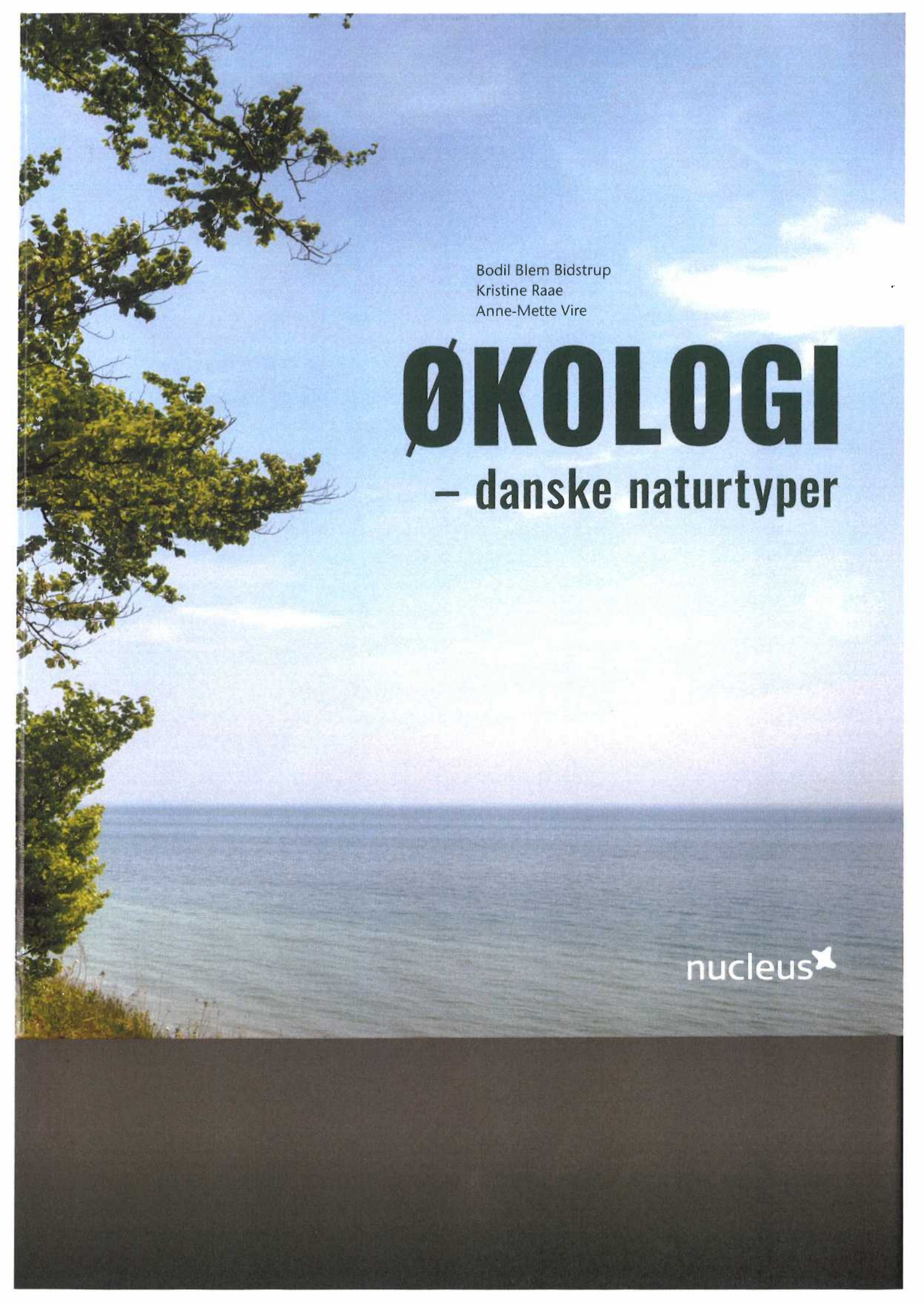


The background of the cover is a photograph of a calm body of water, likely a lake or a wide river, under a clear blue sky with a few wispy clouds. On the left side, the branches and green leaves of a tree are visible, framing the scene. The overall mood is peaceful and natural.

Bodil Blem Bidstrup

Kristine Raae

Anne-Mette Vire

ØKOLOGI

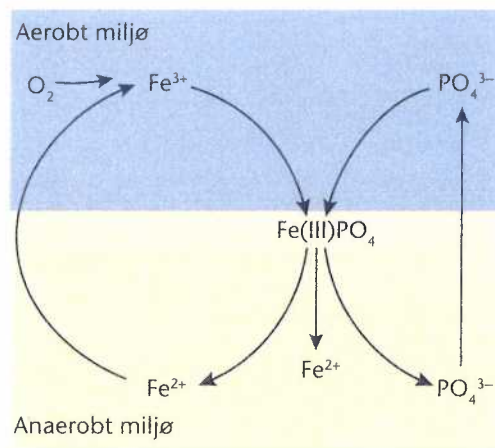
– danske naturtyper

nucleus 

Phosphors kredsløb

Primærproducenter optager phosphor, P, som fosfat, PO_4^{3-} . Det er derfor også af stor betydning for havmiljøet når de kystnære områder tilføres fosfat og organisk phosphor, der efterfølgende kan nedbrydes. Tilførslen sker primært som afstrømning fra marker, via dræn og fra spildevand.

Da det oftest er phosphor eller nitrogen der begrænser plantevæksten, kan tilførsel af phosphor til havet medvirke til øget vækst af primærproducenter, og dermed i det hele taget til en større biologisk produktion i økosystemet. Øget produktion vil også betyde at mere dødt organisk materiale tilføres havbunden. Mikroorganismer nedbryder det organiske materiale, og herved sker en mineralisering hvor uorganisk phosphor i form af fosfat, PO_4^{3-} , frigives. Figur 50 side 52 viser et overblik over P-kredsløbet på land, men princippet i havet er det samme.



Figur 218. Sedimentets binding af fosfat afhænger af iltforholdene ved havbunden.

Fosfat kan optages af primærproducenterne igen, eller det kan bindes til mineraler eller metalforbindelser og på den måde aflejres i havbunden som uorganiske fosfatforbindelser. En stor del af den fosfat der findes i systemet, er derfor ophobet i sedimentet, bundet til fx jern, så der dannes jern(III)fosfat, FePO_4 . Havbunden kan således indeholde en stor pulje af P der er opbygget gennem mange år. Det frigives som PO_4^{3-} når mængden af ilt i sedimentet falder, ofte i løbet af sommeren. For under iltfattige forhold ved bunden vil mikroorganismers aktivitet være medvirkende til at Fe^{3+} omdannes til Fe^{2+} . Det bindes ikke til PO_4^{3-} . Derfor vil sedimentet frigive PO_4^{3-} til vandet, se figur 218. Det er grunden til at der ofte går lang tid før man kan se en virkning af det i havmiljøet, når der laves tiltag for at begrænse tilførslen af phosphor til fx fjorde.

Fosfat kan også bindes til fx calcium, magnesium og aluminiumoxider, og da der her er tale om meget tungtopløselige forbindelser, vil det stort set ikke frigives igen, og det fjernes hermed fra kredsløbet.

Eutrofiering og iltsvind

Vi hører ofte om **iltsvind** i de danske farvande om sommeren – og det har kedelige konsekvenser for økosystemerne. Grunden til iltsvind skal først og fremmest findes i kombinationen af sommervejrr og høje koncentrationer af næringsioner i vandet. Når tilførslen af næringsioner og

organisk materiale til vandmiljøet øges, og det medfører en øget produktion af planktonalger, kaldes det for **eutrofiering**.

Næringsionerne virker som gødning for planktonalger som vokser i antal. Om foråret er den biologiske produktion ofte begrænset af mængden af næringsioner. Derfor vil en øget tilførsel også medføre øget vækst. En stor del af det ekstra organiske materiale der dannes på grund af eutrofiering, synker til bunds i vandsøjlen og ender ved bunden, hvor det nedbrydes af mikroorganismer. Når mængden af næringsioner i vandet øges, vil de mikroorganismer der nedbryder organisk stof og dermed forbruger ilt, typisk få en større betydning i økosystemet.

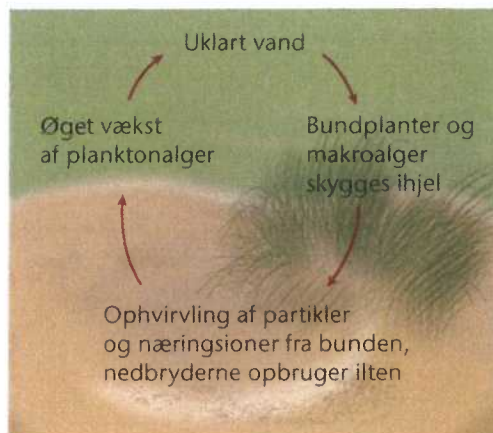
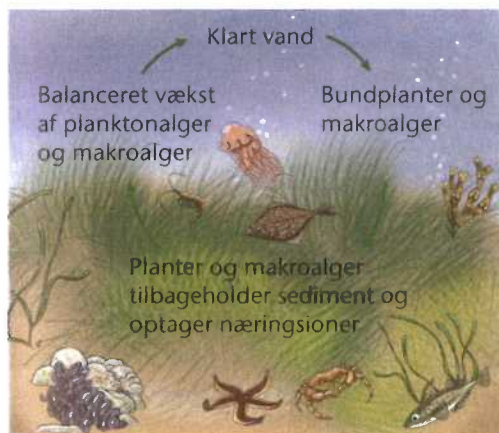
Øget nedbrydning og derfor øget respiration, medfører et større iltforbrug ved bunden og dermed lavere koncentration af ilt i vandet. Det påvirker sammensætningen af de fisk og bunddyr der lever her.

Hvis eutrofieringen er kraftig, vil man oftest se et fald i antallet af arter. Den forøgede vækst af planktonalger medfører også mindre lys til bundplanterne, så dybdegrænsen for deres vækst rykkes ind på lavere vand. Det mindsker antallet af gode gemmesteder for fisk og bunddyr, og samtidig ophører produktionen af ilt fra bundplanternes fotosyntese på de dybder hvor de ikke længere kan vokse.

Samlet set medfører eutrofiering altså dårligere forhold for fisk, bunddyr og bundplanter, se figur 219.

I Danmark defineres det som iltsvind når der er mindre end 4 mg O₂ pr. liter vand. Niveauet mellem 2 og 4 mg pr. liter kaldes moderat iltsvind, og når koncentrationen er under 2 mg pr. liter er der tale om kraftigt iltsvind.

Udover tilførsel af næringsioner til havmiljøet, har de vejrmæssige forhold også stor betydning for i hvor høj grad iltsvind udbredes, og hvor kraftigt det bli-

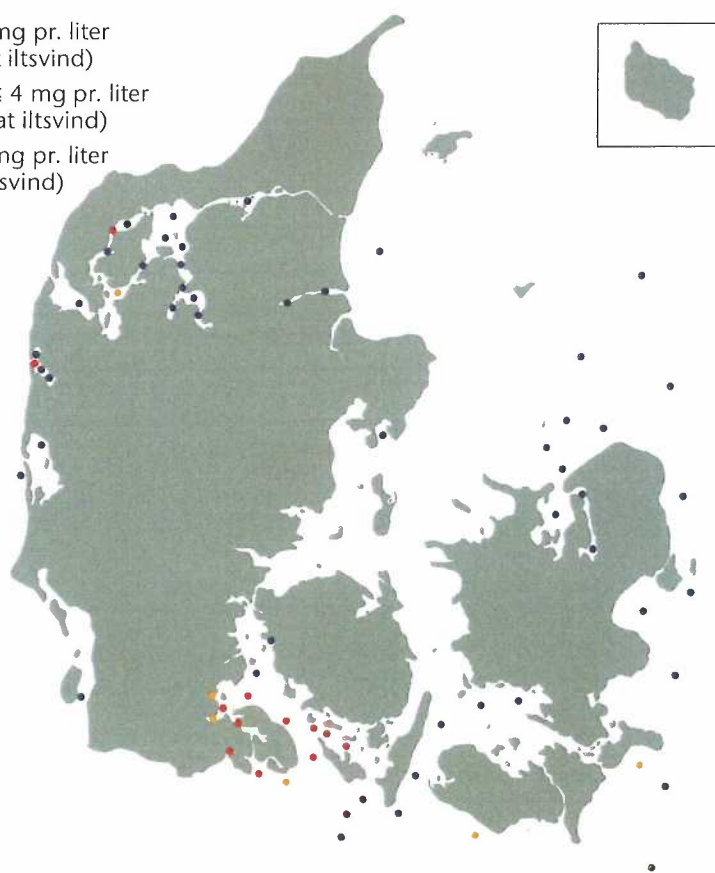


Figur 219. Eutrofieringens betydning for forholdene ved havbunden.

Efter Christensen og Høgslund, 2011.

Figur 220. Iltmålinger foretaget i perioden 18.-28. juli 2022 ved forskellige lokaliteter i de danske havområder. Efter Miljøstyrelsen.

- $O_2 < 2$ mg pr. liter (kraftigt iltsvind)
- $2 < O_2 \leq 4$ mg pr. liter (moderat iltsvind)
- $O_2 > 4$ mg pr. liter (intet iltsvind)



ver. Vind- og strømforhold har stor betydning for iltkoncentrationen i vandet nær bunden da dårlig omrøring og svag strøm mindsker opblanding af vandsøjlen og udskiftning af bundvandet. Det kan derfor føre til en stabilisering af vandsøjlen lagdeling pga. springlag. Derudover har vandtemperaturen også stor betydning, da højere temperatur betyder at vandet kan indeholde mindre ilt og samtidig medfører et større iltforbrug hos dyr og mikroorganismer. Derudover vil en opvarmning af overfladevandet

styrke springlaget, og dermed mindske muligheden for at ilt fra overfladevandet kan tilføres bundvandet.

I sedimentet vil dybden af det øverste iltholdige lag mindskes når iltkoncentrationen i vandet falder. I den iltfrie zone nedenunder kan svovlbakterier nedbryde organisk materiale ved hjælp af sulfat i stedet for ilt. Processen kaldes som tidligere nævnt sulfatrespiration, se side 170. Her dannes blandt andet svovlbrinte som er giftigt for de fleste aerobe organismer. Efterhånden som iltten bruges i det bundnære vand, rykker den iltfrie zone, og dermed dannelsen af svovlbrinte, nærmere overfladen af sedimentet. Hvis der stadig er ilt til stede i vandet, vil der være hvide kemoautotrofe svovlbakterier på overfladen som kan omdanne svovlbrinte til sulfat vha. ilt og danne det såkaldte liglagen. Et liglagen er tegn på rigtig dårlige iltforhold ved havbunden.

Når der ikke er mere ilt tilbage i vandet, dør de hvide svovlbakterier, og svovlbrinten siver op i vandet. Under disse forhold ændres stofomsætningen også så der dannes store mængder methan, CH_4 , i sedimentet. Der kan dannes så meget methan at der frigives gasbobler, der er kraftige nok til at bundmaterialet hvirvles med op. Det kaldes en **bundvending**. På den måde frigives også større mængder svovlbrinte fra sedimentet hvilket medfører at de fleste tilstedeværende bunddyr og fisk dør.

Iltsvind forekommer oftest i månederne fra juli til november, men i nogle kystnære vande kan det opstå tidligere på året, og der ses selvfølgelig store variationer fra år til år. Risikoen for udbredt iltsvind stiger hvis vejret er varmt både forår og sommer og følger efter en regnfuld vinter med stor udvaskning af næringsioner.

Eutrofiering i de danske farvande skaber altså grundlaget for iltsvind, og vejret er afgørende for omfanget af det og for variationerne fra år til år. Opvarmning af havet, som følge af klimaforandringer, vil medvirke til at forstærke udbredelsen af iltsvind.

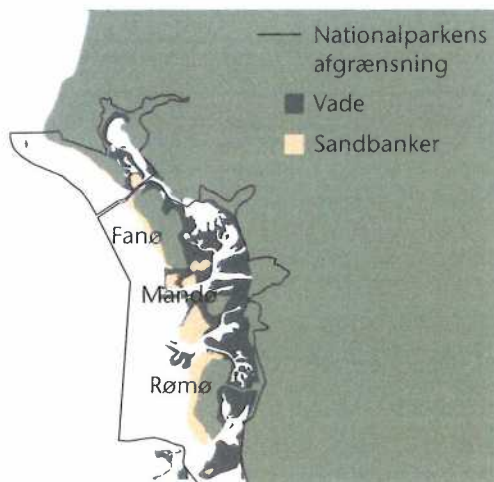
I Danmark overvåges iltforholdene i de danske havområder af Miljøstyrelsen. Overvågningen viser at koncentrationerne af opløste næringsioner med N og P er faldet markant siden slutningen af 80'erne og starten af 90'erne. Det skyldes blandt andet vandmiljøplaner og lignende aktiviteter i vores nabolande, der begrænser udledningen af næringsioner. Men overordnet har indholdet af N og P i havene ikke ændret sig væsentligt de seneste år, og iltsvind er stadig almindeligt i de danske havområder i perioder med varmt og stille vejr. Det indikerer at der fortsat er behov for reduktion i udledningen af næringsioner for at opnå en god miljøtilstand i de danske havområder. Figur 220 viser iltmålinger fra forskellige lokaliteter foretaget i sidste halvdel af juli måned i 2022. Det ses at der allerede

er udbredt iltsvind en del steder, selvom sommeren ikke er slut endnu.

Det danske Vadehav

I Nordsøen findes Vadehavet. Det strækker sig fra Blåvandshuk ved Esbjerg og ned langs Tyskland og Holland. Naturen her er helt anderledes end anden natur vi kender til i Danmark. Den danske del af Vadehavet udgør kun en lille del af det store økosystem og er Danmarks største nationalpark på omkring 1400 km², se figur 221. Her findes også øerne Fanø, Mandø og Rømø.

Vadehavet er et lavvandet og næringsrigt vådområde på overgangen mellem land og hav. Her finder man blandt andet lavvandede havområder, vadeblader og sandbanker. Flere af de naturtyper der findes her, er såkaldte Natura 2000-områder. Det betyder at der er tale om beskyttede naturområder i EU som er bevaringsværdige pga. sjældne, truede eller karakteristiske vilde dyre- og plantearter. Tabellen



Figur 221. Den danske del af Vadehavet.

Figur 222. Tabellen viser arealet af kortlagte marine naturtyper i Vadehavet. Ca. 300 km² mangler at blive kortlagt.
Natura 2000, 2020.

Naturtype	Kortlagt areal, km ²
Sandbanke	448
Åmunding	0,24
Mudder og sandflade blottet ved ebbe	402
Kystlaguner og strandsøer	2,5
Bugter og vige	230

i figur 222 viser de forskellige marine naturtyper der er kortlagt i vadehavsområdet under Natura 2000.

Tidevandet medfører at der er store forskelle på forholdene i økosystemet ved højvande og lavvande. Cirka to gange i døgnet er der så lavvandet at store dele af havbunden tørlægges, og de såkaldte vadeblader kommer til syne, se figur 223. Når tidevandet skyller ind over vaden igen, fører det næringsstoffer og organismer med sig og danner på den måde

grundlaget for et næringsrigt økosystem med en kæmpestor biologisk produktion. Undersøgelser viser da også at brutto-primærproduktionen i Vadehavet er helt oppe på ca. 100 g C pr. m² pr. år, dog med store variationer fra år til år.

På figur 224 ses et eksempel på tidevandsforskelle omkring Mændø tre dage i juli måned. Forskellen på vanddybden mellem højvande og lavvande er her på 1-1,5 meter, hvilket er normalt mange steder i Vadehavet. Men nogle steder kan tidevandsforskellen være endnu større, og hård blæst fra vestlige retninger kan være med til at øge vandstanden yderligere. I ekstreme tilfælde kan det føre til stormflod og risiko for oversvømmelser. De organismer der lever her, skal derfor være tilpasset store ændringer i miljøet omkring dem.

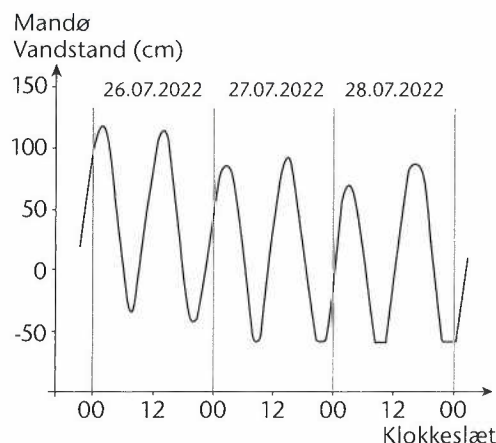
På vaden består primærproducenterne af planktonalger. Især kiselalger har en betydning for den store produktion der fin-

Figur 223. Vadeblader kan ses når tidevandet er så lavt at havbunden afdækkes.



des her. Den tør lagte havbund på vade-
fladerne ved lavvande giver lys og varme
til planktonalgerne og dermed mulighed
for en særlig stor primærproduktion.
Derfor er der et godt grundlag for en stor
artsdiversitet i form af et mangfoldigt
dyreliv og samtidig en kæmpe produktion
af bunddyr som muslinger, orme og
snegle. Her lever blandt andet hjertemus-
linger, østersømuslinger og blåmuslin-
ger, dyndsnegle (*Hydrobia*), hesterejer og
sandorme i stort antal, se figur 225.

Sandorme er meget vigtige for økosyste-
met i Vadehavet. Overalt på vaden ser
man spor efter dem, for der findes ofte
op imod 40-60 sandorme pr. m². De le-
ver gravet ned i sandbunden i et U-formet
rør og indtager sand der passerer gennem
dem, samtidig med at de spiser plankton-



Figur 224. Målte tidevands-
forskelle omkring Mandø tre
tilfældige dage i juli 2022.
Data er fra DMI.

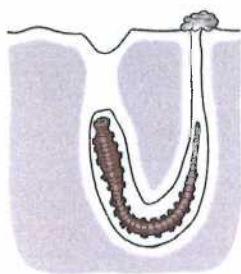
alger og organisk materiale fra sandkor-
nenes overflade.

Sandormene afsætter det rensede sand i
små bunker ved at stikke bagenden ud af
deres beskyttende rør. Det giver fisk mu-



Figur 225. Eksempler på dyr
der er almindelige i Vadehavet.
a. Almindelig hjertemusling
(*Cerastoderma edule*).
b. Sandorm
(*Arenicola marina*).
c. Blåmusling (*Mytilus edulis*).
d. Almindelig hestereje
(*Crangon crangon*).

a



Figur 226.

- a. Sandorm i sit rør. En sandorm kan blive op til 25 cm lang. Sandet er mørkt pga. svovlforbindelser der dannes ved mangel på ilt, men omkring sandormens rør er der mere ilt, og sandet er derfor lysere.
- b. Bunker af rensat sand fra sandorm.

b



lighed for at spise enden af ormen når den stikker op af havbunden. En sandorm kan tåle at miste bagenden mange gange og er derfor vigtig føde for mange af Vadehavets fisk og fiskeyngel. Sandormenes rør fører derudover vand og ilt længere ned i bunden og har derfor stor betydning for hvilke organismer der kan leve her, se figur 226.

Den store biologiske produktion i økosystemet er med til at gøre Vadehavet til et af de vigtigste vådområder for de millioner af trækfugle der passerer hvert år. Fuglene flyver fra syd mod nord om foråret for at yngle – og sensommer/efterår flyver de tilbage igen for at tilbringe vinteren i et varmere klima. Ved Vadehavet gør de ophold for at spise, hvile og skifte fjer hvilket er afgørende for deres mulighed for at flyve den lange tur. Trækfuglene kommer derfor tilbage til området hvert år, og man kan se store flokke af fx vade-fugle og gæs, især forår og vinter.

Der er forskel på hvor langt de forskellige fugle trækker. Nogle af de fugle der trækker længst, er arktiske ynglefugle som islandsk ryle og lille kobbersnepe som kan ses på figur 227. De yngler bl.a. i Si-

a



b



Figur 227.

- a. Islandsk ryle (*Calidris canutus*) er en almindelig trækfugl i Vadehavet hvor den lever af insekter, muslinger m.m. som den spiser fra vadebladen. Den har en størrelse på 23-25 cm og vejer 125-215 gram.
- b. Lille kobbersnepe (*Limosa lapponica*) er en almindelig trækfugl herhjemme. Især ses mange ved Vadehavet om foråret. Den bliver ca. 35-40 cm lang og kan veje fra 280-450 g, hunnerne er betydeligt mindre end hannerne. Lille kobbersnepe lever blandt andet af orme og muslinger.

Begge fugle er vist i yngledragt.

birien og flyver sydpå for at overvintre i Vesteuropa, Middelhavsområdet eller så langt væk som i Afrika.

På de lange flyvture kan trækfuglene tabe op imod en tredjedel af deres vægt, så det er altafgørende at få indtaget føde undervejs. I Vadehavet lever islandsk ryle blandt andet af mindre muslinger og snegle, og en enkelt fugl kan spise 1.000 muslinger om dagen og fordoble sin vægt fra ca. 100 g til ca. 200 g i de uger den er i Vadehavet.

Der findes også indførte arter i Vadehavet som ikke hører naturligt til i den danske natur. Arterne har sjældent naturlige fjender, og hvis de klarer sig så godt at det går ud over andre dyrs eller planters udbredelse, kaldes de invasive arter. Stillehavsøsters (*Magallana gigas*) er en invasiv art i Vadehavet. Den er indført af mennesker og er set første gang i Vadehavet i midten af 1990'erne. I dag er

den almindelig her. Den vokser blandt andet på blåmuslingebanker og kan dermed have negative konsekvenser for antallet af blåmuslinger, og derfor også for de fugle der lever af dem. Fugle som fx strandskader og edderfugle (*Somateria mollissima*) lever af blåmuslinger, men de har svært ved at æde stillehavsøsters fordi skallerne er så store og tykke. På figur 228 ses en strandskade der spiser en blåmusling.

Vadehavet har også stor betydning for fiskebestandene i Danmark da fx mange fladfisk yngler her, og fiskeyngel bliver her i deres første levetid inden de svømmer ud i Nordsøen. Derudover lever der også havpattedyr som sæler og marsvin.



Figur 228. Strandskade (*Hematopus ostralegus*) der spiser en blåmusling. Da blåmuslingen blandt andet lever af planktonalger som den filtrerer fra vandet, er der her tale om en del af en græsningsfødekæde.

Klimaforandringerne påvirker havet

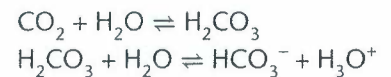
Stigende koncentrationer af drivhusgasser i atmosfæren og de stigende temperaturer som det medfører, har stor betydning for havene. Blandt andet bevirker det at vandstanden stiger, både globalt og ved de danske kyster. Vandstanden stiger fordi havvandet udvider sig når det bliver opvarmet, og fordi de stigende temperaturer får is på kloden til at smelte, fx indlandsisen i Grønland og Antarktis, se figur 229. Forudsigelser blandt andet fra FN's klimapanel, tyder på at vandstanden i havene frem mod år 2100 vil stige op mod 1 meter og måske endnu mere, afhængigt af hvor meget der bliver gjort for at formindske udledningen af drivhusgasser i de kommende år.

Figur 229. Stigende globale temperaturer får is på kloden til at smelte, som fx her i Antarktis.



Klimaændringer vil også betyde mere regn og dermed at mere ferskvand tilføres havene, og det vil blandt andet få stor betydning i Østersøen hvor saliniteten i forvejen er lav. Mere regn kan derudover betyde udvaskning af flere næringsioner og dermed større mængder planktonalger og øget risiko for iltvind ved bunden.

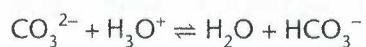
Når koncentrationen af CO_2 i atmosfæren stiger, kan det også påvirke pH-værdien i havene fordi CO_2 kan opløses i vand. Her reagerer størstedelen af CO_2 med vand og danner carbonsyre, H_2CO_3 . Dannelse af carbonsyre medfører, at der sker en forsurening af havene fordi carbonsyre reagerer med vand og danner hydrogencarbonat (HCO_3^-) og oxonium (H_3O^+). Sidstnævnte er en stærk syre:



Da der er kemisk ligevægt mellem CO_2 i atmosfæren og CO_2 i havet, betyder det at en stigning i CO_2 -koncentrationen i atmosfæren medfører, at der optages ekstra CO_2 i havene, og derfor sænkes pH-værdien i vandet.

Forsuringen har stor betydning for dyr der danner kalk, som fx muslinger og krebsdyr. Grunden er at syre i vandet reagerer med carbonat, CO_3^{2-} , som er en

vigtig del af kalk, da kalk består af calcium-carbonat, CaCO_3 :



pH-værdien har, som andre abiotiske faktorer, også betydning for de andre organismer der lever i et økosystem, fx fordi pH-værdien påvirker aktiviteten af livsvigtige enzymer.

Ændringer i abiotiske faktorer som stigende havtemperaturer, ændringer i salinitet, forsurening m.m., har betydning for hvilke arter der kan leve hvor. Hermed påvirkes artssammensætningen og biodiversiteten i de danske have. Så selvom det er usikkert præcis hvilke ændringer der vil ske, er det sikkert at der sker ændringer.

Herhjemme ser vi eksempler på fiskearter der er i tilbagegang, formentlig på grund af klimaændringer. Det drejer sig blandt andet om tobis (*Ammodytes tobianus*), da stigning i havtemperaturer har betydning for de vandlopper som er en vigtig del af fiskenes føde. Også antallet af danske torsk er under pres, blandt andet fordi der sker ændringer i nogle af torskens vigtige gydeområder i Østersøen. Vandet bliver varmere og mere ferskt – og torsk lever af tobis.

Når balancen i økosystemerne forstyrres, og det medfører tilbagegang for visse fisk,

forplanter det sig til andre dyr. Et eksempel er de mange døde havfugle der i februar 2022 skyllede i land på Fanø. Det drejer sig blandt om lomvier der er døde af sult. Fuglene er afhængige af at spise småfisk som tobis, se figur 230. Så hvis vandlopper klarer sig dårligt ved stigende havtemperaturer, påvirkes mange havfugle også.

Samtidig med at nogle fiskearter er i tilbagegang, indvandrer nye arter fra mere sydlige egne. Så samlet set er fiskebiodiversiteten i de danske have ikke faldet, men sammensætningen af arter er ændret. Og på længere sigt er det ikke til at vide hvilke ændringer det kan forårsage andre steder i økosystemerne.



Figur 230. Lomvie (*Uria aalge*) der spiser en tobis.

Havet som resurse

I Danmark har vi en lang kystlinje, og havet har da også altid været en vigtig kilde til føde, først og fremmest ved fangst af fisk og skaldyr. Men havet rummer også andre muligheder som fx dyrkning af råvarer og biomasse til energiproduktion, så havet er en vigtig resurse. Samtidig skal vi være opmærksomme på at udnytte havet på en måde der ikke har for mange negative konsekvenser for havmiljøet.

Fiskeri

I Danmark foregår en stor del af fiskeriet langs den jyske vestkyst hvor fisk som torsk, rødspætter, sild og tobis fra Nordsøen landes. Men der fiskes også i Skagerrak og Kattegat hvor blandt andet skaldyr som rejer (*Caridea*) og jomfruhummer (*Nephrops norvegicus*) kan fanges. I Østersøen har fangst af torsk tidligere haft stor betydning, men de seneste år har torsken været i kraftig tilbagegang

her. I danske fiskerihavne blev der særlig set landet 940.000 tons fisk i 2020 til en værdi af ca. 3.5 mia. danske kroner. Fiskeri er dermed et vigtigt erhverv for dansk økonomi.

En stor del af det danske fiskeri foregår ved hjælp af trawl. Et trawl er et stort net som slæbes efter kutteren. Det kan være et bundtrawl der slæbes henover havbunden, eller et flydetrawl som flyder i vandet for at fange fritsvømmende fiskearter. Fiskeri med bundtrawl giver problemer i havmiljøet da det forstyrrer det naturlige bunddyrssamfund. I nogle områder som Øresund hvor fiskeri med trawl har været forbudt siden 1932, ser man da også en større biodiversitet end i tilsvarende områder hvor der er fisket med trawl.

Fisk til fødevarer kan også opdrættes i havbrug. Det er store net i havet hvor fisk sættes ud, se figur 231. I Danmark er det først og fremmest tale om havbrug med regnbueørred (*Oncorhynchus mykiss*), der udsættes som små i april og vokser sig store til omkring oktober. Produktion af fisk i havbrug påvirker havmiljøet fordi der tilføres store mængder N og P fra fiskenes foder og ekskrementer. På den måde kan havbrug med til at øge eutrofieringen i det danske havmiljø. Desuden tilføres miljøfremmede stoffer som fx medicinrester. De er derfor også omfattet af miljøbeskyttelsesloven og skal godkendes inden de oprettes eller ændres. For havmiljøet vil det dog være mere gavnligt med fiskeopdræt i såkaldte saltvandsdambrug, dvs. opdræt i bassiner på land med saltvand.

Figur 231. Havbrug. I Danmark opdrættes især regnbueørred.



da det giver mulighed for at rense vandet inden det ledes tilbage til havet.

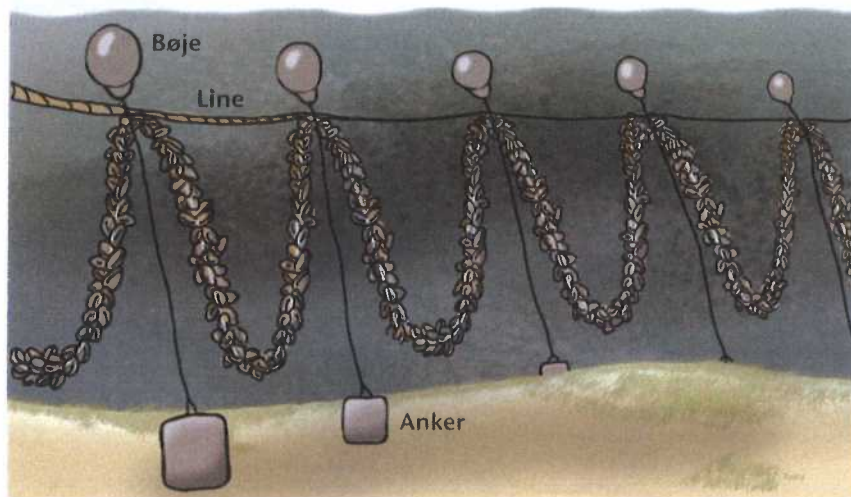
Opdræt af muslinger

I de danske farvande er der også opdræt af muslinger samt dyrkning og høst af tang. Det er nyere former for produktion af fødevarer i havet. Interessen for opdræt af blåmuslinger og østers (*Ostrea*) er steget voldsomt de seneste 20 år, fx i Limfjorden. Blåmuslinger kan opdrættes i vand-søjlen på liner hvor muslingelarverne let kan sætte sig fast og vokse sig store, se figur 232. De lever af at filtrere havvandet for planktonalger, og der tilføres derfor ikke foder når muslinger opdrættes på denne måde. Undersøgelser tyder da også på at det er mere skånsomt for havmiljøet end muslingefiskeri.

Dyrkning af tang

Dyrkning og høst af tang i de danske farvande har sandsynligvis også potentiale i fremtiden, men det er stadig et ret nyt fænomen.

Vi kender allerede til brugen af tang som fødevarer fra andre dele af verden, især fra Asien. Men i Danmark er vi også så småt i gang med at introducere tang i kosten. Man finder fx tang i kosttilskud eller som tilsætningsstoffer der regulerer konsistensen i varer som kakaomælk og is. Men anvendelsen af tang åbner også muligheder for nye former for plantebaserede fødevarer. Man ser da også så småt brug af tang til fx tangchips, pesto m.m., og en dansk virksomhed har slået sig op på at lave 'kaviar' ud af tang.



Med tang menes makroalger. I Danmark vokser flere hundreder arter af makroalger, men vi dyrker og høster først og fremmest nogle enkelte arter som sukkertang, søsalat og søl (*Palmaria palmata*).

Tang indeholder blandt andet vitaminer og mineraler, fibre, sunde umættede fedtsyrer og derudover ikke så mange kalorier. Så tang er sundt. Smagen varierer meget mellem arter, men nogle arter, som fx søl – en rødalge – har kraftig umami-smag hvilket tilfører en vigtig egenskab til fx fødevarer uden kød. Figur 233 side 184 viser brunalgen sukkertang og dens indholdsstoffer.

Man skal dog være opmærksom på at nogle arter af tang, inkl. sukkertang, indeholder relativt store mængder af iod, arsen og cadmium. Men danske under-

Figur 232. Muslinger kan opdrættes på liner i havet.

Figur 233. Energiindhold og indhold af næringsstoffer i sukkertang.



	Indhold
Energi	1003 kJ pr. 100 g tørvægt
Fedt	1 %
Protein	5 % De 5 % kan i løbet af sæsonen stige
Carbohydrater	35 %
Kostfibre	38 %
Salt	4 %
Rest	17 %

søgelser af tang der har vokset i rent vand viser, at de normalt ikke overskrider gældende grænseværdier. Stoffer som iod og arsen kan fjernes ved tilberedning.

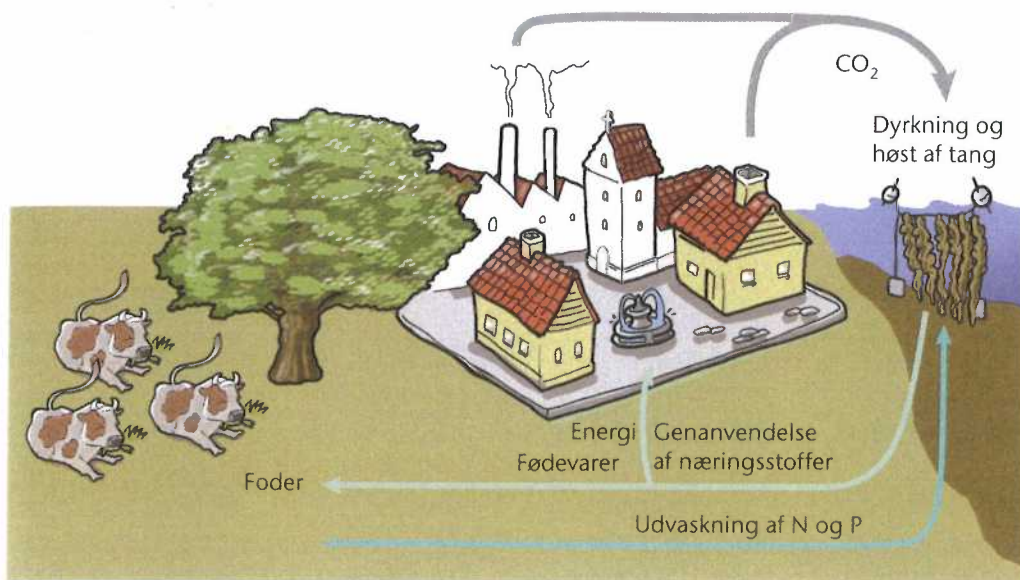
Det er også oplagt at dyrkning og høst af tang kan være interessant i fremtiden til andre formål, blandt andet som klimavenligt dyrefoder. Der er dog forskellige udfordringer da tang har højt indhold af vand og kort holdbarhed, hvis ikke det konserveres. Derudover har man stadig begrænset viden om ernæringsværdien af de polysaccharider som de forskellige

tangarter indeholder. Så man må forvente at der er lidt vej endnu, før tang bliver udbredt som foder i den danske husdyrproduktion. Der forskes derudover i at anvende tang til produktion af bioethanol som et klimavenligt brændstof.

En vigtig grund til at have fokus på dyrkning og høst af tang er, at det også kan være med til at afhjælpe problemer med eutrofiering langs de danske kyster. I de kystnære områder tilføres næringsioner som nitrat, NO_3^- , og phosphat, PO_4^{3-} , til havet fra landjorden. Dyrkning af tang kan derfor foretages uden yderligere gødning. Tangplanterne optager næringsioner fra vandet når de vokser, og hvis de høstes vil store mængder N og P blive fjernet fra økosystemet.

Samtidig laver tang ligesom andre planter fotosyntese og optager dermed CO_2 og HCO_3^- fra vandet. De kan derfor være med til at modvirke noget af den forurening vi ser i havene på grund af den øgede mængde CO_2 i atmosfæren. Figur 234 giver et overblik over hvordan tang kan optage stoffer som dermed igen kan anvendes.

Undersøgelser viser at dyrkning og høst af sukkertang årligt kan optage næringsioner fra vandet svarende til op til 45 kg nitrogen og 3 kg phosphor samt 2 ton CO_2 pr. hektar. Hvis produkter baseret på sukkertang så samtidig kan erstatte andre produkter med et større klimaaftryk, vil det være ekstra gavnligt.



Figur 234. Makroalger kan optage CO₂ og udvaskede næringsioner som derved indbygges i makroalgernes biomasse. På den måde kan stoffer der ellers kunne have negativ effekt på havmiljøet, indbygges i biomasse som kan anvendes til fx fødevarer og dyrefoder.

Men hvis dyrkning af tang skal bidrage væsentligt til at gavne havmiljøet og modvirke klimaforandringer i havene, skal der dyrkes meget mere tang i Danmark i fremtiden.

ØKOLOGI

– danske naturtyper

Bogen er rettet mod de gymnasiale uddannelsers A- og B-niveau i biologi.

Indhold:

- Grundbegreber i økologi
- Skove
- Søer
- Vandløb
- Havet
- Populationsbiologi
- Økotoksikologi

nucleus 

