

**SEGES**  
INNOVATION

# MINIRAPPORT AABENRAA FJORD

---

Beskrivelse af udviklingstendenser  
for næringsstoffer og klorofyl

Juni 2022



## MINIRAPPORT AABENRAA FJORD

Er udgivet af

SEGES Innovation P/S

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

+45 87 40 5000

seges.dk

UDARBEJDET AF

Planter & Miljø, SEGES Innovation

UDARBEJDET FOR

Aabenraa Kommune,

Landbo Syd

og ARWOS

REDAKTØR

Flemming Gertz, Chefkonsulent

FORFATTERE

Flemming Gertz, Chefkonsulent

Tobias Berthel Bendixen, Konsulent

Line Kolding Thostrup, Miljøkonsulent

FORSIDEFOTO

Colourbox

# Resumé

---

Aabenraa Fjord er forbundet med en åben rand til Lillebælt, hvilket medfører, at der er stor vandudveksling mellem de to vandområder. Lillebælt er påvirket af tilstrømning af tungt, saltholdigt vand fra Skagerrak og Kattegat og mere fersk vand fra Østersøen. Hydrografiske data viser, hvorledes strømningerne fra Kattegat og Østersøen udskifter vandet i Lillebælt, og hvordan vandudskiftningen også omfatter vandet i Aabenraa Fjord. Vandudskiftningen kan ske over få dage i hele vandsøjlen eller kun i de øvre eller nedre lag, og forholdene i Aabenraa Fjord styres i høj grad af forholdene i det sydlige Lillebælt. Man kan ikke tale om en opholdstid eller en udskiftning af vandmasserne kun i Aabenraa Fjord adskilt fra Lillebælt. De indstrømmende vandmasser kan have en opholdstid på få dage men er typisk flere måneder i det sydlige Lillebælt, og dette gælder også for Aabenraa Fjord. Klorofyl- og næringsstofdata underbygger disse observationer, fx. er klorofylniveauet i Aabenraa Fjord tæt på det i Lillebælt. Sommermiddel (maj-sep) for klorofyl (proxy for planktonalger) ligger i dag på 2-4 µg/l, og er faldet statistisk signifikant siden starten af 1990'erne, dog har niveauet været uændret siden år 2000. Målsætningen i forslag til vandområdeplanerne (VP3) er 1 µg/l og det samme som i Lillebælt. Kun et sted (Kattegat) i de 119 målsatte kystvandområder er der fastsat et lavere mål og kun få steder et tilsvarende mål.

Sommermiddelsigtedybden er i dag omkring 6 m og er ligeledes steget statistisk signifikant fra starten af 1990'erne fra ca. 4,5 m. Forbedringen er, som for klorofyl, sket i starten af perioden. Sigtedybden er vigtig for at opnå målsætningen om udbredelse af ålegræs ud til 9,5 m, som fastsat i forslag til vandområdeplanerne (VP3). Med den nuværende sommermiddelsigtedybde kan den fastsatte målsætning for ålegræs ikke opnås. Sigtedybden skal forbedres til ligeledes omkring 9,5 m for, at ålegræsset skal have mulighed for at vokse ud på den målsatte dybde. Mål for sommersigtedybde og klorofyl kan umiddelbart virke som svære at opnå, set i lyset af de forbedringer, som hidtil er sket. De væsentligste forbedringer af sigtedybde og klorofyl er sket inden år 2000, hvor også de væsentlige fald i næringsstofførsler fandt sted. Ikke bare i det umiddelbare opland, men også i oplandet til Lillebælt og i Danmark generelt. Indholdet af uorganisk kvælstof (DIN) i fjordens overfladelag er faldet markant fra niveauer om vinteren på over 300 µg/l i starten af 1990'erne til i dag lidt over 100 µg/l. Indholdet af orthofosfat er ligeledes faldet gennem årene og når i overfladelaget et begrænsende niveau (6 µg/l) i marts/april, hvilket også gør sig gældende for DIN (28 µg/l). At begge næringsstoffer bliver begrænsende på samme tidspunkt i foråret, er et typisk åbenvandssignal og understøtter de hydrografiske data om den betydelige vandudveksling med Lillebælt. Næringsstofferne ved bunden er, i modsætning til overfladen, ikke faldet. Tværtimod er der en tendens til stigende niveauer af orthofosfat i bundvandet i den sene sommer og i efteråret, formentlig grundet stigende iltsvindintensitet. Grundet den store vandudveksling med Lillebælt, og den videre udveksling med vandmasser fra Kattegat og Østersøen, så kan det være vanskeligt at afgøre, i hvor høj grad forbedringerne skyldes lokale tiltag eller nationale og internationale tiltag. I forhold til en lokal indsats skal man være klar over, at den lokale indsats i Lillebæltsområdet, så at sige kan blive skyllet ud af området ved en enkelt hændelse, hvor vandmasserne udskiftes - en såkaldt "nulstilling". Det betyder dog ikke, at en lokal indsats i Lillebæltsområdet ikke har betydning, og man kan studere dette nøjere med dynamiske/mekanistiske modeller. I Lillebælt optræder iltsvind i bundlaget (både moderate og kraftige iltsvind), og

---

ofte over længere perioder i typisk i sensommer og efteråret. Den hydrografiske analyse viser, at der ofte er en direkte kobling mellem iltsvind i Aabenraa Fjord og Lillebælt, men at dette ikke altid er tilfældet, idet det til tider kan ske, at en ny indstrømmende vandmasse, ved bunden fra Kattegat, ikke kommer forbi tærsklen til Aabenraa Fjord. Herved udvikler iltsvind sig forskelligt i de to områder. Fx vil et iltsvind i Aabenraa Fjord blive kraftigere hvis ikke det får tilført nyt mere iltrigt bundvand. En faktor, som kan påvirke den kommende miljøtilstand, er en tendens til stigende forårsopblomstring. I Lillebælt ses endvidere en tendens til stigende vinterkoncentrationer af klorofyl på trods af faldende næringsstofkoncentrationer. Hvad dette skyldes, er uklart, men stigende temperaturer og en anden algesammensætning kan være en mulig forklaring.

### **Anbefalinger**

Miljøtilstanden i Aabenraa Fjord skal ses i sammenhæng med Lillebælt og derfor også løses i sammenhæng med Lillebælt. En særskilt indsats i fjordens opland vil have en ret lille betydning for tilstanden i fjorden, men vil kunne udgøre et bidrag til en regional indsats i forhold til Lillebælt. Lillebælt bliver i betydeligt omfang påvirket af næringsstoffer fra de tilstødende vandområder, og derfor skal man kombinere et lokalt, et regionalt, et nationalt og et internationalt perspektiv for at forbedre af tilstanden i Aabenraa Fjord. En lokal indsats i Lillebæltsområdet kan ikke stå alene, og det må anbefales at få udredt, hvor stor betydning en lokal indsats har i forhold til en national/international indsats. Det bør herunder udredes, hvorvidt en tidlig målretning eller årstidsbestemt målretning af næringsstofindsatsen vil kunne forbedre omkostningseffektiviteten. Marine virkemidler, såsom ålegræs, muslinger eller stenrev, som er effektvurderet i marint virkemiddelkatalog fra Aarhus Universitet, vurderes på baggrund af de hydrografiske undersøgelser umiddelbart ikke at have et stort potentiale, grundet den store vanddybde, vandvolumen og vandudskiftning i Aabenraa Fjord. De kan dog bidrage lokalt til genopretning af økosystemer i de mere lavvandede dele af fjorden.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

---

1	INDLEDNING	7
1.1	Databehandling . . . . .	7
2	FJORDANALYSE	9
2.1	Hydrografi . . . . .	9
2.2	Næringsstoffer og klorofyl . . . . .	10
3	Sammenligning af vandområder i 2020	13
4	DISKUSSION	15
5	REFERENCER	19



Rapporten er udarbejdet på bestilling af Aabenraa Kommune, LandboSyd og vandselskabet Arwos, fordi manglende viden om Aabenraa Fjords tilstand betyder, at det er uklart, hvordan man bedst hjælper fjorden til en bedre tilstand. Denne rapport har fokus på fjordens miljøtilstand ud fra koncentrationer af næringsstoffer og klorofyl (planktonalger), samt udviklingen heraf. Analysen beror også på viden om vandudvekslingen med farvandet uden for Aabenraa Fjord. Det har samtidig været uklart, i hvor høj grad fjorden er følsom over for enten fosfor eller kvælstof eller begge næringsstoffer. Denne rapport forsøger at give et overblik over disse faktorer. Rapporten er en såkaldt "mini-rapport" og har ikke alle elementer af fjordens tilstand med i forhold til vegetation, makroalger, bundfauna mv. Det primære fokus i denne rapport er på næringsstoffer og klorofyl, for derved at give en retning for en fremtidig strategi for fjorden.

## 1.1 Databehandling

Rapporten bygger på data fra ODA-databasen (Overfladevandsdatabasen), som indeholder data indsamlet i NOVANA-programmet. I dataanalysen skelnes der mellem top- og bundmålinger ved at inddele prøvetagningerne af næringsstoffer og klorofyl i dybder på hhv.  $\leq 1,5$  meter og  $\geq 20$  meter for Aabenraa Fjord.

I rapporten vurderes udviklingen i miljøtilstanden på baggrund af data fra målestation 95820001 for næringsstoffer, sigtdybde, salt, ilt og klorofyl samt salt- og iltkoncentration for målestation 95820002 (se placering i Figur 1.1). Data præsenteres som den gennemsnitlige årlige udvikling for sommer- og vinterperioder, som henholdsvis indbefatter månederne maj-september og november-januar. Yderligere er der lavet månedsgrafer, som viser udviklingen hen over året, som et gennemsnit af flere år. I bilag præsenteres yderligere næringsstofdata også som den årlige udvikling for sommer- og vinterperioder samt månedsgrafer hen over året som et gennemsnit af flere år. For klorofyl er der tilføjet miljømål for planktonalgevækst. Miljømålet for koncentrationen af sommerklorofyl er  $1,0 \mu\text{g/l}$  for Aabenraa Fjord jf. mål i forslag til vandområdeplanerne (VP3), hvilket angiver grænseværdien for en god/moderat økologisk tilstand (Timmermann, 2021)

Væksten af planktonalger begrænses blandt andet af næringsstoffer. En grænseværdi for hvornår kvælstof og fosfor er begrænsende for algevækst, er fastsat af Aarhus Universitet, men skal udelukkende ses som en vejledende tommelfingerregel. Grænseværdien for hvornår det let plantetilgængelige opløste uorganiske kvælstof, "Dissolved Inorganic Nitrogen" (DIN), som er de summerede værdier af nitrat+nitrit-N og ammonium+ammoniak-N, er begrænsende for algevækst, er sat til  $28 \mu\text{g/L}$ . Den vejledende grænseværdi for, hvornår fosfor (orthofosfat-P) er begrænsende for planktonalgevækst, er sat til  $6,2 \mu\text{g/L}$  (Carstensen, 2021).



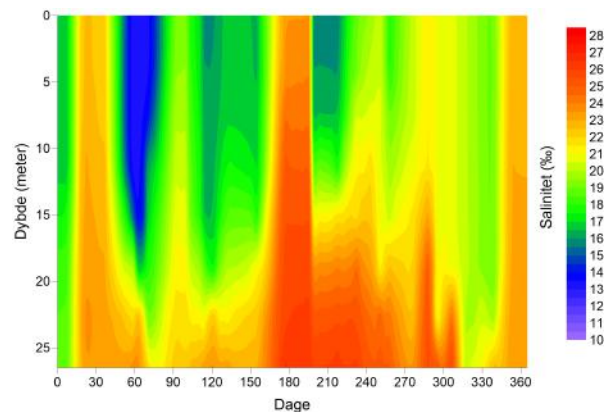
**Figur 1.1** Placeringen af målestationerne i Aabenraa Fjord.



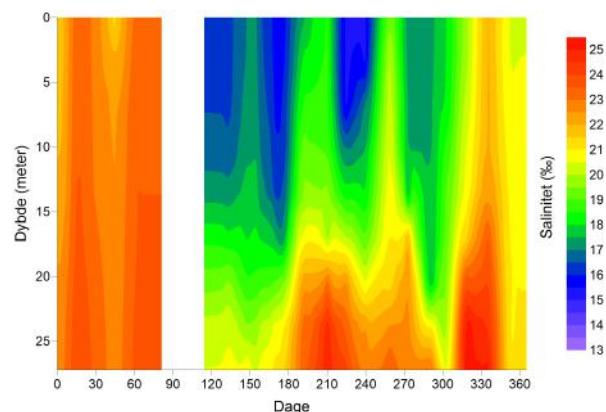
## 2.1 Hydrografi

Aabenraa Fjord er forbundet med en åben rand til Lillebælt, som medfører en stor vandudveksling med Lillebælt. Oplandet til fjorden er 8.082 ha og er dermed kun lidt mere end dobbelt størrelse af fjorden, hvilket gør oplandet relativt lille i forhold til fjorden. Fjorden er relativt dyb, sammenlignelig med Lillebælt, med vanddybder på op til ca. 35 m i den indre del, mens der i den ydre del er dybder mellem knap 10 og godt 25 m, hvorved der optræder en tærskel til Lillebælt (Nielsen 2022). Aabenraa Fjord har derudover forbindelse til Als- og Augustenborg Fjord, samt Als Sund med forbindelse til Sønderborg Bugt i syd. Vandudvekslingen gennem Als Sund er af meget lille betydning for de hydrografiske forhold i Aabenraa Fjord (Nielsen 2022).

Saltholdigheden for 2003 (Figur 2.1) og 2020 (Figur 2.2) illustrerer, at vandudskiftningen er meget dynamisk, og strømninger i Lillebælt af mere brak Østersøvand og mere salt Kattegatvand i stor udstrækning styrer vandudskiftningen i fjorden. Saltholdigheden kan skifte meget brat, dvs. på få dage i hele vandsøjlen, eller der kan være udskiftning enten i overfladelaget af brakvand eller i bundlaget af tungt Kattegatvand. De hydrografiske forhold er tidligere beskrevet i temarapport fra Sønderjyllands Amt (Bruntse, G. og Laursen, J. 2005) og i nyere rapport "De hydrografiske forhold i Aabenraa Fjord", (Nielsen 2022), og det gælder, at "i almindelighed er tilførslen og omsætningen af næringssalte primært styret af den store udveksling med den centrale del af det sydlige Lillebælt".



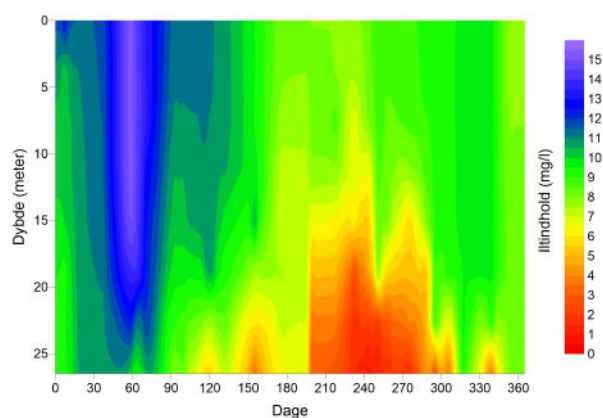
**Figur 2.1** Isopleth af saltkoncentrationen (promille) gennem hele vandsøjlen over året på baggrund af interpolerede data for 2003 ved st. 95820001 i Aabenraa Fjord.



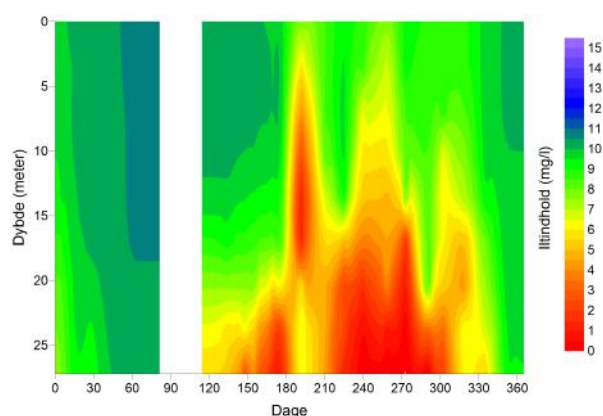
**Figur 2.2** Isopleth af saltkoncentrationen (promille) gennem hele vandsøjlen over året på baggrund af interpolerede data for 2020 ved st. 95820001 i Aabenraa Fjord.

En overordnet gennemgang af iltdata viser, at der, som i Lillebælt, optræder iltsvind i bundlaget (både moderate og kraftige iltsvind), og ofte over længere perioder i typisk sensommer og efteråret Figur 2.3 og Figur 2.4. Den hydrografiske analyse (Nielsen 2022) viser, at der ofte er en direkte kobling mellem iltsvind i Aabenraa Fjord og Lillebælt, men at dette ikke altid er tilfældet, idet det til tider kan ske, at en ny indstrømmende vandmasse ved bunden fra Kattegat ikke kommer forbi tærsklen til Aabenraa

fjord. Herved udvikler iltsvindet sig forskelligt i de to områder.



**Figur 2.3** Isopleth af iltkoncentrationen (mg/l) gennem hele vandsøjlen over året på baggrund af interpolerede data for 2003 ved st. 95820001 i Aabenraa Fjord.

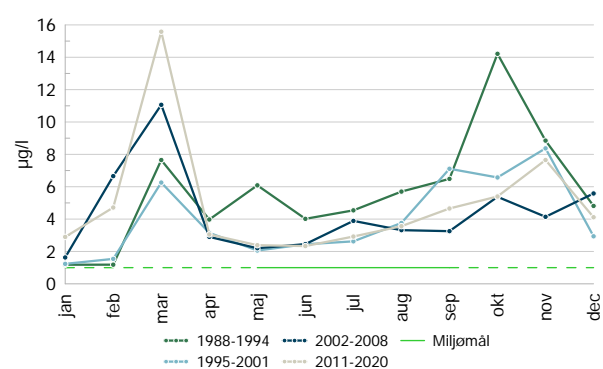


**Figur 2.4** Isopleth af iltkoncentrationen (mg/l) gennem hele vandsøjlen over året på baggrund af interpolerede data for 2020 ved st. 95820001 i Aabenraa Fjord.

## 2.2 Næringsstoffer og klorofyl

Mængden af planktonalger (målt som klorofyl) i Aabenraa Fjord er på 2-4  $\mu\text{g/l}$  hen over sommeren. Efter en forårsopblomstring, hvor niveauet når op på 10  $\mu\text{g}$  eller mere, falder det som følge af næringstofbegrænsning til et middel på 2  $\mu\text{g/l}$  i maj og stiger svagt til et middel på 4  $\mu\text{g/l}$  i september og stiger yderligere til et mindre efterårsmaksimum på omkring 6  $\mu\text{g/l}$  Figur 2.5. Tilsvarende mønster og niveau findes i det sydlige Lillebælt (Gertz 2021). Hvilket understøtter den hydrografiske analyse af en udpræget vandudveksling mellem Lillebælt og fjor-

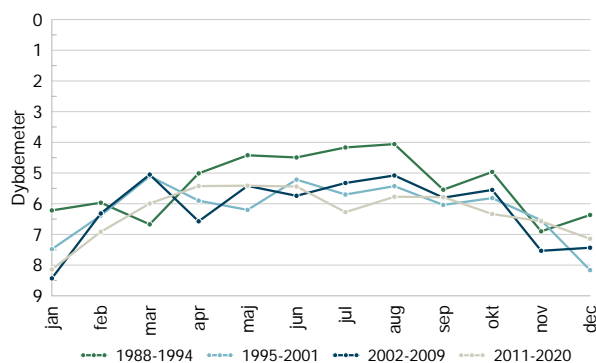
den. Sommergennemsnittet (maj-sep) har varieret mellem 2-4  $\mu\text{g/l}$  de sidste ca. 20 år, men var højere i den målte periode fra 1988 til omkring 2000, og der kan konstateres et signifikant fald (Kendall-Tau) for perioden 1988-2020. Som i Lillebælt ses også i Aabenraa Fjord en kraftigere forårsopblomstring de senere år. Dette kan ikke umiddelbart forklares af tilsvarende stigninger i næringsstofkoncentrationer. Forklaringen kan muligvis være stigende temperaturer (Hansen 2008) og ændret algesammensætning. Dette er dog ikke undersøgt nøjere.



**Figur 2.5** Gennemsnit af klorofylkoncentrationen ( $\mu\text{g/l}$ ) på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2008 og 2011-2020 for topprøver (dybde  $\leq 1,5$  meter) i Aabenraa Fjord. Miljømålet for sommerklorofyl er 1,0  $\mu\text{g/l}$  for Aabenraa Fjord (god/moderat økologisk tilstand).

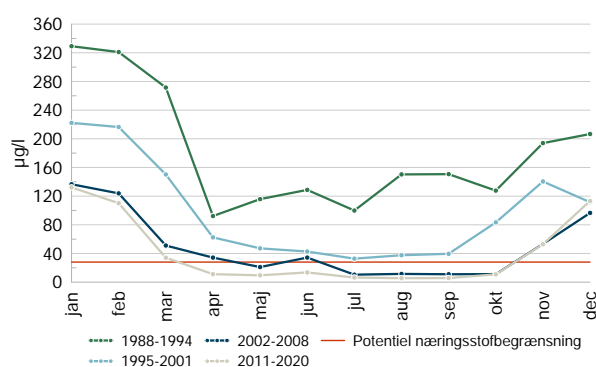
Sommersigt dybden (maj-sep) har siden 2000 ligget på ca. 6 m, dog med undtagelse af enkelte år, hvor den har været lidt ringere typisk 5 m Figur 2.6 samt bilag. Sigt dybden responderede på faldet i klorofyl i 1990'erne og steg fra omkring 4,5 m i starten af 90'erne til 6 m i dag. Stigningen er statistisk signifikant for perioden 1988-2020 (Kendall-Tau). Der er dog meget langt til, at sigt dybden vil kunne understøtte målet om en ålegræs dybdegrænse på 9,5 m (jf. VP3 Timmermann, 2020). Man kan som tommelfingerregel antage, at sommersigt dybden modsvare dybdegrænsen for ålegræs.

## 2. FJORDANALYSE



**Figur 2.6** Gennemsnit af sigtddybde på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2009 og 2011-2020 ved st 95820001 i Aabenraa Fjord

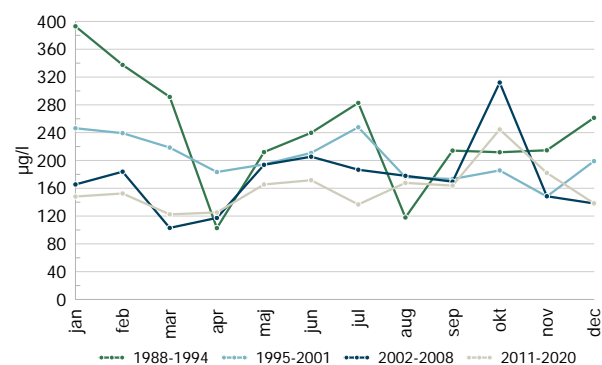
Indholdet af uorganisk kvælstof (DIN) i fjordens overfladelag er faldet markant fra niveauer om vinteren på over 300 µg/l i starten af 1990'erne til i dag lidt over 100 µg/l. Tilsvarende høje værdier blev ikke målt i Lillebælt. De høje værdier af DIN i starten af måleperioden skyldes især høje værdier af ammonium/ammoniak (bilag Figur 1.3). De høje målinger af ammoniak/ammonium er ret høje i forhold til, hvad man ser i andre danske vandområder på tilsvarende tid, og man kan evt. i anden undersøgelse forsøge at udrede årsager hertil. Niveaulet om sommeren er ligeledes faldet og når i overfladelaget i dag under det potentielt begrænsende niveau (28 µg/l) i marts/april og frem til oktober Figur 2.7.



**Figur 2.7** Gennemsnit af DIN-koncentrationen (µg/l) på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2008 og 2011-2020 for topprøverne (dybde ≤ 1,5 meter) i Aabenraa Fjord. Den potentielle næringsstofbegrænsning for DIN er 28 µg/l.

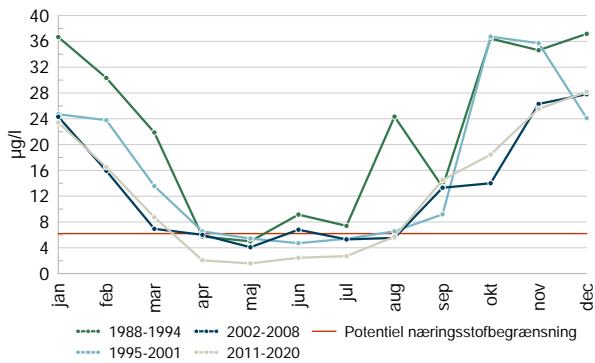
Lidt anderledes forholder det sig for bundlaget Fi-

gur 2.8. Her er vinterkoncentrationen også faldet markant, men et tilsvarende fald er ikke sket i samme grad for sommerperioden. Som middel gennem sommeren er der et niveau på 150-200 µg/l i bundlaget og altså dermed høje koncentrationer, som kan blive tilført overfladelaget og give anledning øget algevækst, typisk i forbindelse med vindhændelser, hvor der sker en vis blanding mellem bundlag og overfladelag. Samme niveauer i bundlaget genfindes i det sydlige Lillebælt (Gertz 2021)

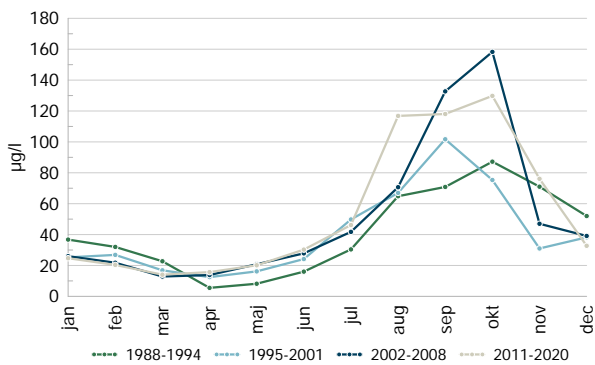


**Figur 2.8** Gennemsnit af DIN-koncentrationen (µg/l) på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2008 og 2011-2020 for bundprøver (dybde ≥ 20 meter) i Aabenraa Fjord.

Indholdet af orthofosfat er som DIN ligeledes faldet gennem årene og når i overfladelaget et begrænsende niveau (6 µg/l) i marts/april. Niveaulet i sommermånederne frem til omkring august er under det potentielt begrænsende niveau Figur 2.9. Der sker således en stigning allerede i september og noget tidligere end for DIN. Stigningen medvirker til en øget algevækst og skyldes en kraftig stigning i koncentrationen i bundlaget (Figur 2.10) og dels en øget afstrømning land. Tilsvarende stigning i bundlaget på samme niveau ses også i Lillebælt, og må antages, at skyldes frigivelse af fosfat, når jern i sedimentet reduceres under lave ilt-niveauer og frigiver den adsorbere fosfat. Der er samtidig en udvikling mod højere niveauer over tid, hvilket muligvis kan skyldes de stigende vandtemperaturer også i bundlagene i danske farvande (Hansen 2008).



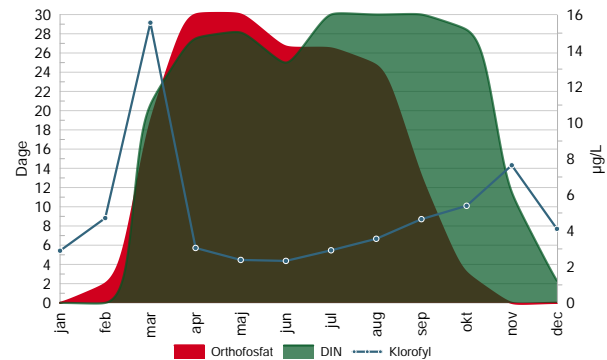
**Figur 2.9** Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen ( $\mu\text{g/l}$ ) på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2008 og 2011-2020 for toprøverne (dybde  $\leq 1,5$  meter) og for perioden 2016-2019 for bundprøverne (dybde  $\geq 25$  meter) i Aabenraa Fjord. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er  $6,2 \mu\text{g/l}$ . Bemærk kortere tidsperiode for bundprøver.



**Figur 2.10** Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen ( $\mu\text{g/l}$ ) på månedsbasis for perioderne 1988-1994, 1995-2001, 2002-2008 og 2011-2020 for bundprøver (dybde  $\geq 20$  meter) i Aabenraa Fjord.

Næringsstofbegrænsningen i Aabenraa Fjord Figur 2.11 har karakteristika typiske for et åbentvandsområde, fx Lillebælt eller Kattegat. Her opstår næringsstofbegrænsningen for hhv. kvælstof og fosfor på samme tid omkring marts midt i forårsopblomstringen, hvilket ligeledes er tilfældet for Aabenraa Fjord. I fjorde i Danmark, hvor man er i mere lukkede systemer, ser man først en fosforbegrænsning i foråret og senere omkring maj/juni en kvælstofbegrænsning, hvilket ikke er tilfældet i Aabenraa Fjord. Dette understøtter igen de øvrige indikationer på, at Aabenraa Fjord har en stor vandudveksling med Lillebælt. Næringsstofbegrænsningen er dog lige knap

så udtalt som i Lillebælt og Kattegat, hvilket indikerer en vis indflydelse af næringsstofkilder fra land. Kvælstof er potentielt begrænsende for væksten af alger i længere tid end fosfor, pga. af de omfattende iltsvind hvert år, og af den grund er det formentligt nemmere at opnå yderligere vækstbegrænsning af alger i sensommeren ved en kvælstofindsats.



**Figur 2.11** Antallet af dage med fosfor- og kvælstofbegrænsning på månedsbasis som et gennemsnit af perioden 2011-2020 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl ( $\mu\text{g/l}$ ) på månedsbasis for perioden 2011-2020 (Z-akse) i Aabenraa Fjord. Topprøver (dybde  $\leq 1,5$  meter).

# Sammenligning af vandområder i 2020

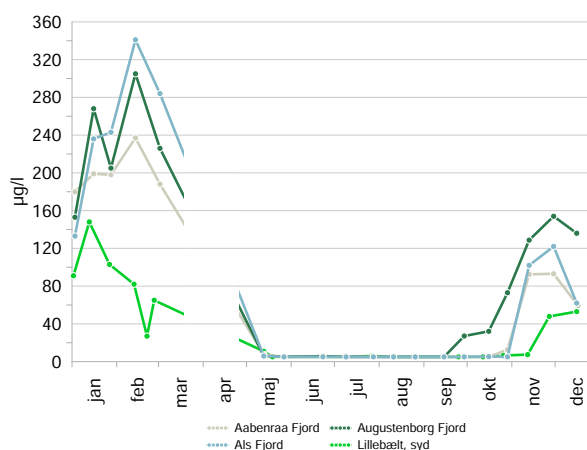
# 3

Med henblik på at forstå mere om dynamikken i Aabenraa fjord og de tilstødende vandområder, Als/Augustenburg Fjord og Lillebælt, er hver enkelt måling i 2020 i dette afsnit præsenteret for klorofyl og næringsstoffer.

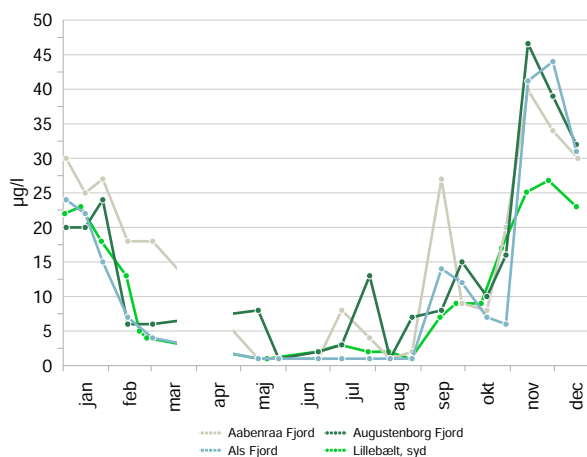
De første måneder af 2020 var kendetegnede ved meget store afstrømninger fra land. Efteråret 2019 var rekordvådt, og dette fortsatte ind i 2020 med oversvømmelser i Jylland og stor medieomtale. Dette afspejles i koncentrationerne af DIN i årets første måneder, som når over 200 µg/l i Aabenraa Fjord, og dermed betragteligt over middel for de seneste år Figur 3.1. Niveauet i Aabenraa Fjord er forventeligt lavere end Als/Augustenburg Fjord i disse måneder, pga en næringsstofgradient mod næringsstofkilder fra land, og derfor også højere end i Lillebælt. Niveauet af orthofosfat, de samme første måneder af året, er ikke tilsvarende højere end middel, og lidt overraskende er niveauet svagt højere i Aabenraa fjord i forhold til de tilstødende vandområder Figur 3.2

Grundet manglende data fra først i marts til midt i maj (formenligt begrundet i covid-restriktioner i overvågningprogrammet) er det ikke muligt at sige, hvorvidt de høje DIN koncentrationer havde indflydelse på størrelsen af forårsopblomstringen, og hvornår næringsstofbegrænsningen slår igennem Figur 3.3. Forårsopblomstringen kan således have været på maksimum i marts og april, uden det er registreret.

De høje vinterkoncentrationer af DIN ser ikke ud til at påvirke sommerkoncentrationerne af DIN, som fra maj til oktober i alle vandområderne ligger på 5 µg/l og betragteligt under det potentielt begrænsende niveau på 28 µg/l.



**Figur 3.1** DIN-koncentrationen i topprøverne i 2020 i Aabenraa Fjord (st. 95820001), Augustenburg Fjord (st. 95920001), Als Fjord (st. 95910001) og det sydlige Lillebælt (st. 95600002). Bemærk manglende data i marts/april.

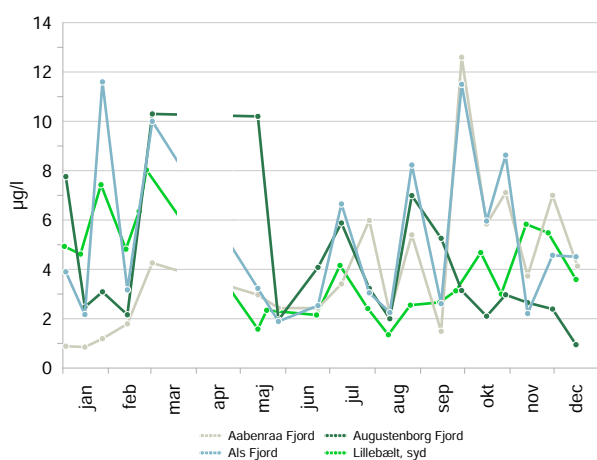


**Figur 3.2** Orthofosfat-P-koncentrationen i topprøverne i 2020 i Aabenraa Fjord (st. 95820001), Augustenburg Fjord (st. 95920001), Als Fjord (st. 95910001) og det sydlige Lillebælt (st. 95600002). Bemærk manglende data i marts/april.

Klorofylkoncentrationen er midt i maj faldet til 3 µg/l i Aabenraa Fjord Figur 3.3. Der har formodentligt været et forårsmaksimum, som ikke er registreret i marts/april. Gennem sommeren ses en vis dyna-

### 3. Sammenligning af vandområder i 2020

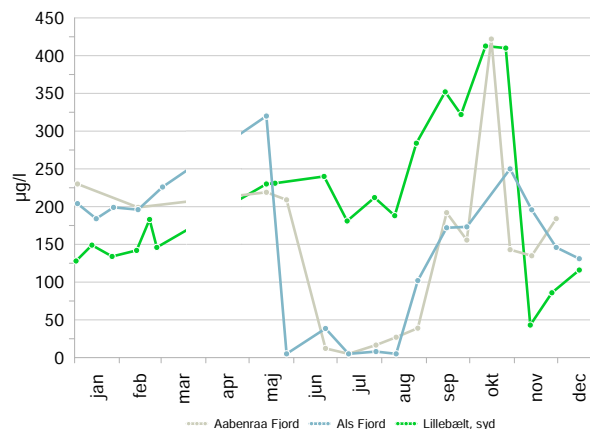
mik, idet klorofylniveauet skifter mellem 2-3 µg/l og lidt højere omkring 5 µg/l. Samme dynamik ses i Als/Augustenburg Fjord og vidner formentlig om perioder, hvor Lillebæltvand dominerer områderne, og de lidt højere værdier vidner om tilførsel af næringsstoffer enten fra oplandet eller fra bundlaget, som giver anledning til mindre opblomstringer. Sommermiddel klorofylkoncentrationen er i 2020 den højeste i ca. 10 år og afspejler formentlig de store afstrømninger fra land i vinteren 2019/2020 i hele det nordeuropæiske område.



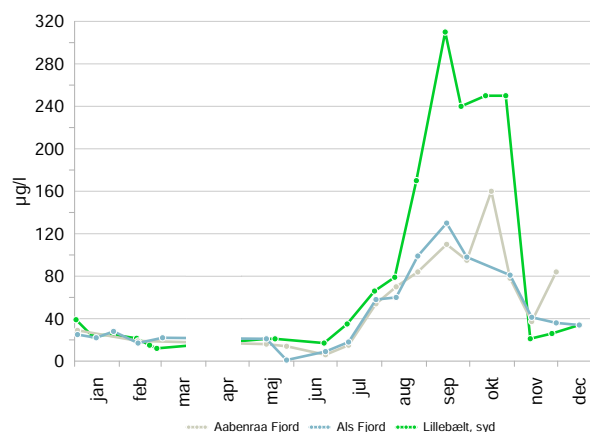
**Figur 3.3** Klorofylkoncentrationen i topprøverne i 2020 i Aabenraa Fjord (st. 95820001), Augustenborg Fjord (st. 95920001), Als Fjord (st. 95910001) og det sydlige Lillebælt (st. 95600002). Bemærk manglende data i marts/april.

Indholdet af DIN i bundvandet er lidt atypisk for 2020, med et højt indhold i de første måneder, som følge af den betydelige afstrømning fra land i den periode, for så i en periode over sommeren at være atypisk lavt. Typiske værdier i bundvandet er 150 µg/l Figur 2.8, men i 2020 er niveauet under 28 µg/l i dele af juni samt juli og august, mens det på samme tid er på et normalt højt niveau i Lillebælt. Orthofosfatkoncentrationerne i bundvandet i 2020 ligner mere et middel, med lave koncentrationer frem til sidst på sommeren, hvorefter de stiger til ret højere niveauer Figur 3.5. Niveauet i Lillebælt er væsentligt højere og skyldes formentlig de mere langvarige og konsistente iltsvind i de centrale dele

af Lillebælt.



**Figur 3.4** DIN-koncentrationen i bundprøverne i 2020 i Aabenraa Fjord (st. 95820001) og Als Fjord (st. 95910001) og det sydlige Lillebælt (st. 95600002). Bemærk manglende data i marts/april.



**Figur 3.5** Orthofosfat-P-koncentrationen i bundprøverne i 2020 i Aabenraa Fjord (st. 95820001), Augustenborg Fjord (st. 95920001), Als Fjord (st. 95910001) og det sydlige Lillebælt (st. 95600002). Bemærk manglende data i marts/april.

## Vandudskiftning

Gennemgang af data for Aabenraa Fjord viser, at fjorden i meget høj grad er påvirket af vandbevægelserne i Lillebælt. De hydrografiske data viser, hvorledes strømninger fra Kattegat gennem Lillebælt og fra Østersøen gennem Lillebælt udskifter vandet i Aabenraa Fjord. Vandudskiftningen kan ske over få dage i hele vandsøjlen eller kun i det øvre lag eller nedre lag. Man kan ikke tale om en egentligt særskilt vandudskiftning i Aabenraa Fjord adskilt fra Lillebælt. De indstrømmede vandmasser har typisk en opholdstid i det sydlige Lillebælt på flere måneder, hvilket dermed også gælder for Aabenraa Fjord. Klorofyl- og næringsstofdata underbygger disse observationer, fx. er klorofylniveauet tæt på det i Lillebælt. Men dette tiltrods, så er Aabenraa Fjord nærmere kilder fra land. Ikke bare Aabenraa Fjord opland, men også Als/Augustenburg Fjord oplande spiller en rolle. Dette ses fx i de første måneder af 2020, hvor der, grundet store nitratafstrømninger, ses forhøjede værdier af DIN i Aabenraa Fjord og Als/Augustenburg Fjord. Tiltrods for at der kan gå måneder, hvor der ikke sker en tydelig vandudskiftning i hele området, inkl. Lillebælt, så viser data, at vandudskiftningen sker så markant og hyppigt, at vinterens afstrømning fra oplandet ikke direkte påvirker væksten af alger i sommermånederne, men vil have en effekt på størrelsen af forårsopblomstringen afhængig af opholdtiden i vandområdet på dette tidspunkt af året. Data fra 2020 viser også, at situationen i fjorden hurtigt bliver "nulstillet", når der sker en vandudskiftning i hele Lillebælt inkl. Aabenraa Fjord, fordi klorofylniveauet i Aabenraa fjord falder til samme niveau som i Lillebælt flere gange i løbet af sommeren.

## Iltsvind

Oftest er der en direkte sammenhæng med iltsvind i Lillebælt, men der kan være situationer, hvor tærsklen ud til Lillebælt medfører, at en strømning af bundvand i Lillebælt ikke entrerer fjorden, hvilket resulterer i, at iltsvindet i Aabenraa Fjord udvikler sig adskilt fra det i Lillebælt.

## Miljømål

Sommermiddel-klorofylkoncentrationen (maj-sep), som er målsat i forslag VP3 til 1,0 µg/l, er i dag på 2-4 µg/l. Det er den samme målsætning som Lillebælt Syd, og kun et andet vandområde, ud af de 119 målsatte i VP3, har en lavere værdi. I VP2 var målsætningen 2,1 µg/l. Først og fremmest kan det virke som et vanskeligt mål at nå, set i lyset af de specifikke forhold som gælder i Lillebælt med udskiftning af vandmasser og opblanding af næringsrigt bundvand til overfladelaget som sker i Lillebælt, især i den nordlige del ved "tragten". Målsætningen om en dybdegrænse for ålegræs på 9,5 m i VP3 (8,9 m i VP2) kan også umiddelbart synes svær at opnå, da sigtddyben i mange år har ligget på omkring 6 m, og kun er blevet forbedret fra 4,5 m, hvor klorofylniveauet faldt i 1990'erne. Uanset hvorvidt målsætningerne er vanskelige at nå, så vil en forbedring af tilstanden i form af mindre klorofyl, større sigtddybe og mindre iltsvind bero på flere faktorer. Det vigtigt at forstå, at de næringsstoffer, som strømmer ind i Lillebælt fra Kattegat og Østersøen, har stor betydning for tilstanden. Bundvandet, som strømmer ind nordfra fra Kattegat, er næringsrigt vand fra Skagerrak og Nordsøen, som trækkes ned gennem Kattegat som en kompenserende strøm for den store udstrømning af brakvand fra Østersøen (Gertz, 2021). Det er således også et nationalt og internationalt anliggende at forbedre tilstanden både i Lillebælt

og i Aabenraa fjord. I forhold til den lokale tilledning, så har det mindre betydning alene at se på Aabenraa Fjords opland i denne sammenhæng, som er meget lille i sig selv. Man skal se på den lokale tilførsel i hele Lillebæltområdet og ikke særskilt oplandet til Aabenraa fjord, fordi Lillebælts indflydelse er så stor på fjorden. Omvendt skal man også være klar over, at en lokal indsats i Lillebæltområdet, så at sige kan blive skyllet ud af området ved en enkelt hændelse, hvor vandmasserne udskiftes - en såkaldt "nulstilling". Det betyder dog ikke, at en lokal indsats ikke har betydning, og man bør studere dette nøjere med dynamiske/mekanistiske modeller for mere præcist at udrede betydningen af det lokale bidrag herunder som bidrag til den samlede indsats i Lillebælts opland. Det kræver af modellerne, at de er specielt sat op til området ved Lillebælt og kan beskrive den helt specifikke dynamik i området, bl.a. den opblanding som sker mellem bundlag og overfladelag.

#### Næringsstoffbegrænsning

Hvad angår næringsstoffbegrænsning, så er det vigtigt både at reducere kvælstof og fosfor, da begge næringsstoffer i forår- og sommerhalvåret falder til niveauer, der begrænser væksten af alger. Kvælstof er imidlertid begrænsende i en længere periode som følge af frigivelse af fosfor fra sedimentet sidst på sommeren. Hvad angår, hvornår på året der evt. skal fokuseres på at reducere næringsstoffer, så er der forskel på kvælstof og fosfor. Fosfor kommer i højere grad som partikler, der sedimenterer og kan blive frigivet fra sedimentet om sommeren (Fenchel, 2006), og derfor skal man reducere fosfor hele året. Kvælstof derimod, som fortrinsvist udledes som nitrat, vil i højere grad blive "skyllet" ud af fjordene (Fenchel, 2006). I modsætning til mere lukkede fjorde, hvor indflydelsen fra tilstødende farvende ikke er så stor, så giver det anledning til flere overvejelser for Aabenraa Fjord, hvorvidt man skal reducere kvælstof i vinter- eller sommerhalvåret eller hele året. Det som taler for

at reducere vinterafstrømningen, ikke bare fra Aabenraa Fjords opland men fra det nære opland til hele Lillebælt, er den indflydelse Lillebælt har på Aabenraa Fjord. Vandudskiftningen i Lillebælt betyder imidlertid, at tilstanden i hele Lillebælt kan blive "nulstillet" med vandmasser fra tilstødende vandområder, hhv. Kattegat og Østersøen. Man kan derfor tale om, at en reduktion af kvælstoftilførsler om vinteren i nogle år vil have en effekt på forårsopblomstringen, andre år formentligt i mindre grad, pga. vandudskiftningen. Mindskelse af vinterafstrømningen af kvælstof bidrager dels til at minimere forårsopblomstringen og dels til en generel mindskelse af kvælstof i de åbne vandområder uden for Lillebælt. Disse overvejelser bør man gøre sig i forhold til mål i fjorden, i Lillebælt og de indre danske farvende. Data viser, at fosfor, som kvælstof, er begrænsende for væksten, og specielt i foråret kan dette være vigtigt, hvis man anlægger en strategi for primært at reducere kvælstof i sommerhalvåret. Data for 2020 viser en dynamik i væksten af klorofyl i fjorden, som skifter mellem lidt højere niveau af klorofyl i Aabenraa Fjord end i Lillebælt og efterfølgende "nulstilling" dvs. samme niveau i fjord og Lillebælt. Minimering af tilførsel fra land kan dæmpe denne dynamik, men det er væsentligt at få udredt, hvor meget der skyldes tilførsel fra land, og hvor meget der skyldes tilførsel af næringsrigt bundvand til overfladelaget. På grund af de komplekse mønstre i forhold til udskiftning af vandmasser med tilstødende havområder og påvirkning af afstrømning fra opland (til Lillebælt), bør det undersøges med tilpassede modeller, om eller hvordan en års-tidsbestemt reduktion af næringsstofftilførslen kan bidrage bedre til en forbedring af miljøtilstanden, i forhold til den nuværende regulering, hvor der reguleres efter årlige tilførsler.

#### Forårsopblomstring

En faktor, som kan påvirke den kommende miljøtilstand, er en tendens til stigende forårsopblomstring. I Lillebælt ses endvidere en tendens til stigende



#### 4. DISKUSSION

---

vinterkoncentrationer af klorofyl. Hvad dette skyldes, er uklart, men stigende temperaturer (Hansen 2008) og anden algesammensætning kan være en forklaring. Risikoen er, at man ser ind i et regime med stigende temperaturer, der modvirker de forbedringer, som er sket. Dette er ligeledes noget, som kræver et særskilt studie for at få udredt.



Bruntse, G. og Laursen, J. 2005: NOVA Vandmiljøovervågning, 2004, Aabenraa Fjord, Flensborg Fjord, Sønderjyllands Amt. ISBN 87-7486-593-5

Carstensen, J. 2021. Næringsstofkoncentrationer. I: Hansen J.W. & Høgslund S. (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418. <https://dce2.au.dk/pub/SR418.pdf>

Fenchel 2006, Naturen i Danmark, Havet, 2006. 1. oplag. Redaktør Prof. Tom Fenchel, Hovedredaktør Prof. Kaj Sand-Jensen Kap 15. De frie vandmasser stofomsætning side 357 ved Matthias Middelboe, lektor KU og Michael Olesen lektor KU.

Flemming Gertz, Tobias Berthel Bendixen, Sebastian Piet Zacho, MILJØTILSTANDEN I LILLEBÆLT Beskrivelse af udviklingstendenser af centrale miljøparametre September 2021, SEGES

Flemming Gertz, Line Kolding Thostrup, Tobias Berthel Bendixen, Sebastian Piet Zacho, MILJØTILSTANDEN I KATTEGAT Beskrivelse af udviklingstendenser af centrale miljøparametre, december 2021, SEGES

Hansen 2008: Hansen, J. W., Nedergaard, M., Skov, F., Jensen, M. H., Lassen, J., Lindeborg, N. C., Marsbøll, S., Müller-Wohlfeil, D-I., Hansen, J., Jeppesen, E., Jørgensen, T. B., Kronvang, B., Larsen, S. E., Nielsen, K. E., Andersen, J., Andersen, P. 2008. IGLOO-Indikatorer for globale klimaforandringer i overvågningen. By og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet.

Morten Holtegaard Nielsen, "De hydrografiske forhold i Aabenraa Fjord", 2022, Marine Science & Consulting ApS

Timmermann K, Christensen JPA, & Erichsen A. 2020. Referenceværdier og grænseværdier for ålegræsdybdegrænser til brug for vandområdeplanerne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Videnskabelig rapport nr. 390. <http://dce2.au.dk/pub/SR390.pdf>

Timmermann, K, Christensen, J.P.A. & Erichsen, A. 2021. Establishing Chlorophyll-a reference conditions and boundary values applicable for the River Basin Management Plans 2021-2027. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 32 pp. Scientific Report No. 461 <http://dce2.au.dk/pub/SR461.pdf>

# KONTAKT OS

## **Flemming Gertz**

Chefkonsulent

Geolog

M +45 30 92 17 63

E flg@seges.dk



## **Line Kolding Thostrup**

Miljøkonsulent

Biolog

M +45 30 27 28 30

E likt@seges.dk



[www.SEGES.dk](http://www.SEGES.dk)

**SEGES**  
**INNOVATION**