Danske søers tilstand og fosforreduktionsbehov



Martin Søndergaard,
Professor, Freshwater Ecology, Ecoscience

AARHUS UNIVERSITY

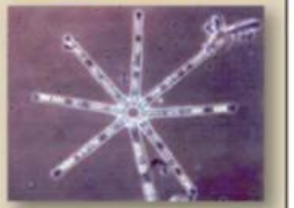
I virkeligheden var det måske SGAV, der som national myndighed, skulle fortælle om dette. Data bygger på SGAV's indsamlinger.

Hvordan vurderes tilstanden i søer?

Kvalitetselementer i søer

Biologiske

Planteplankton
- Klorofyl a
- % blågrønalger
- % gulalger
- Indikatorarter



Akvatisk flora
Makrofyter
- Dybdegrænse
- Dækningsgrad (%)
- Indikatorarter

Fytobenthos



Bunddyr



Fisk
- CPUE
- % rovfisk
- % fredfisk
- Individbiomasse
- Antal arter



Kemiske

Næringsstofforhold (P og N)	Termiske forhold
Sigtdybde	Salinitet
Iltforhold	Forsuringstilstand

Hydromorfologiske

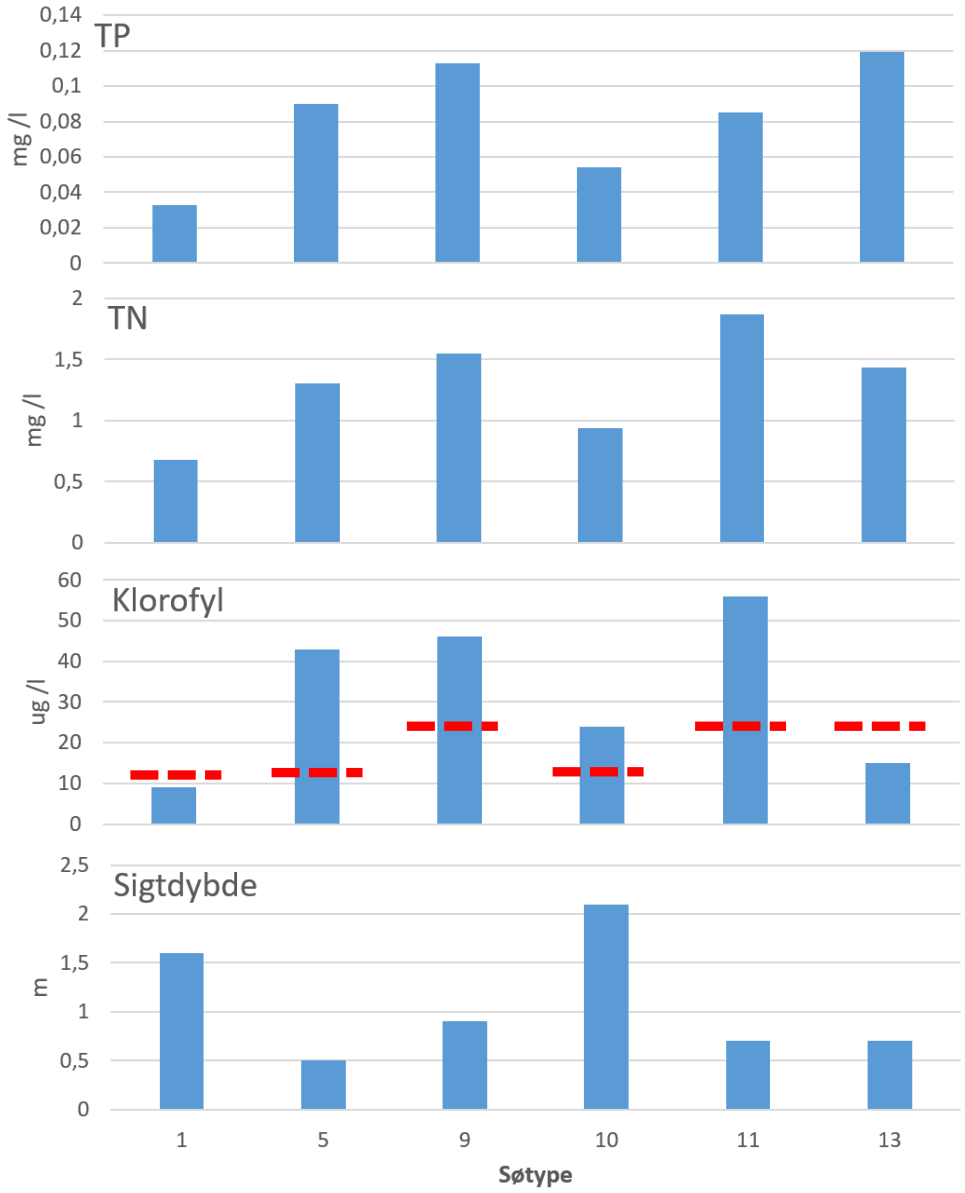
Hydrologisk regime	Morfologiske forhold
Vandstrømningens volumen og dynamik	Variation i søens dybde
Opholdstid	Volumen og bundforhold
Forbindelse til grundvandsforekomster	Søbreddens struktur

”One out – all out” – princippet gælder

Krav i EU’s vandrammedirektiv: Mindst god økologisk tilstand i ~~2015~~.

→ ~~2027~~

→ 2033 (2039)?



Data (medianværdier af sommergennemsnit af totalfosfor, totalkvælstof, klorofyl og sigtdybde) fra 180 søer undersøgt i perioden 2019-2024. Efter DCE rapport 683, 2025.
Vist for de seks mest almindelige søtyper.

Tilstanden (nu)

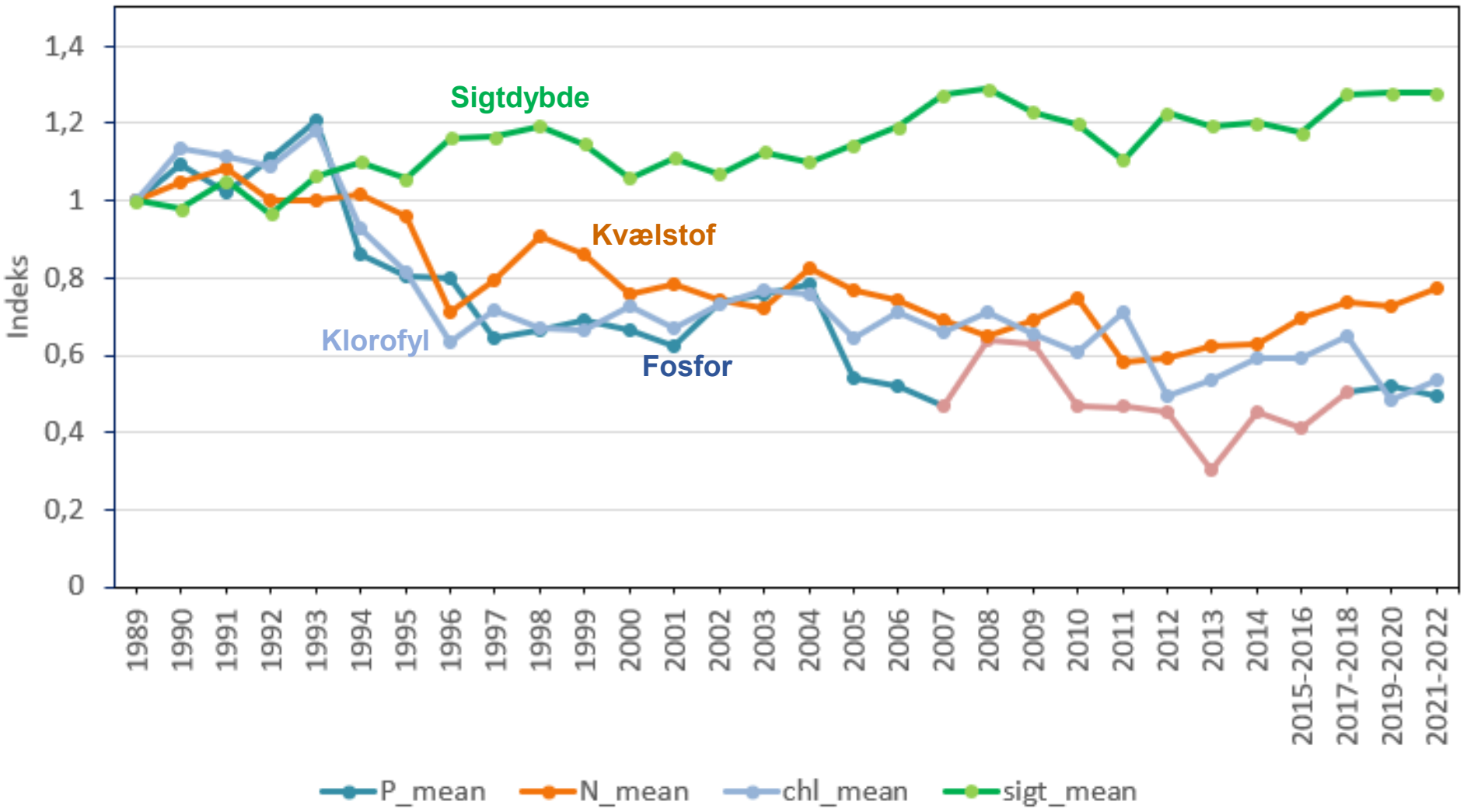
Grænse god - moderat økologisk tilstand, hvis alene baseret på indhold af klorofyl

	Type	Karakteristika
3 %	1	Kalkfattig, ikke brunvandet, fersk, lavvandet
	2	Kalkfattig, ikke brunvandet, fersk, dyb
3 %	5	Kalkfattig, brunvandet, fersk, lavvandet
	6	Kalkfattig, brunvandet, fersk, dyb
49 %	9	Kalkrig, ikke brunvandet, fersk, lavvandet
24 %	10	Kalkrig, ikke brunvandet, fersk, dyb
11 %	11	Kalkrig, ikke brunvandet, saltholdig, lavvandet
	12	Kalkrig, ikke brunvandet, saltholdig, dyb
6 %	13	Kalkrig, brunvandet, fersk, lavvandet
	14	Kalkrig, brunvandet, fersk, dyb
	15	Kalkrig, brunvandet, saltholdig, lavvandet
	17	Ukendt

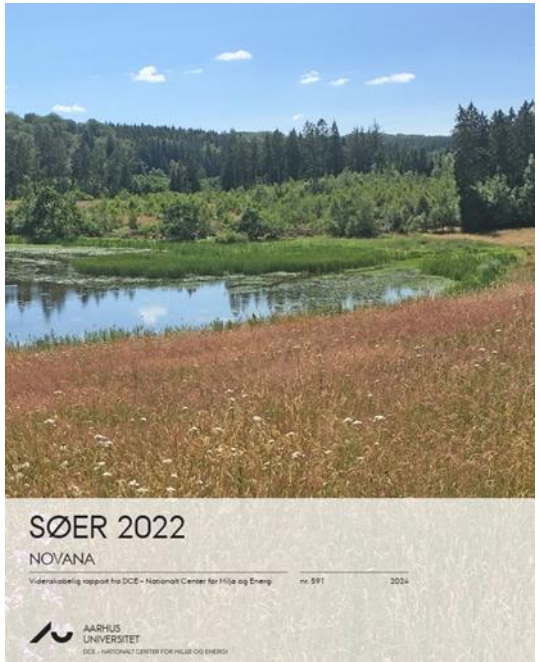
I alt 11 søtyper
(jf. Vandrammedirektivet)

Påvirker målsætning og indsatsbehov

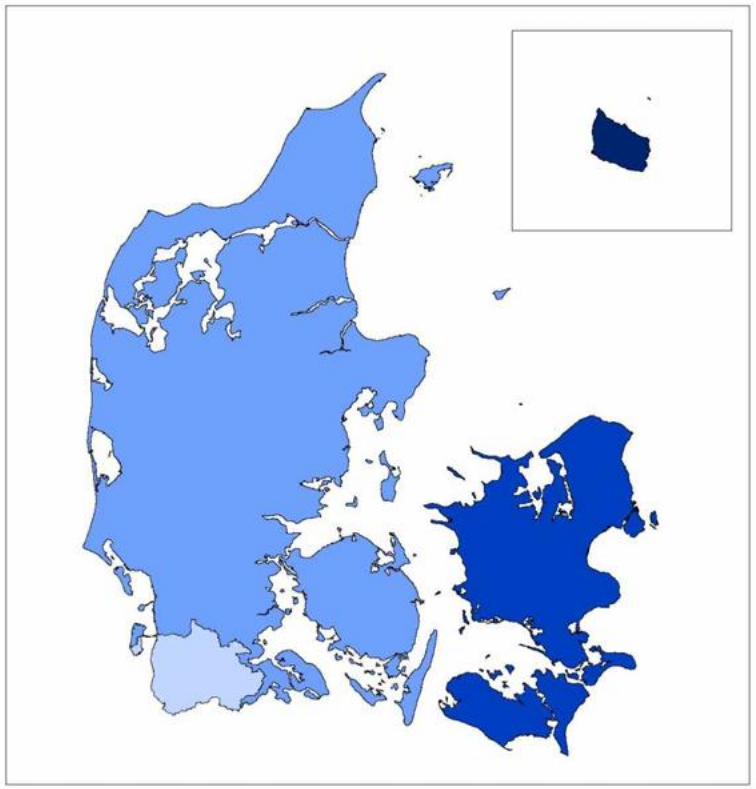
Hvordan har udviklingen været i de danske søer? (siden 1989)



Udvikling i 15 søer fulgt siden 1989 – vandkemiske nøgleparametre. 1989: indeks = 1

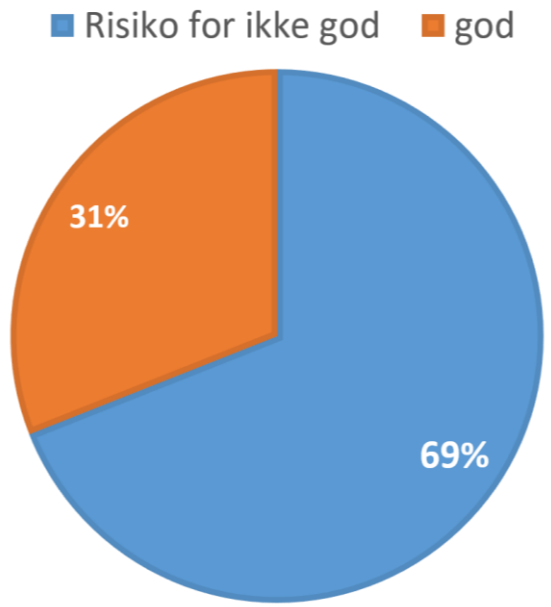


Tilstanden (frem mod 2033)

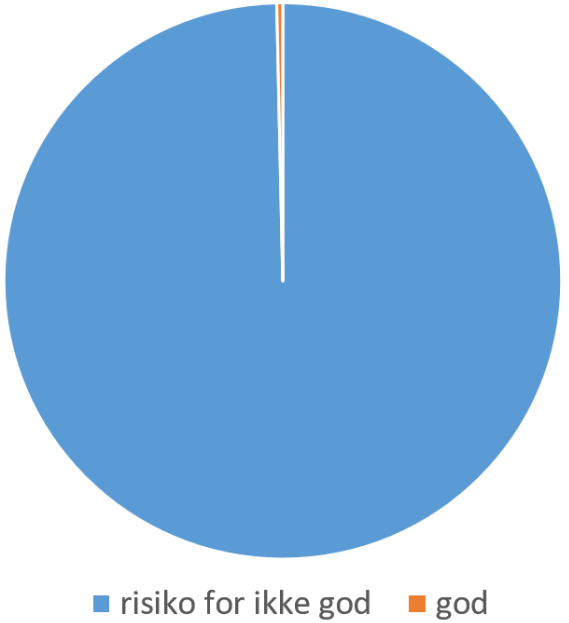


Figur 1. Vandområdedistrikter i Danmark.

Distrikt	Antal søer	Risiko for ikke god økologisk tilstand i 2033
Jylland, Fyn	648	457
Sjælland	235	159
Bornholm	12	5
Internationalt	30	18
I alt	926	639



Distrikt	Antal søer	Risiko for ikke god kemisk* tilstand i 2033
Jylland, Fyn	648	644
Sjælland	235	235
Bornholm	12	12
Internationalt	30	30
I alt	926	922



*) Baseret på analyser af data for 24-27 forskellige miljøfarlige forurenende stoffer og stofgrupper. Søer uden tilgængelige måledata i perioden er sat i risiko for manglende målopfyldelse grundet manglende data.

[Fra: Basisanalysen 2027-2033 - Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø]

Publiceret august 2026

Søer: påvirkningsfaktorer

Effekten af næringsstoffer



Vi har meget fokus på fosfor i søerne, men betyder kvælstof ikke noget?

Betydningen af fosfor og kvælstof

Se:

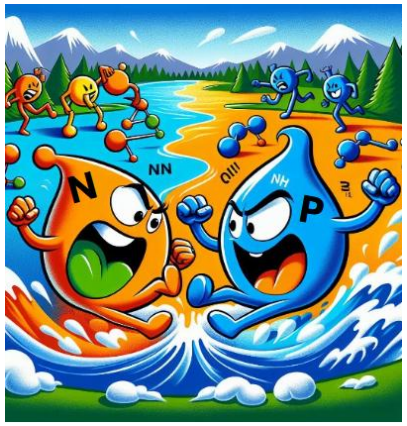
Hydrobiologia (2017) 795:35–48
DOI 10.1007/s10750-017-3110-x

PRIMARY RESEARCH PAPER

Nitrogen or phosphorus limitation in lakes and its impact on phytoplankton biomass and submerged macrophyte cover

Martin Søndergaard · Torben L. Lauridsen · Liselotte S. Johansson · Erik Jeppesen





- 676 lakes (77%) were classified as co-limited, 58 as N-limited (6%) and 141 as P-limited (16%).

- Søer har høj sandsynlighed for god/høj tilstand ved TN under 1-1,5 mg L^{-1} og samtidig TP under 0,1 mg L^{-1}.

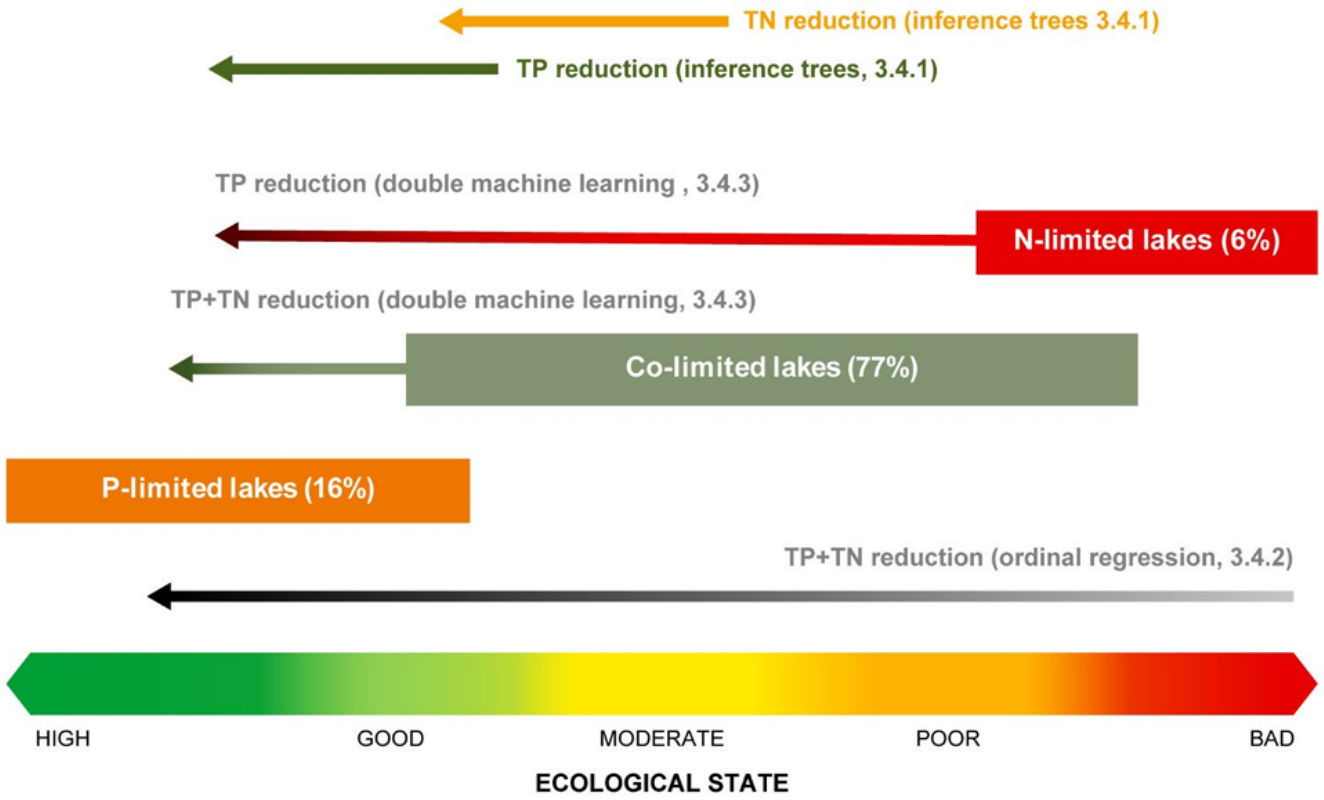
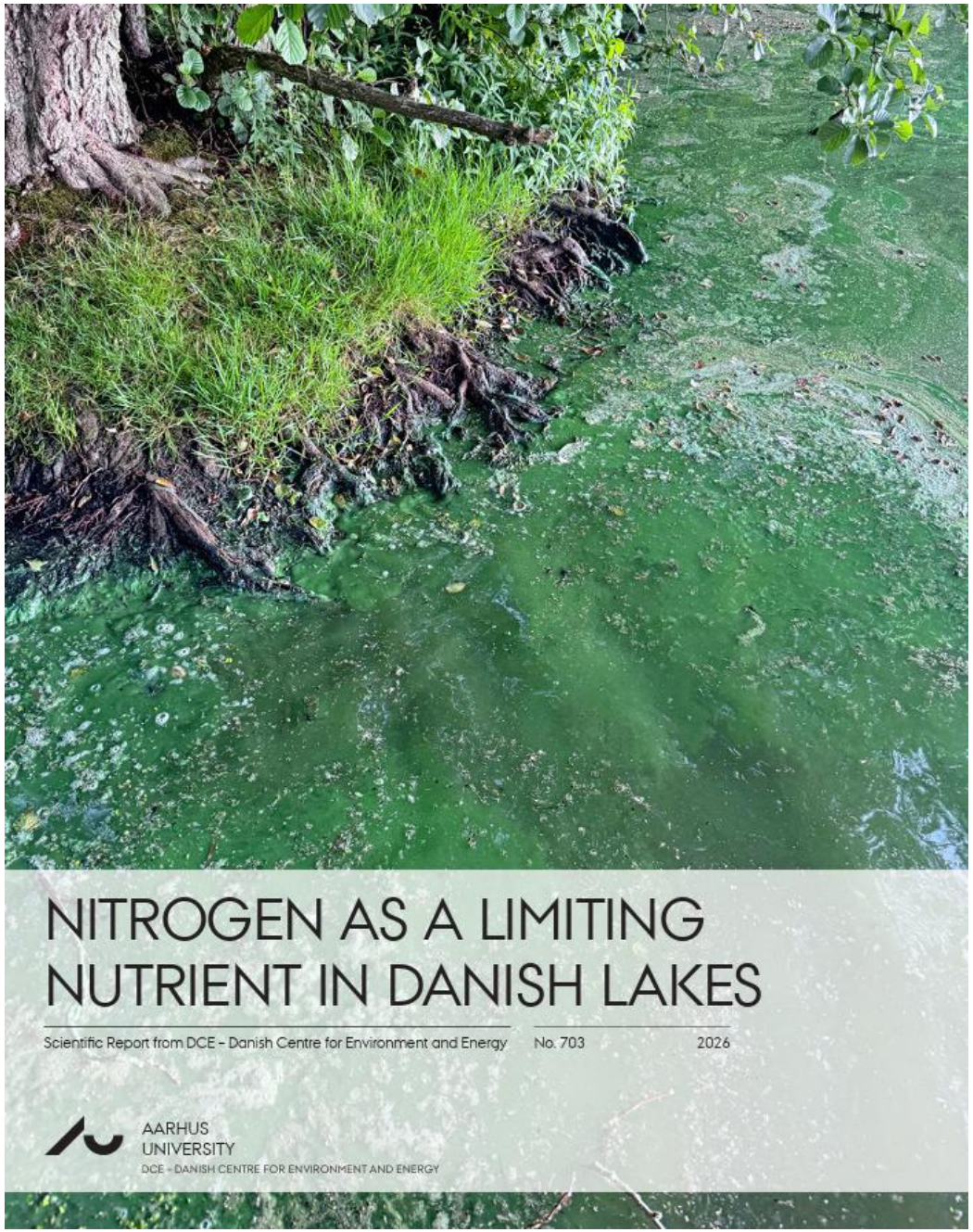


Figure 5.1. Conceptual summary of results based on the stoichiometric method. The boxes show the proportion of lakes investigated that are either N-limited, co limited or P-limited placed according to most dominant ecological states of those lakes (bad to high). Arrows and text above the arrows indicate whether reductions of TP, TN or both, TN and TP, are deemed efficient in terms of increasing the probability for a lake to shift to a higher ecological state, depending on the lakes ecological state and limitation type. In brackets a reference to the statistical method on which the conclusion is drawn is shown.



Vi må ikke glemme, at søers (- og vandmiljøets generelt) tilstand ikke kun er et spørgsmål om næringsstoffer. Der er tale om komplekse økosystemer, hvor en masse forhold spiller ind – også i forhold til den økologiske tilstand.

Nederst venstre: Indholdet af klorofyl a i lavvandede søer ved forskelligt fosforindhold inddelt efter søer med høj (orange signatur) eller lav (blå signatur) dækningsgrad af undervandsplanter (n=205). Bemærk logaritmisk skala.
Nederst højre: Forholdet mellem klorofyl a og totalfosforkoncentrationen (µg/l / µg/l) i forhold til undervandsplanternes dækningsgrad (n=456). I hver boks repræsenterer nederste og øverste linje 10 og 90 % fraktiler og nederste og øverste kant af selve boksen 25 og 75 % kvartiler. Den forbundne værdi for hver boks er medianværdien.

Se: Vand og Jord: 22. årgang nr. 1, februar 2015

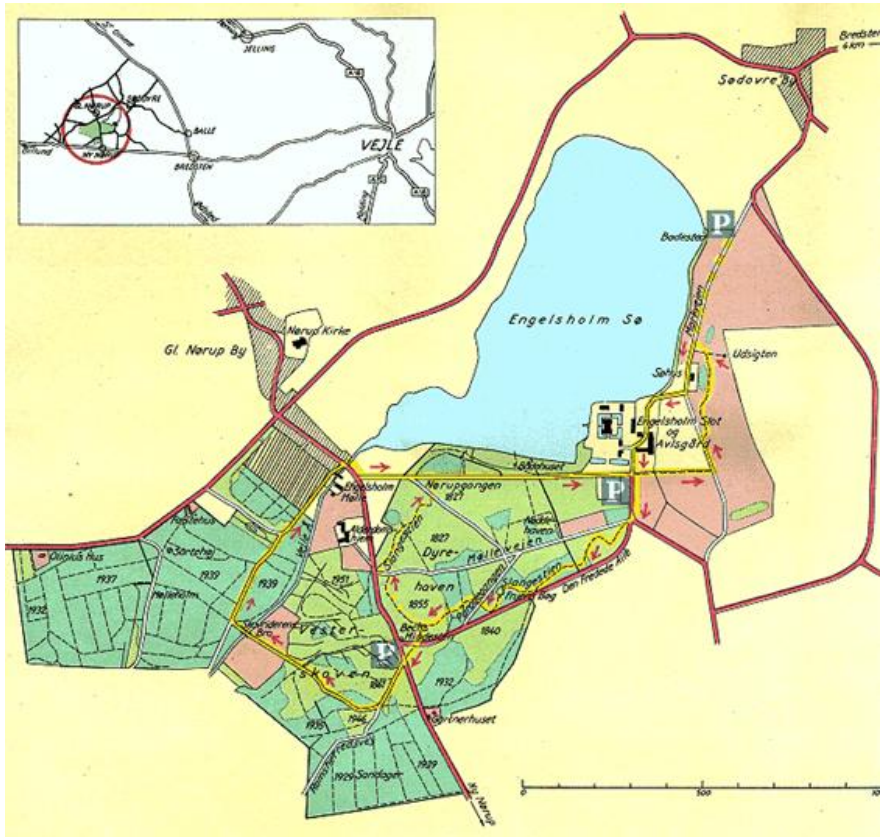
Fastlæggelse af økologisk kvalitet i søer

Hvor sikker kan/vil vi være?

Figur 2. Sikkerheden (95 %-konfidensinterval) på fastsættelse af den økologiske klasse (EQR-værdi) baseret på planteplanktonindekset ved anvendelse af forskelligt antal prøve-tagningsår. Den indtegnede kurve repræsenterer flere forskellige søtyper. Figuren illustrerer eksempelvis, at hvis der kun anvendes ét prøvetagningsår, så vil 95 % af observationerne ved god-moderat grænsen ligge inden for EQR-intervallet 0,46-0,74 (0,6 +/- 0,14).

Se: Vand og Jord: 22. årgang nr. 1, februar 2015

Eksempel Engelsholm Sø: opfiskning med effekt på næringsstofindhold



Areal: 44 ha

Middeldybde: 2,6 m

Vandets opholdstid: 0,2 år

1992-1996: 23 tons skaller og brasen opfisket

Se: Søndergaard, M., Jensen, J.P., Jeppesen, E. & Hald Møller, P. (2002): Seasonal dynamics in the concentrations and retention of phosphorus in shallow Danish lakes after reduced loading. Aquatic Ecosystem Health & Management 5: 19-29.

Forbedret tilstand og øget tilbageholdelse af fosfor efter opfiskning, dvs bedre tilstand i søer også godt for nedstrømsbeliggende vandområder.

Hvordan kommer vi fra her til der?

De fleste danske søer



Få danske søer

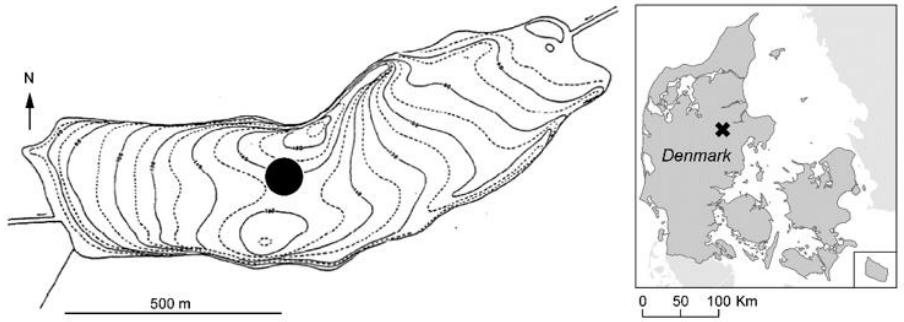


Svar: ved at reducere til eksterne næringsstoftilførsel (+ evt. sørestaurering, hvis det tager for lang tid)

Fra: Basisanalysen 2027-2033 - Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø:

For at vurdere om en sø er i risiko for ikke at opfylde miljømålet god økologisk tilstand i 2033, skal der foretages en vurdering af udviklingen i søens tilstand som følge af påvirkninger fra identificerede belastninger og allerede besluttede indsatser. Nettoindsatsbehovet på landsplan blev opgjort til ca. 85 ton fosfor, mens de fastlagte indsatser i planperioden 2021-2027 ved fuld implementering forventes at reducere fosforbelastningen med ca. 17 ton fosfor på landsplan. Kun en mindre del af indsatsen over for den eksterne belastning er fastlagt lokalt og forventes ikke alene at føre til målopfyldelse.

Se: Vand og Jord, 2026. https://vand-og-jord.dk/soebygaard-soe-den-lange-vej-mod-bedring/



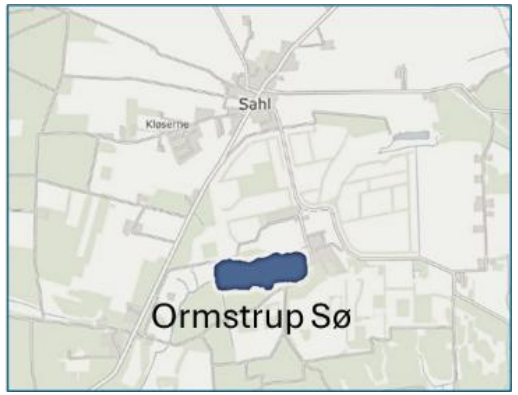
Nødvendigheden af sørestaurering ved intern P-belastning: eksempel Søbygård Sø
Her tog det 40 år før den interne P-belastning var klinget af.

Monthly total phosphorus concentrations in surface water from 1983 to 2024, divided into eight time periods, each comprising seven years of measurements. The box plots show the 10th, 25t, 75th and 90th quartiles, with the median value indicated by a horizontal line, which shows the average inlet concentration.

Total phosphorus concentrations in the upper 30-50 cm of sediment measured on seven occasions between 1985 and 2024 (A) and in 1985 and 2024 (B). All samples were collected from the same area of the lake (see Figure 1). Changes in sediment depth resulting from continuous sediment accumulation were not taken into account.

Ormstrup Sø: Restaurering ved sedimentfjernelse (med P-genanvendelse)

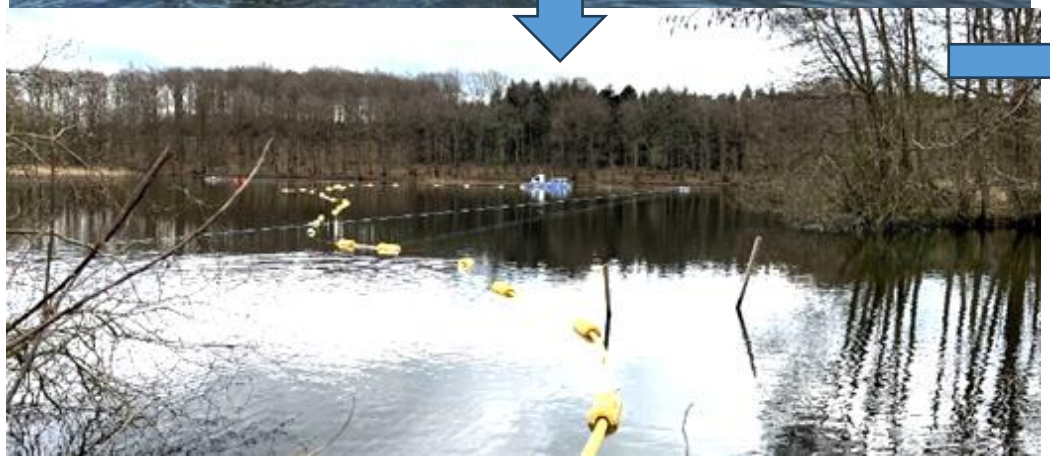














Prismæssigt samme niveau som andre restaurerings-metoder, dvs. ca. 75.000 kr/ha søoverflade (0-20 cm sediment til Geotubes)

Fra Geotubes til landbrugsjord – udgiftsneutral? Hvis deponi og transport bliver det væsentlig dyrere

To forskningsprojekter (finansieret af SGAV og Innovationsfonden) undersøger i øjeblikket om denne metode kan finde anvendelse i andre søer.

POUL DUE JENSEN GRUNDFOS FOUNDATION

Konklusioner

- Flertallet af de danske søer er i dårlig økologisk tilstand.
- Stort indsatsbehov for at reducere den eksterne næringsstoftilførsel (først og fremmest fosfor, men kvælstof også relevant at indtænke i forvaltningen). Kommer vi i mål? (ser ikke sådan ud).
- Nogle søer har brug for restaurering.

