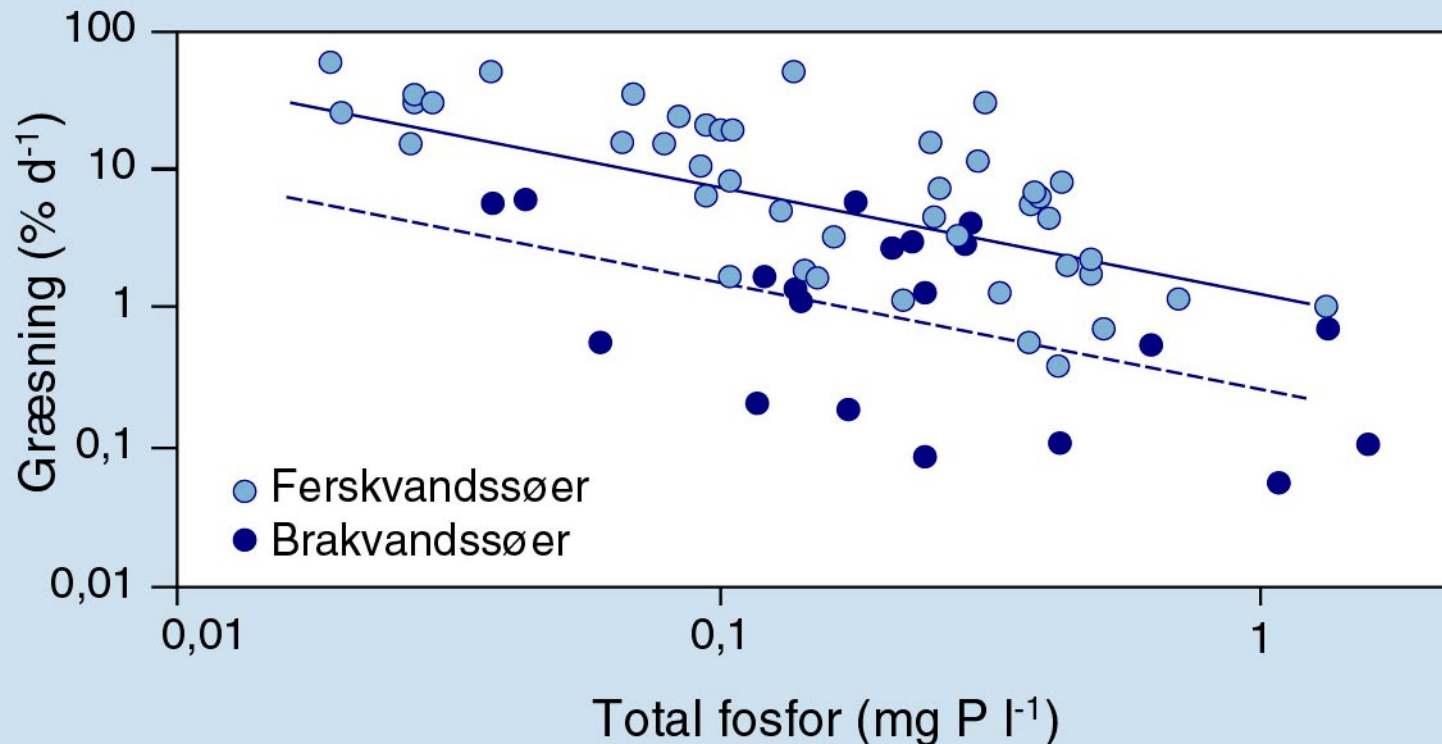
# Forskelle: Dyreplankton

- *Daphnia* forsvinder ved saliniteter over 2-4 ‰, *D. magna* træffes dog også ved saliniteter op til ca. 6 ‰, men findes kun ved meget lave fisketætheder.
- I stedet dominerer de mindre effektivt filtrerende copepoder (typisk *Eurytemora*) og hjuldyr.



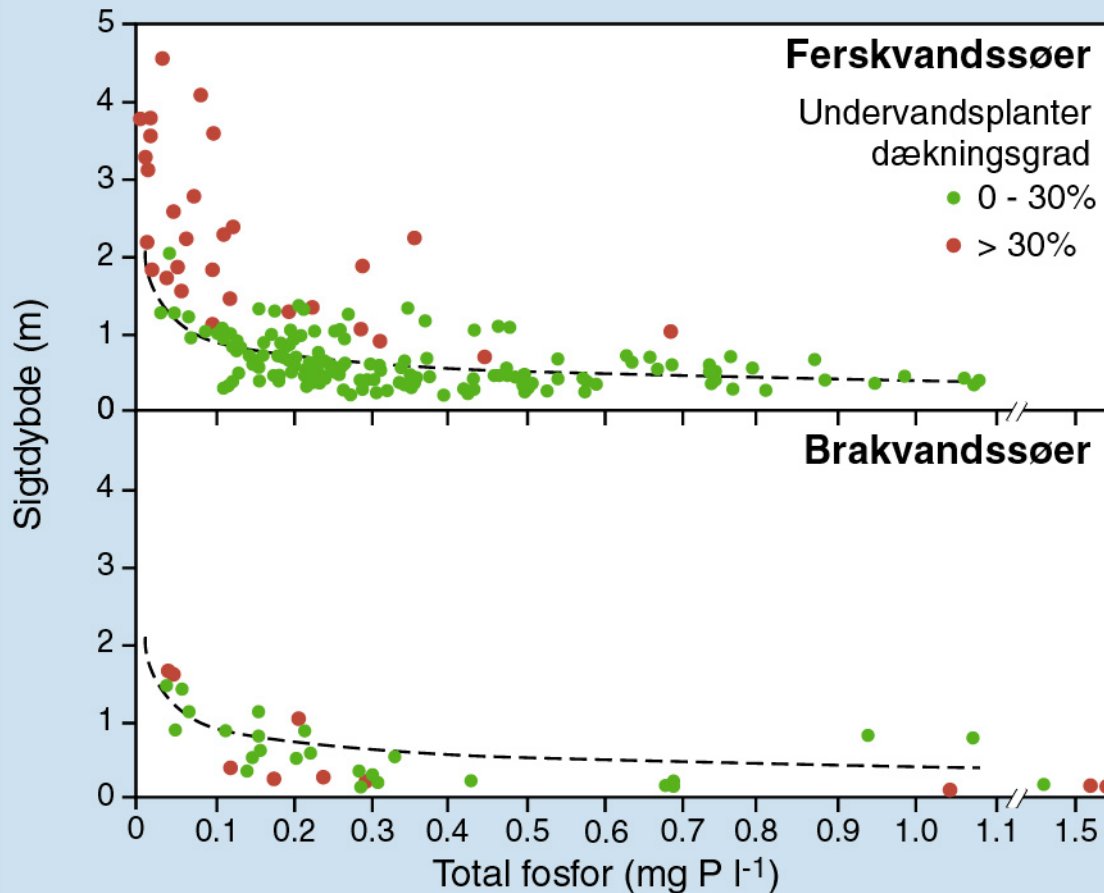
# Konsekvens: dyreplankton

- **Dyreplanktonets græsningstryk på fytoplankton er generelt lavere i brakvandssøer end i ferskvandssøer.**
- **Ringe mulighed for top-down kontrol af fytoplankton i brakvandssøer.**



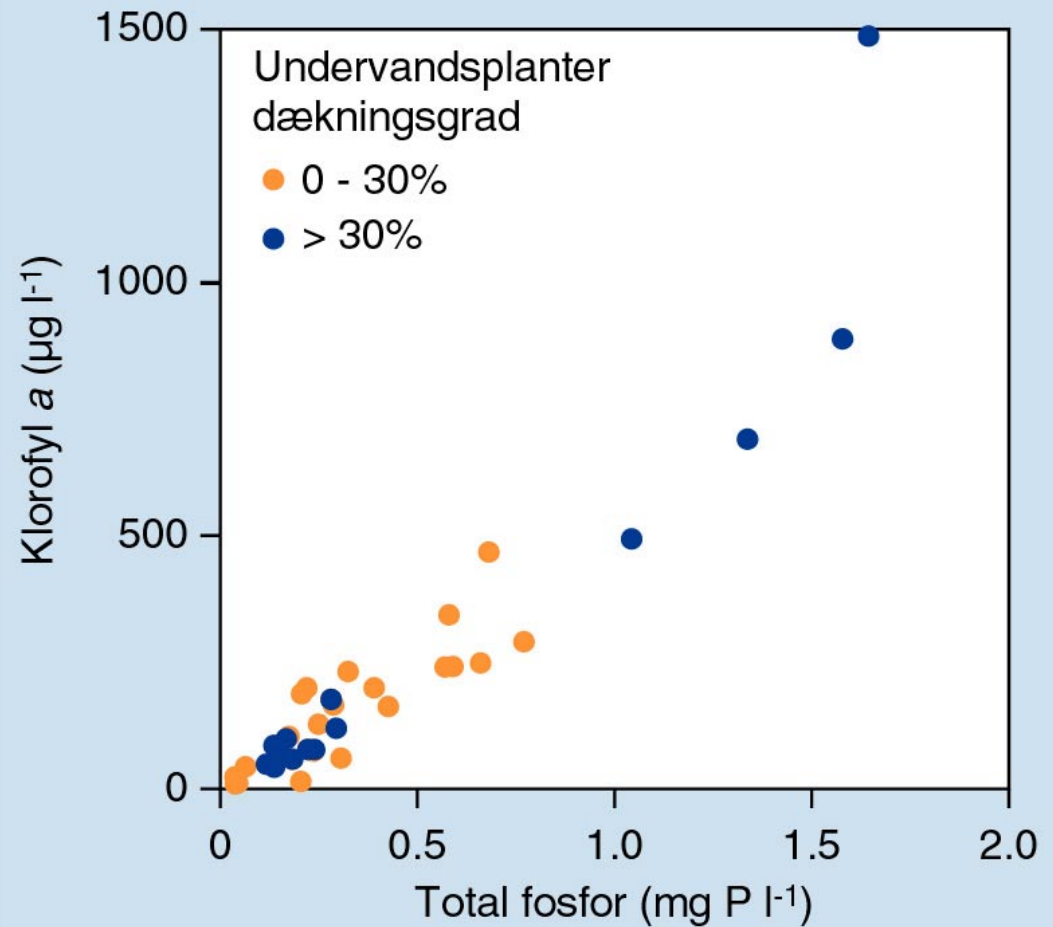
## Forskelle: undervandsplanter

- Undervandsplanter synes ikke at have samme positive effekt på sigtdybden i brakvandssøer som i ferskvandssøer.
- Ringe refugieeffekt for dyreplankton.



# Konsekvens: undervandsplanter

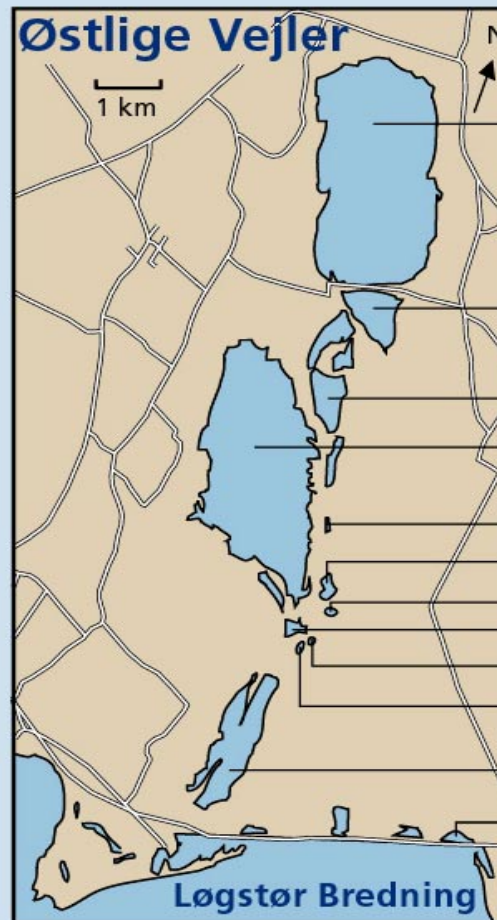
- Fosfor – klorofyl relation i brakvandssøer uafhængig af makrofytdækning.



# Undersøgelser i De Østlige Vejler

## Formål:

- Beskrive tilstand og udvikling siden dannelsen i 1870'erne.
- Undersøge betydningen af salinitet, næringsstofindhold og vanddybde for den biologiske struktur i brakvandssøer.



Lund Fjord (491 ha – 80 cm – 0,4 ‰)

Han Vejle (85 ha – 70 cm – 0,4 ‰)

Store Bredevand (28 ha – 60 cm – 0,4 ‰)

Selbjerg Vejle (446 ha – 80 cm – 0,3 ‰)

Sø 6 (1 ha – 50 cm – 0,4 ‰)

Kreaturhullet (3 ha – 50 cm – 0,5 ‰)

Sø 4 (1 ha – 50 cm – 0,5 ‰)

Krap Sø (3 ha – 50 cm – 0,5 ‰)

Bergs Pyt (0,4 ha – 90 cm – 0,6 ‰)

Vekselererens hul (1 ha – 70 cm – 0,6 ‰)

Glombak (116 ha – 70 cm – 0,6 ‰)

Østsøen (5 ha – 50 cm – 4,4 ‰)



Undersøgelser gennemført i samarbejde med Nordjyllands og Viborg amter, Skov- og Naturstyrelsen og Åge V. Jensens Fonde

# Oplandet til de Østlige Vejler/Lund Fjord

**Høj tilførsel af næringsstoffer fra opland:**

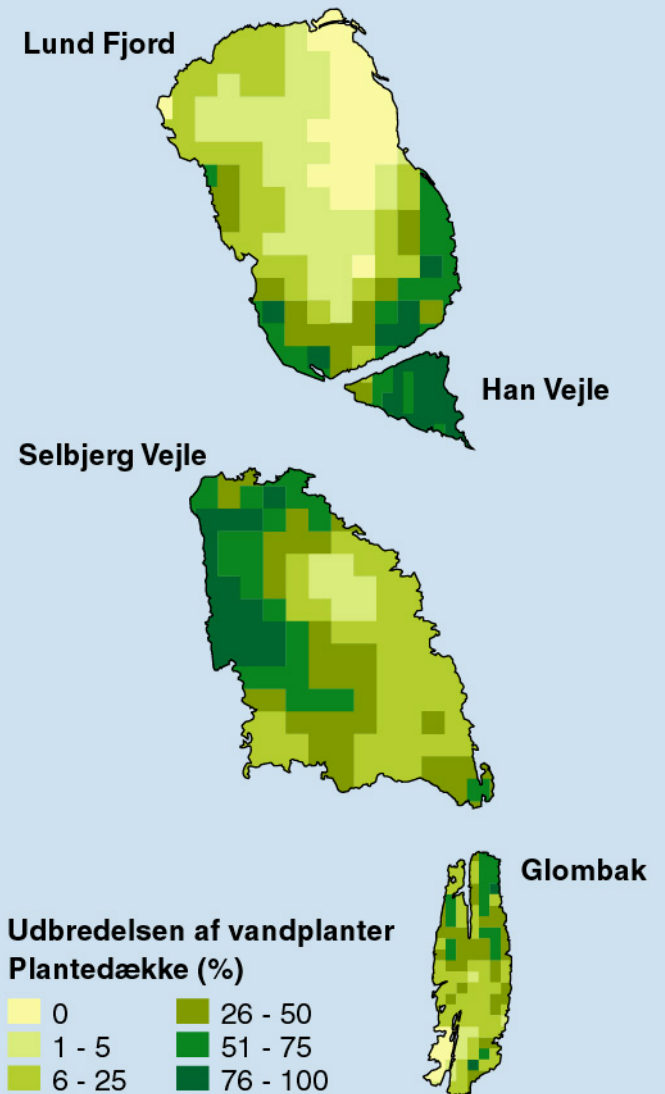
- **Koncentrationer i vandløb: 0,25-0,42 mg P/l.**
- **Arealbidrag: 2,6 kg P/ha/år.**



Foto: Per Schriver, Nordjyllands Amt

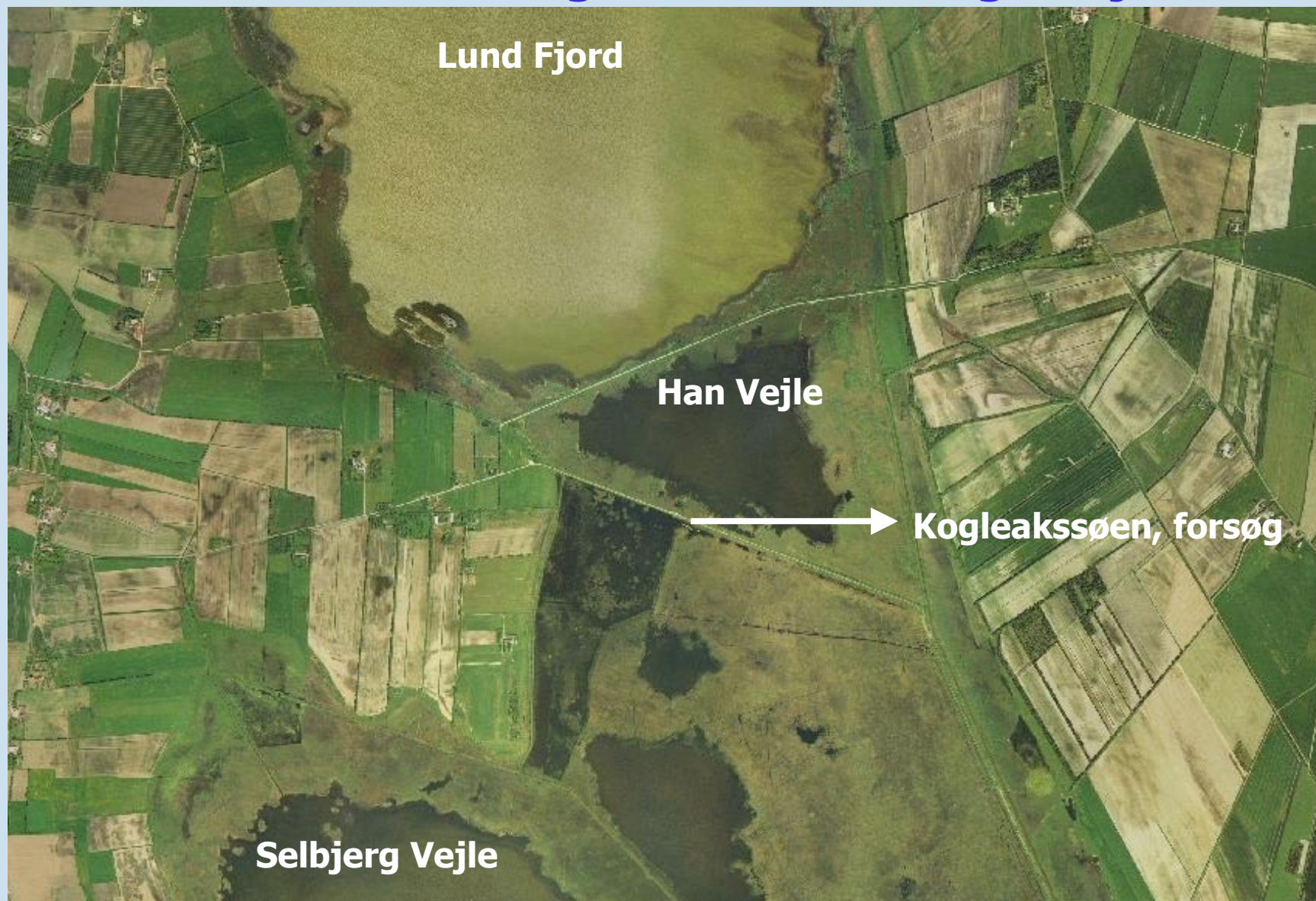
# Undervandsplanter i de Østlige Vejler

- Alle søer med planter, men meget varierende tæthed.
- Dominerende er *Chara* og børsteblandet vandaks.





# Luftfoto fra den nordlige del af de Østlige Vejler

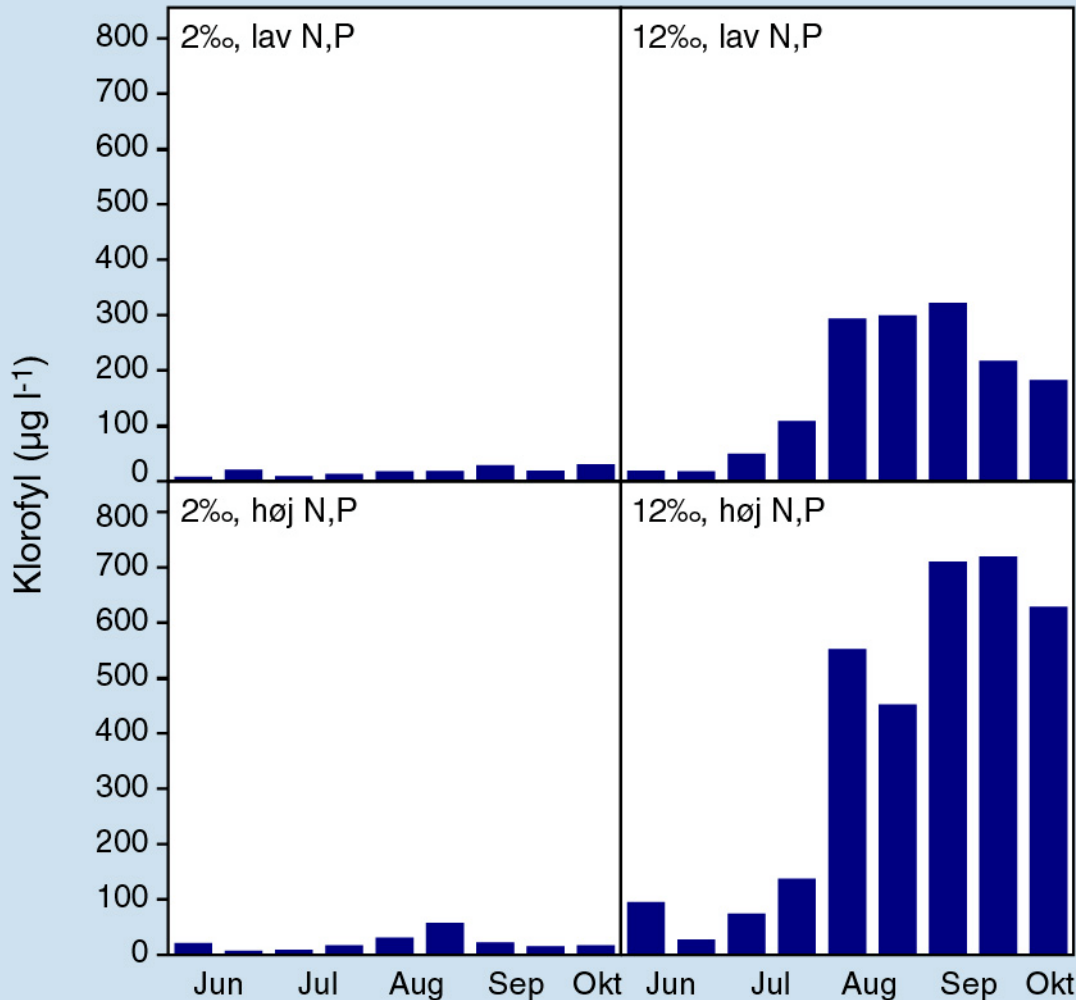


## Forsøg i Kogleakssøen

- 48 indhegninger (1 m<sup>2</sup>) til undersøgelse af effekten af salinitet, næringsstoftilførsel og vanddybde.
- salinitet fra 0,5 - 16 ‰, 1 hundestejle pr m<sup>2</sup>.



# Forsøg Kogleaks: effekten af forskellig salinitet og næringsstofindhold på klorofyl gennem sommeren

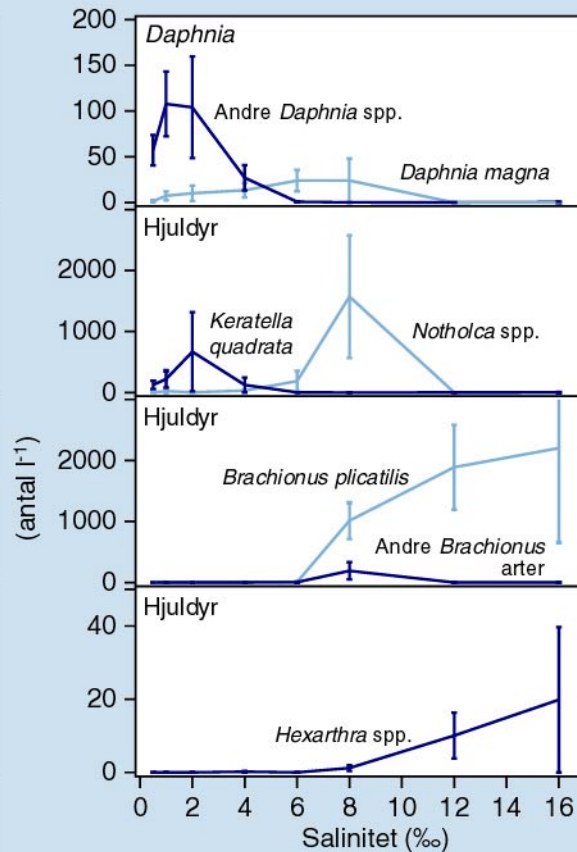
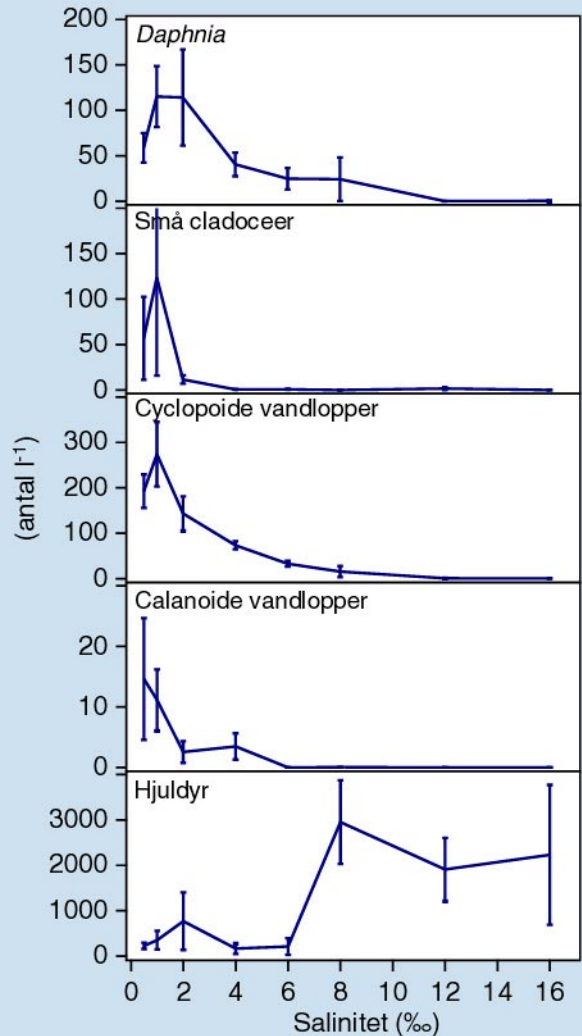


**Ved lav tæthed af fisk:**

- Hvis lav salinitet - så lav klorofylindhold uanset næringsstoffertilførsel.

- Hvis høj salinitet - så høj klorofylindhold og meget høj, hvis tilførsel af næringsstoffer.

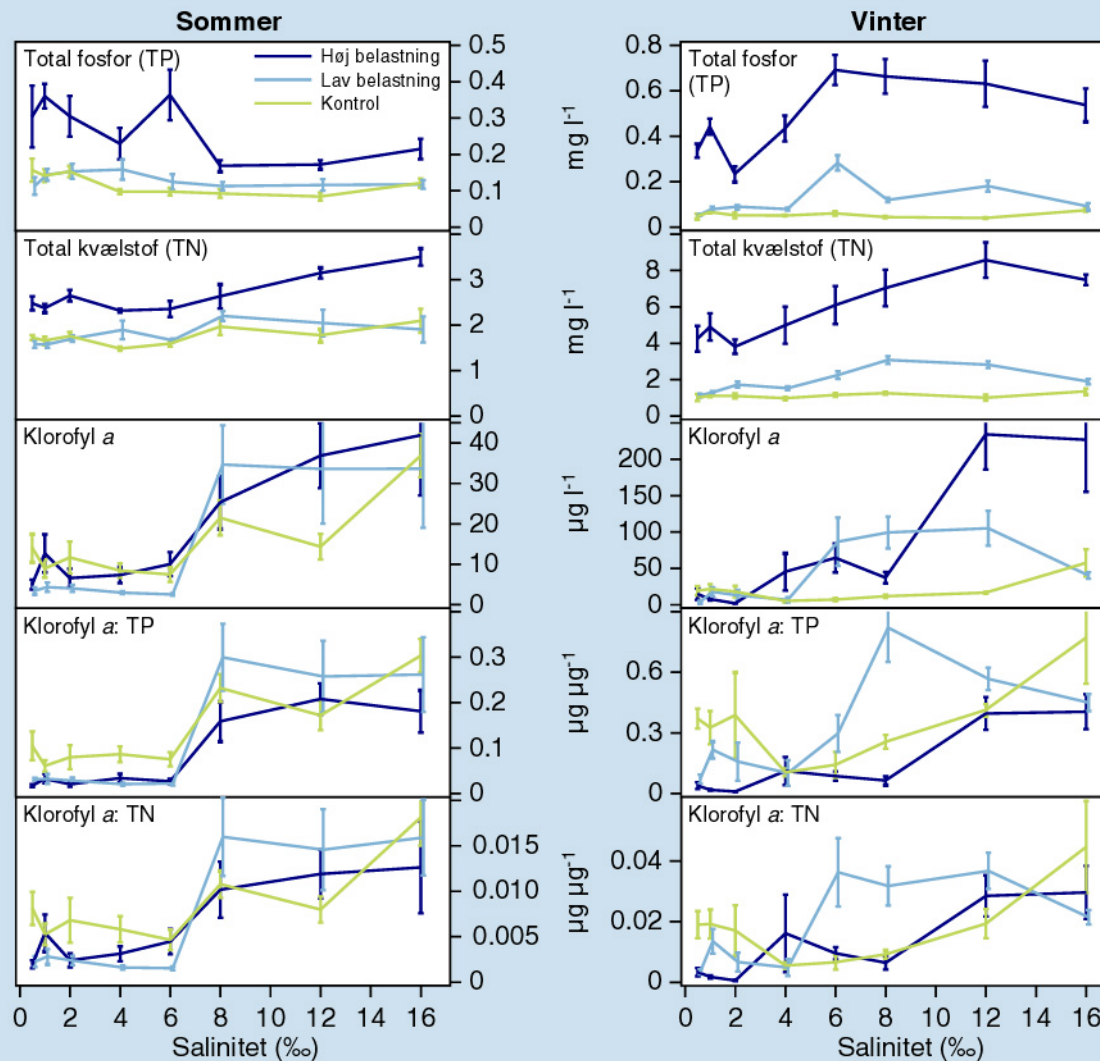
# Forsøg Kogleaks: effekten af salinitet på dyreplankton



Ved lav tæthed af fisk:

- *Daphnia* dominerer op til ca. 4‰, derefter dominans af hjuldyr (+ evt. copepoder).

# Forsøg Kogleaks: effekten af salinitet og næringsstoffer på klorofyl sommer og vinter



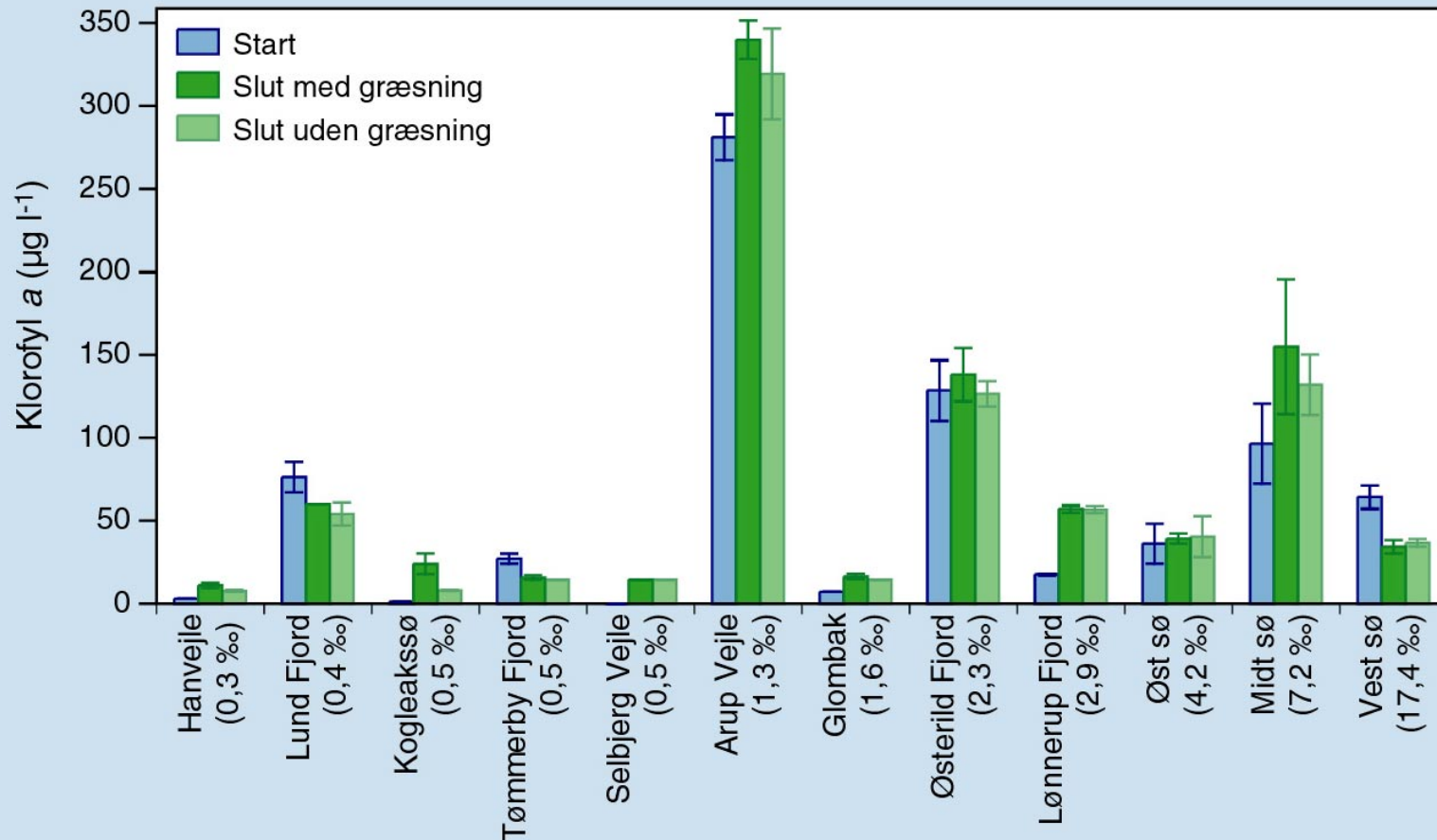
**Ved lav tæthed af fisk:**

- **Højt klorofylindhold også vinter.**

- **Effekt af dyreplankton-græsning både sommer og vinter.**

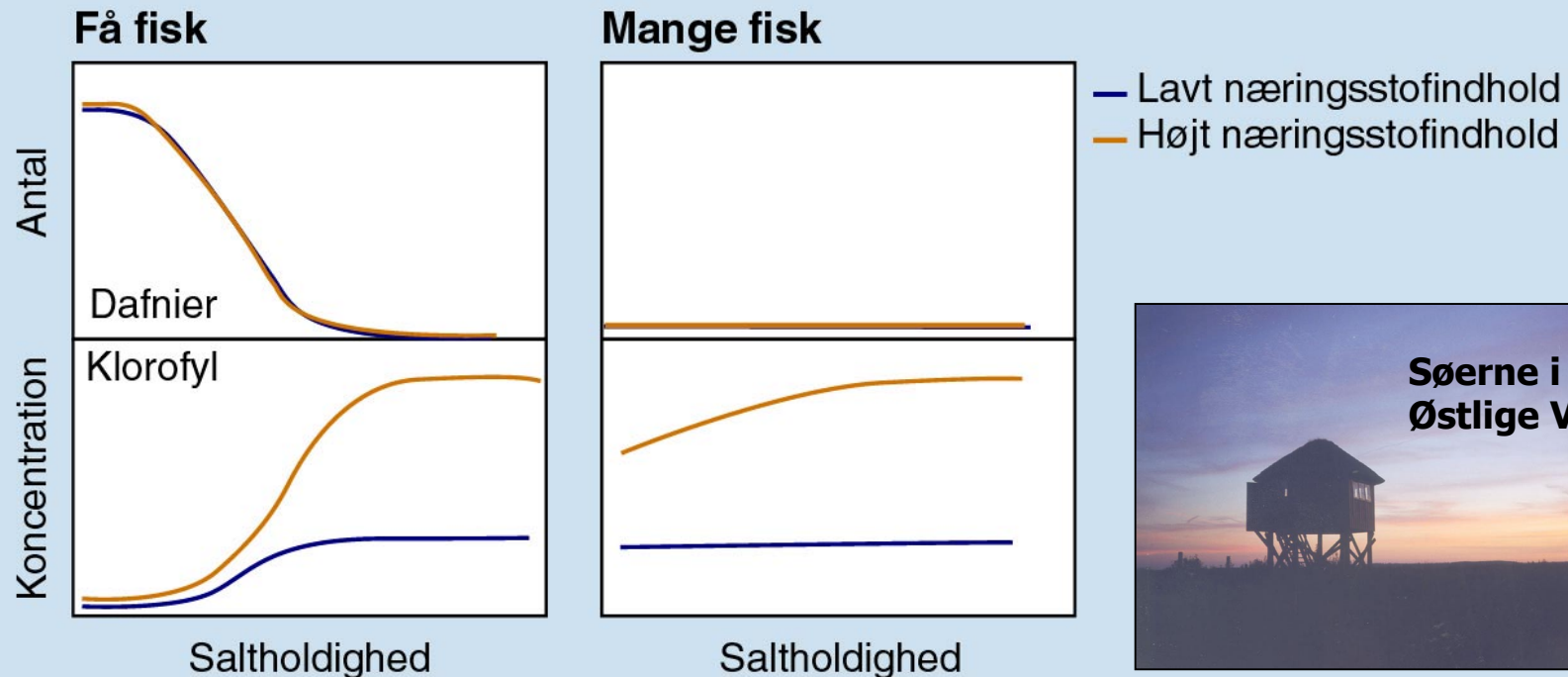
# Flaskeforsøg til vurdering af dyreplanktonets græsningseffekt i 12 søer

- Dyreplanktonet havde ingen effekt på mængden af fytoplankton under de givne forhold (høj mængde fisk).

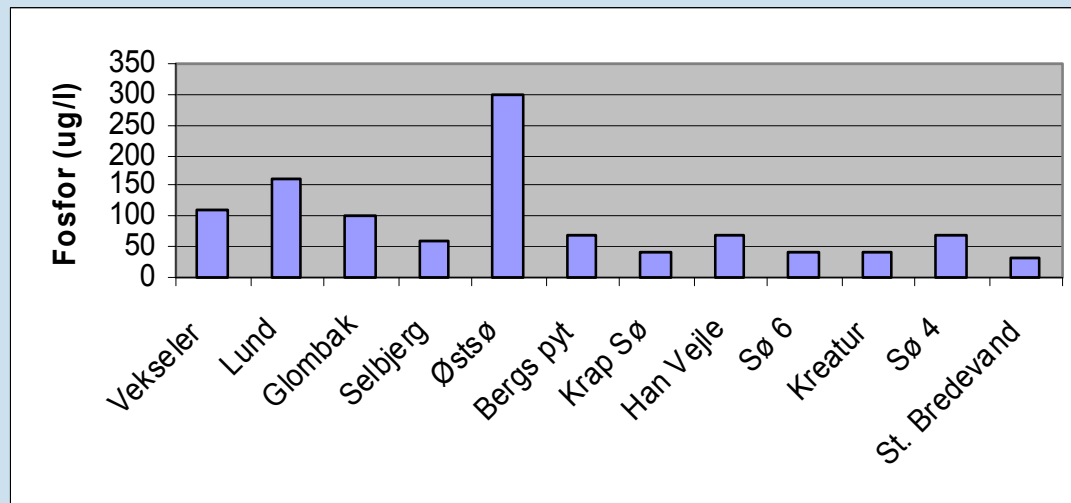
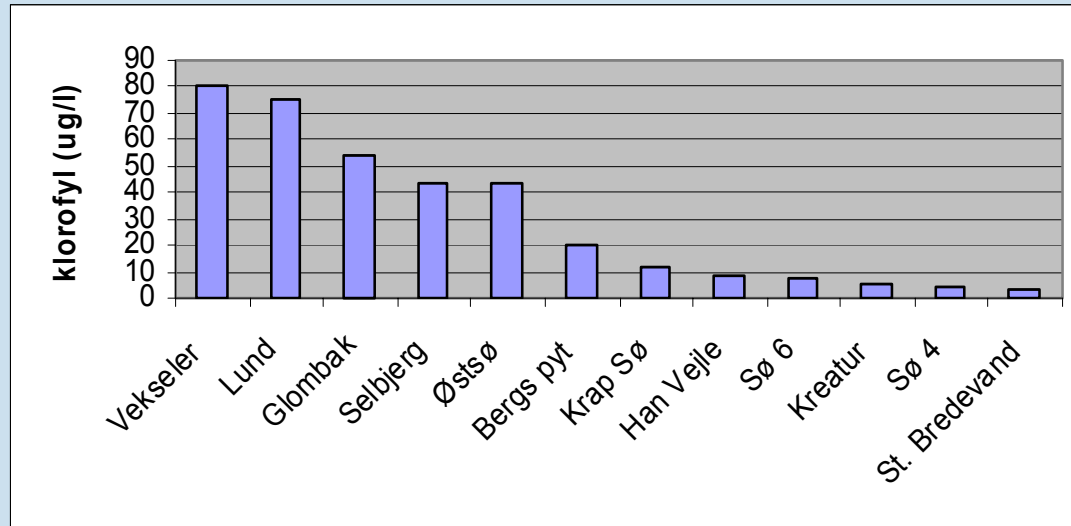


# Konklusioner forsøg Kogleaks/brakvandssøer

- De næringsrige brakvandssøer har høj biomasse af planteplankton og ringe af dyreplankton. Indgreb overfor næringsstofftilførsel også vigtig i brakvandssøer.
- Muligheden for at begrænse mængden af alger i brakvandssøer ved øget top-down kontrol er størst ved en salinitet  $< 2-4 \text{ ‰}$ .

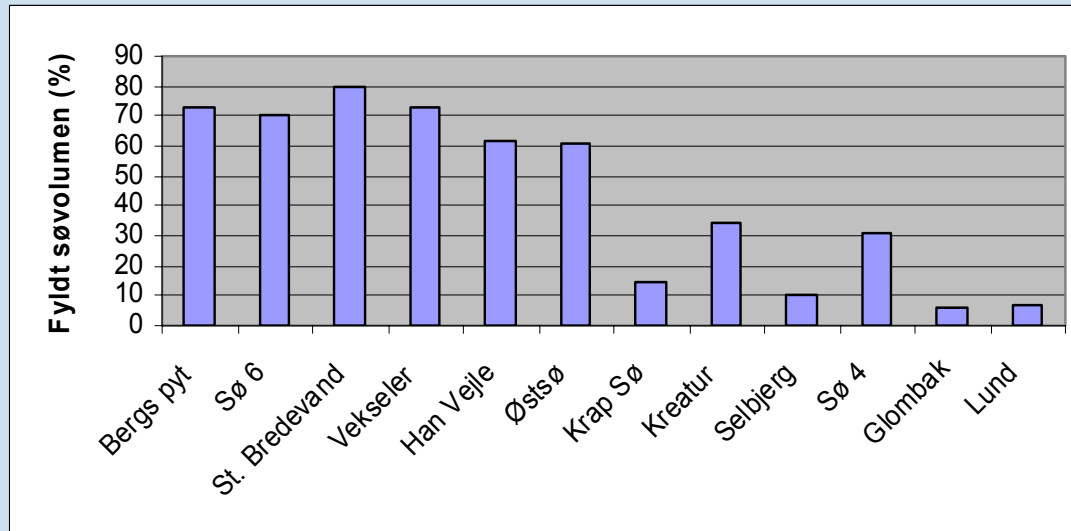
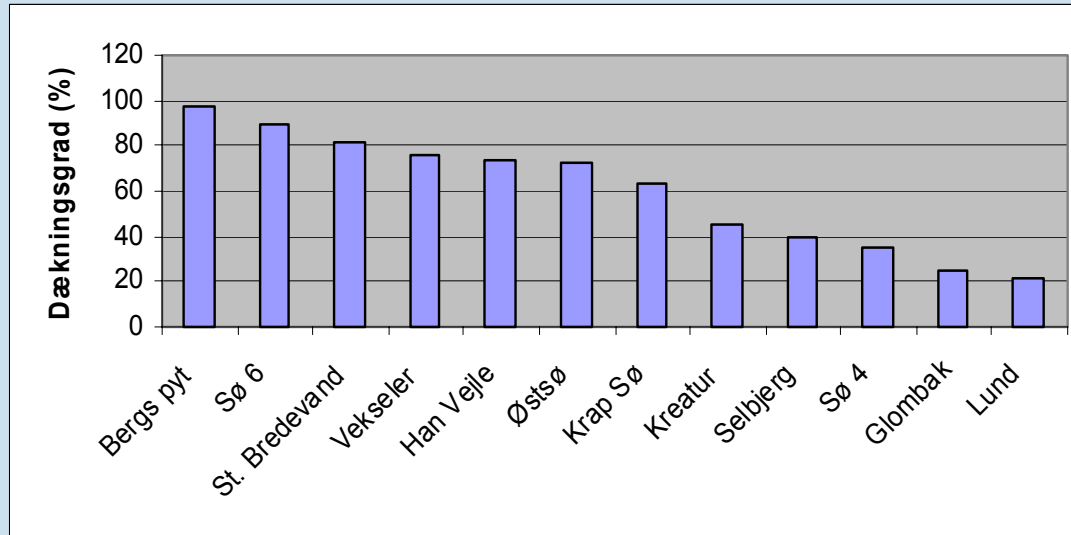


# Klorofyl og fosforindhold i de Østlige Vejler





# Undervandsplanter i de Østlige Vejler



# Fisk i de Østlige Vejler

