



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

GRØNT INDBLIK

ÅRSBERETNING 2025

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Titel	Grønt indblik, Årsberetning 2025
Udgiver	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi®
URL	dce.au.dk
Udgivelsesår	2026
Redaktion afsluttet	Maj
Redaktion	Kirsten Bang
Skribenter	Michael Strangholt Kirsten Bang
Bidrag fra	Jeppe Kyhne Knudsen Janni True Hansen
Design og layout	Digisource, Viborg
Tryk	Digisource, Viborg
Forside	Plantebestemmelseskursus på kalkoverdrev ved Fejrup på Helgenæs med myriader af blomstrende hulkravet kodriver i forgrunden. Foto: Peter Wind
Sideantal	52
Internetversion	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DCE's hjemmeside dce.au.dk/udgivelser

4	FORORD	
6	TVÆRGÅENDE AKTIVITETER	
	Aarhus Universitet på Naturmødet 2025 – og 2026	6
	Den grønne viden bag Treparten	8
10	ARTER OG TERRESTRISK NATUR	
	Danmark mister fortsat biodiversitet	10
	Sådan måles naturens vildskab	12
	Halvdelen af Danmarks ynglefugle i tilbagegang	13
	Fagligt grundlag skal hjælpe borgere og myndigheder med at håndtere ulve	14
	Lyden af flagermus og hvorfor man nogle gange må fange en flagermus for at overvåge den	16
18	SØER, VANDLØB OG OPLAND	
	Nyt retentionskort: Når kvælstof får en "ruteplan" gennem landskabet.	18
	Fosfor koster både natur og kroner	20
22	HAV OG FJORDE	
	Tidligt varsel om et presset havmiljø	22
	Sukkertang kan blive en forretning med kvælstofgevinst for havet	24
	Overvågning af lavfrekvent undervandsstøj i danske havområder – et slags "støjregnskab" for havet	26
	Marsvin ved Taarbæk Rev: 10 lyttestationer og et naturgenopretningsprojekt med før/under/efter-design	27
28	ARKTISK NATUR, MILJØ OG KLIMA	
	Havet gemmer på fremtidig kviksølvforurening i Arktis	28
	Tang, Arktis og klima – drivende tang fra Grønland ender som kulstoflager	29
	Fugle på vej til Arktis kan endnu følge med klimaforandringerne	30
	Supertilpassede alger kan fremskynde afsmeltningen af indlandsisen	32
34	RÅSTOFUDNYTTELSE I GRØNLAND	
	DCE skal rådgive de grønlandske myndigheder i yderligere fem år.	34
36	LUFTKVALITET, DEPOSITION OG MODELLERING	
	Sundhedsskadelige partikler i luften er mere end halveret siden 2010.	36
	AI supercomputer skal accelerere udviklingen af automatiske pollenmålinger	37
38	EMISSIONSOPGØRELSER FOR LUFTFORURENING OG KLIMAGASSER	
	Havnens el bliver et klimatiltag med målbare effekter	38
	Nye tal for landbrugets klimaudledninger	40
	Klimaindsatsen får "pixelopløsning"	41
42	KEMI OG BIOTEKNOLOGI	
	Nyt PFAS-center	42
	Kan PFAS og mikroplast i spildevandsslam påvirke dyr og planter i jorden?	43
	PFAS under lup i fugle og hjortevildt	44
	Din shampoo, balsam og sæbe kan være giftig for smådyr i vandet	46
48	SAMFUND, MILJØ OG RESSOURCER	
	Hvad koster det at rense drikkevand for PFAS og pesticider – og hvilke løsninger virker i praksis?	48
50	NØGLETAL	

Velkommen til Grønt Indblik.

Fra flagermus og fosfor til kviksløv og karplanter holder vi hver dag øje med miljø og natur. Nu kan du læse om udvalgte historier fra den forskningsbaserede rådgivning om den danske og arktiske natur i 2025.

Hos DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet varetager vi den forskningsbaserede rådgivning af danske myndigheder og andre interessenter på områderne natur, miljø, klima og energi.

Vores forskningsbaserede rådgivning sker i form af notater og videnskabelige og tekniske rapporter til ministerier, øvrige myndigheder, Grønlands Selvstyre, EU og private virksomheder og organisationer.

Det betyder blandt andet, at den Grønne Trepert i stor udstrækning hviler på den forskning og rådgivning, som universitetet yder for de danske myndigheder. Noget af dette arbejde kan du også læse om her i Grønt Indblik 2025.

Rådgivningen fra DCE er baseret på primært det videnskabelige arbejde, som medarbejderne ved institutterne Miljøvidenskab og Ecoscience udfører. Som det første universitet i Europa udføres den forskningsbaserede rådgivning fra DCE – og på fødevarer- og landbrugsområdet fra DCA – ved Aarhus Universitet under et ISO 9001-certificeret kvalitetsledelsessystem.

I DCE leverer vi viden og rådgivning om alt fra insekter, skove og marsvin til iltsvind i havet, miljøfarlige forurenende stoffer og luftforurening.

Og vi lægger rådgivningen frem, så alle kan følge med i vores arbejde. Både når det gælder den forskningsmæssige kvalitet bag rådgivningen, og hvordan og hvem, som har kommenteret på forskernes arbejde i processen.

Denne åbenhed er central, når enten vi overvåger ulve, opgør kvælstofudledninger til havet eller håndterer Den Danske Rødliste over truede arter. For den viden vi leverer, danner baggrund for vigtige beslutninger i samfundet, som har betydning for vores miljø og natur.

Derfor vil vi gerne nå endnu længere ud med den videnskabelige baggrund for, hvordan man fx kan forvalte naturen på naturens præmisser. Og derfor kan du møde os her i bladet, i pressen, online og ikke mindst på årets Naturmøde i Hirtshals.

Hvis du er nysgerrig efter mere viden om natur og miljø, kan du besøge vores hjemmeside www.dce.au.dk eller tilmelde dig DCE's Nyhedsbrev "Nyt fra DCE" for at følge med i vores arbejde.

God læselyst!

Maria Sommer Holtze
Direktør

Tilmeld
dig DCE's
Nyhedsbrev
"Nyt fra DCE"



Aarhus Universitet på Naturmødet 2025 – og 2026



AU på Naturmødet 2025.
Fotos: Michael Strangholt

I 2025 var det første gang, at AU med egen scene kunne byde de mange gæster på Naturmødet ind til foredrag, debatter, små forsøgsopstillinger, quiz, kreaværksted – og en udstoppet moskusokse.

Gennem en lang række indslag på årets Naturmøde i Hirtshals satte Aarhus Universitet et markant aftryk på den forskningsbaserede vidensdeling for at sikre en fælles indsats for natur og miljø.

Naturmødet i Hirtshals er et folkemøde i stil med Folkemødet på Bornholm – blot med den forskel, at alle debatter, foredrag, aktiviteter og stande handler om, hvordan vi kan passe på naturen. Arrangørerne vurderer, at der var omkring 30.000 gæster forbi Naturmødet i 2025.

Alle tre dage på Naturmødet var der fuldt program i AU-teltet. Blandt dem, der holdt foredrag for fyldte sale, var professor Rasmus Ejrnæs, der talte om biodiversitet, mens professor Peter Sunde senere kunne fortælle om de seneste tal for ulven i Danmark, og derudover en lang række yngre forskere og ph.d.-studerende.

De mange besøgende fandt også ind i AU's telt, som ofte var så propfyldt, at folk måtte stå udenfor teltet og lytte med, når forskerne fra AU's to fakulteter Natural Sciences og Technical Sciences fortalte om deres forskning.

Som hovedarrangør på femten indslag indtog Aarhus Universitet en stor del af de i alt ca. 70 indslag på Naturmødets hovedscener i løbet af de tre dage Naturmødet afvikledes.

Indlæggene fra AU dykkede ned i de nyeste forskningsresultater og innovative løsninger på de store udfordringer inden for klima, biodiversitet og bæredygtighed, og målet var at inspirere både landets politikere, fagfolk og naturentusiaster. Indslagene omfattede alt fra foredrag og debatter til workshops og interaktive aktiviteter.

På årets Naturmøde har Aarhus Universitet i lighed med 2025 sikret sig muligheden for at have en fælles stand, hvor kollegaer på tværs af institutter fra Ecoscience, Biologi, Agroøkologi, Miljøvidenskab, Husdyr- og Veterinærvidenskab samt DCE kan præsentere en bred vifte af den forskning, der sker på Aarhus Universitet. Standen er designet som et inspirerende mødested, hvor der vil være massevis af spændende oplæg, debatter, udstillinger, samtaler og aktiviteter.

Med en samlet indsats på Naturmødet ønsker vi at gentage succesen fra 2025 og tiltrække et stort og mangfoldigt publikum, der gerne vil blive klogere på, hvordan vores forskning kan hjælpe med at løse aktuelle miljømæssige udfordringer.

Målet med den fælles stand er at give et samlet og nuanceret billede af den vigtige forskning, der foregår på tværs af AU's institutter, og samtidig skabe et unikt samlingspunkt, hvor både besøgende og kollegaer kan mødes og blive inspireret.

Hos Aarhus Universitet brænder vi for at formidle den nyeste viden og skabe dialog om, hvordan vi bedst beskytter og forvalter vores natur. Vi delte eksperternes passion og resultater med store og små besøgende på Naturmødet 2025 – og håber, at vi atter i 2026 kan få nogle dage fyldt med inspiration, læring og grundlaget for nye samarbejdsmuligheder.



Den grønne viden bag Treparten

Den grønne trepartsaftale sigter mod at tage 350.000 hektar landbrugsjord ud af drift, genoprette vådområder og plante skove. Med en investering på 43 milliarder kroner er aftalen designet til at reducere kvælstofudledning og forbedre vandmiljøet.

Inden udgangen af 2025 skulle alle landets kommuner komme med deres bud på, hvilke arealer, der kunne tages ud hos netop dem for at leve op til Aftale om et Grønt Danmark. For at finde ud af hvilke områder der ville give den største effekt i forhold til kvælstofudledning, stillede DCE og en række andre fra Aarhus Universitet både teoretisk og praktisk viden og ikke mindst konkret rådgivning til rådighed for de lokale treparter.

Kvælstof, der udvaskes fra landbrugsjord, transporteres via dræn og grundvand til vandløb, søer og videre ud i havet. Undervejs sker en naturlig proces, hvor en betydelig del af kvælstoffet – særligt nitrat – tilbageholdes eller omdannes til luftformigt kvælstof og forsvinder fra vandmiljøet. Denne proces kaldes "kvælstofretention" og varierer betydeligt fra sted til sted afhængigt af landskabets og jordbundens egenskaber.

Sammen med GEUS udviklede DCE-forskerne i 2025 et såkaldt retentionskort over hele Danmark, så man kan se, hvor meget kvælstof, der bliver tilbageholdt i hvilke områder. På den måde kunne forhandlere i treparterne og deres embedsfolk se, hvor i landskabet kvælstof naturligt tilbageholdes eller fjernes, så indsatser mod kvælstofudledning kan målrettes bedst muligt. Læs mere om retentionskortet på side 18.

I en så stor omlægning af de danske arealer, var det naturligt for kommunerne at se på, om der også var gevinster i form af klimatilpasning og biodiversitet. Til det formål anvendte en række kommuner DCE til at kortlægge potentialerne i forskellige områder.

I eksempelvis Roskilde Kommune lavede DCE en undersøgelse af potentialet for kvælstofretention i kombination med mulige effekter for klimagasudledninger, reduktion af fosfortab og dyre- og planteliv.

Undersøgelserne viste, at Roskilde Kommune kan reducere udledningen af kvælstof til Roskilde Fjord med op til 56 ton om året ved at tage landbrugsjord ud af drift i fem konkrete områder omkring Gundsømagle Sø, Himmelev Skov, Boserupkilen, Gadstrup Skov samt Værebros Ådal og Guldysse Skov.

Samtidig inddrog forskerne områdernes nærhed til eksisterende højværdinatur – områder med høj biodiversitet, kortlagt via en såkaldt HNV-indikator. Ved at omlægge marker, som grænser op til sådanne naturarealer, kan Roskilde Kommune udvide sammenhængende naturområder og skabe bedre levesteder for dyr og planter.

Forskerne pegede samtidig på synergi med grundvandsbeskyttelse. Mange af de oplagte arealer for udtagning ligger i områder, hvor regnvand siver ned og bliver til drikkevand, eller tæt på vandværksboringer. Mindre gødskning her vil mindske risikoen for forurening af grundvandet.

For at sikre, at den grønne trepartsaftale bliver implementeret bedst muligt, lancerede Aarhus Universitet desuden kurset "Implementering af den grønne trepartsaftale" i samarbejde med GEUS.

Kurset, som er udviklet i samarbejde mellem AU Cetera, tre fakulteter på Aarhus Universitet og GEUS, kombinerer forskningsbaseret viden med praktiske løsninger på udfordringer i forbindelse med den store nye arealomlægning. Her samles førende forskere og eksperter for at klæde kommunale medarbejdere på til en af de største planlægningsopgaver i nyere tid, og kurset blev da også overtegnet ad flere omgange.

Anvendelse:

Planlægningsværktøj for de lokale grønne treparter.



Udgivelser:

Andersen, H. E. 2025. Arealudtagning i Roskilde Kommune i forhold til Aftale om et Grønt Danmark. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 30s. - Teknisk rapport nr. 355



Højberg, A. L., Thodsen, H., Børgesen, C. D. (Ed.), Andersen, A. H., Andersen, L. T., Audet, J., Bach, E. O., Christiansen, D. T., Christiansen, D. A., Tirado Conde, J., Falk, F. A., Frederiksen, R. R., Giannini-Kurina, F., Gudbjerg, J., Hansen, B., Henri, C. V., Henriksen, E. S., Hermansen, N., Hoffmann, C. C., ... Aamand, J. (2025). National kvælstofmodel - version 2025. Udvikling af nye kvælstofretentionskort. Metoderapport. GEUS. Særudgivelse



Danmark mister fortsat biodiversitet

Mygblomst, bred vandkalv og hasselmus er sammen med skove, klitter, søer og marine rev dele af en samlet vurdering af status for den danske natur.

Danmark har i 2025 rapporteret til EU om bevaringsstatus for de naturtyper og arter, som er beskyttet af EU's Habitatdirektiv. Data skal indrapporteres hvert sjette år, og disse er baseret på data fra det nationale overvågningsprogram, der bliver analyseret og vurderet af forskere fra DCE.

I en samlet rapport – *Bevaringsstatus for naturtyper og arter 2025 - Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering* – giver forskerne et kort koncentrat af de fremsendte vurderinger til EU-kommissionen.

I rapporten foretager forskerne en vurdering af, om status for de beskyttede arter og naturtyper er gunstig, moderat ugunstig, stærkt ugunstig eller ukendt – altså i praksis en vurdering af, hvorvidt naturen "har det godt nok". Statuskategorierne er fastsat på basis af fire elementer: Udbredelse, areal /bestandsstørrelse, habitatkvalitet og fremtidsudsigter. Rapporten viser, at 93 procent af naturtyperne og 56 procent af arterne er i ugunstig bevaringsstatus og kun fem procent af naturtyperne og 18 procent af arterne har opnået gunstig bevaringsstatus. Det vurderes endvidere, at der har været en tilbagegang i bevaringsstatus for halvdelen af naturtyperne og for 17 % af arterne i den seneste 12 års periode.

For 11 % af naturtyperne vurderes der at være en positiv udvikling i bevaringsstatus og udviklingen i bevaringsstatus er stabiliseret for 36 %. For arterne er udviklingen i bevaringsstatus ukendt for hele 43 % af arterne, og der er en positiv udvikling for 15 % og stabil tilstand i de seneste 12 år for 25 %. Det betyder, at for 47 % af naturtyperne og for 40 % af arterne sker der enten ikke en yderligere forværring i bevaringsstatus eller i nogle tilfælde en forbedring fra deres hidtidige bevaringsstatus.

Samlet konkluderes, at det generelt ikke er lykkedes at forbedre arternes og naturtypernes bevaringsstatus på trods af tre runder med de danske Natura 2000-planer over de seneste 20 år.

En del af forklaringen på arternes ugunstige bevaringsstatus skal findes i utilstrækkelige bestandsstørrelser og manglen på levesteder af god kvalitet som følge af en række menneskeskabte påvirkningsfaktorer, eksempelvis fiskeri/bifangst og miljøfremmede stoffers påvirkning af forplantningsevne.

Der er 60 habitatnaturtyper i Danmark og rapporteringen peger på, at det største problem for disse er, at tilstanden på naturarealerne er for ringe, og for landjordens naturtyper, skovene, moserne, hederne og klitterne, er hovedårsagerne til dette:

1. Mangel på store græssende dyr medfører, at naturtyper gror til. Skovene bliver mørke og skyggede, og de lysåbne naturtyper vokser til med høje urter, buske og træer.
2. Næringsstofbelastning fra luften og vandet medfører, at små plantearter og deres tilknyttede insekter går tilbage. Mange steder skyldes eutrofieringen den historiske arealanvendelse, men en del steder sker der fortsat en skadelig tilførsel af næringsstoffer fra landbruget.
3. Afvanding, der påvirker tilstanden af de våde økosystemer, som mister deres typiske arter.
4. Der mangler store træer og dødt ved i skovene. Selvom vi har fået mere urørt skov i Danmark, er der stadigvæk lang vej til mere naturlige skove med gamle træer og dødt ved i mængder, som kan understøtte mangfoldigheden af insekter og svampe i skovene.

Artikel 17 rapporteringens status over tilstand og udvikling og forskernes vurderinger af hvilke trusler, der hindrer gunstig bevaringsstatus for arterne og naturtyperne, kan bruges som afsæt til at prioritere indsatsen i den kommende naturgenopretningsplan: Hvor er presset på naturen størst, hvor er der fremgang, og hvor er indsatsen utilstrækkelig? Dermed bliver statusvurderingerne et redskab til prioritering og handling, så tilbagegangen af Danmarks biodiversitet kan standses og vendes til fremgang.

Klokkefrø. Foto: Christian Kjær
Brunflagermus. Foto: Morten Elmeros
Mygblomst. Foto: Jesper Moeslund
Hængesæk. Foto: Peter Wind
Gråsæl. Foto: Anders Galatius

Anvendelse:

Prioritering af naturindsats og dokumentation af udvikling over tid.



Udgivelse:

Fredshavn J., Nygaard B., Ejrnæs R., Johansson L.S., Dahl K., Christensen J.P.A., Kjær C., Elmeros M., Mortensen R.M., Møller J.D., Heldbjerg H., Sveegaard S., Galatius A., Brunbjerg A.K., Boel M., Strandberg M.T., Hanse R.R., Alnøe A.B. 2025. Bevaringsstatus for naturtyper og arter – 2025. Habitatdirektivets Artikel 17-rapportering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 51 s. Videnskabelig rapport nr. 673



Sådan måles naturens vildskab

Mange nye naturprojekter har i højere grad en målsætning om at understøtte en vildere natur frem for at genoprette bestemte historiske økosystemer og artsammensætninger. Samtidig er der i højere grad, især internationalt, fokus på en arealbaseret naturbeskyttelse. Det stiller nye krav til overvågningsmetoderne, som nu skal bevæge sig fra alene at overvåge arter og strukturer til også at dokumentere udfoldelsen af de naturlige processer i økosystemerne.

I vilde naturområder repræsenterer de naturlige processer alle de interaktioner, der er mellem arterne indbyrdes, og mellem arterne og det miljø de lever i.

Vigtige processer er for eksempel det hydrologiske kredsløb, fra regnvandet siver gennem jorden til grundvandet og dernæst strømmer ud i landskabets lavbundsområder, siver gennem moser og kildevæld og strømmer gennem vandløbet ud i søer, fjorde og havområder.

Andre vigtige processer er planternes vækst og nedbrydning, stormfald og brande, havets erosion af kysten med oversvømmelser og sandflugt, og de store plantecæderes græsning på urter, buske og træer.

Natur overvåges ofte med fokus på arter og strukturer, blandt andet fordi det passer til Natura 2000-rapporteringen. Men når naturprojekter i stigende grad sigter mod "vildere natur", bliver processer som dynamik, forstyrrelse, dødt ved, hydrologi og græsning centrale – og de er i dag ofte underdokumenterede.

Hvis målet er mere vild natur, er det ikke nok at tælle arter. Man skal også kunne beskrive, om de naturlige processer – dem der skaber livsgrundlaget – faktisk får plads.

DCE udgav i 2025 en række rådgivningsrapporter, ligesom forskerne på DCE står bag opdatering af Dansk Naturindikator.

Her vises forslag til indikatorer og metoder, der kan kvantificere naturlige processer på arealer og en model for, hvordan data kan bruges i kombination med andre vurderinger.

Resultatet er et mere operationelt sprog for, hvornår og hvordan noget er vildt og naturligt. Og så bliver det lettere at dokumentere udvikling, forklare valg og skabe sammenhæng mellem ambitioner og den måde, naturen faktisk måles og forvaltes på.

Anvendelse

Styrket dokumentation af "vildere natur" i praksis og i forvaltningsdialog.



Udgivelser

Hjemmesiden Dansk Naturindikator



Oddershede, A. og Bladt, J. 2025. Kortlægning af naturlige processer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 29 s. – Fagligt notat 2025|16



Oddershede, A., Fløjgaard, C., Bladt, J. 2025. Indsatser for biodiversiteten i Klimapark Nordvestjylland. Beregning af nøgletal for arealbaserede naturindsatser ved hjælp af Dansk Naturindikator (DNI). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. – Teknisk rapport nr. 361



Naturrigdom og biodiversitet er blevet indkøret.
Foto: Andrea Oddershede

Halvdelen af Danmarks ynglefugle i tilbagegang

Udviklingen af fuglebestandene i Danmark er i markant bevægelse. Nye arter spredt sig, truede arter oplever fremgang, men samtidig går næsten halvdelen af ynglefuglene tilbage i antal. Det viser en videnskabelig rapport, som kortlægger fuglebestandene i Danmark som led i EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv. Rapporten blev udarbejdet af DCE på vegne af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø, og dækker en kort 12-års periode 2013 - 2024 og en lang periode fra 1980 til 2024 på baggrund af overvågning af 102 arter i NOVANA samt data fra Dansk Ornitologisk Forening/BirdLife Danmark (DOF). Der indgår i alt 276 artsrapporteringer for 235 fuglearter, herunder både ynglefugle, overvintrende fugle og trækfugle.

Rapporten viser, at der på trods af mange positive udviklinger også er væsentlige bekymringer. Særligt blandt ynglefuglene er der klare tegn på tilbagegang: 46 % af arterne er gået tilbage de seneste 12 år, mens 33 % har oplevet fremgang, og 17 % har haft stabile bestande.

Der tegner sig et tydeligt billede af både vindere og tabere blandt de danske fuglearter. Arter som knarand, rødhovedet and, stor skallesluger, skestork, trane og havørn er blandt dem, der har haft stor fremgang – nogle med bestandsstigninger på over 500 %. Også rovtørne og kongeørn, som er genindvandrede ynglefugle, har etableret sig med succes. Omvendt er flere almindelige arter gået tilbage. Store dele af bestandene af stormmåge og hættemåge er forsvundet siden 1980'erne, og arter som blå kørhøg og urfugl har helt forladt Danmark som ynglefugle. Duehøg, spurvehøg og musvåge viser også tegn på nedgang, især i den seneste optællingsperiode fra 2013 til 2024.

Anvendelse:

Måltretning af indsatser for levesteder for fugle og evaluering af naturtiltag.



Udgivelse:

Fredshavn J., Holm T.E., Bregnballe T., Sterup J., Pedersen C.L., Nielsen R.D., Clausen P., Nyegaard T., Eskildsen D.P. & Flensted K.N. 2025. Størrelse og udvikling af fuglebestande i Danmark - 2025. Artikel 12-rapportering til Fuglebeskyttelsesdirektivet, Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 48 s. – Videnskabelig rapport nr. 672

Udover bestandstal undersøger rapporten også fuglenes geografiske udbredelse. Siden 2013 har 67 % af ynglefuglene haft stabil udbredelse uden ændringer, mens 19 % har bredt sig til nye områder. 13 % har haft negativ udvikling og indskrænket deres udbredelsesområder.

Kigger man på perioden fra 1980 til 2024, har udviklingen været sådan, at 35 % af arterne har fået større udbredelse (fremgang), 32 % har fået mindre udbredelse (tilbagegang), og 32 % har haft stabil udbredelse (stilstand).

Der er en lang række faktorer, som kan stå bag den negative udvikling i fuglenes udbredelse. Rapporten nævner blandt andet jagt, invasive arter, rekreative forstyrrelser, eutrofiering (for mange næringsstoffer som kvælstof og fosfor i naturen), intensivt landbrug og klimaændringer som væsentlige påvirkninger. Særligt arter med tilknytning til vådområder og kyster er sårbare over for ændringer i deres levesteder og forstyrrelser fra mennesker og rovdyr.

Rapporten viser, at mange af de mest sårbare og truede arter i høj grad er afhængige af de udpegede fuglebeskyttelsesområder (Natura 2000). Eksempelvis yngler næsten hele den danske bestand af skestork, dværgterne og plettet rørvagtel inden for disse områder, som derfor spiller en central rolle i bevaringsindsatsen.

Rapportens resultater danner grundlag for Danmarks rapportering til EU's Fuglebeskyttelsesdirektiv og giver samtidig et vigtigt pejlemærke for nationale indsatser. Rapportens data bidrager til at forstå, hvordan klima, arealanvendelse og forstyrrelser påvirker fuglelivet – og hvor der er behov for handling.



Toppet skallesluger.
Foto: Rasmus Due Nielsen

Fagligt grundlag skal hjælpe borgere og myndigheder med at håndtere ulve

Efter at ulven er vendt tilbage til Danmark, er behovet for at skelne mellem naturlig og problematisk ulveadfærd vokset markant. For at give myndigheder og lokale ulveværnsgrupper et fælles, fagligt fundament har DCE og Naturhistorisk Museum Aarhus udarbejdet fire rådgivningsnotater for Naturstyrelsen. Notaterne skal bruges i et kommende uddannelsesprogram for borgere, der skal hjælpe med at forebygge og håndtere uønsket adfærd hos ulve.

De fire notater skal samlet give ulveværnsgrupper, Naturstyrelsen og andre myndigheder et fælles, forskningsbaseret grundlag for at identificere, forebygge og håndtere uønsket ulveadfærd – og samtidig bevare ulvens plads i den danske natur.

Ifølge notatet "Normaladfærd hos ulv" undgår ulve med normal adfærd systematisk mennesker og bebyggelse og trækker sig ved møder. I et tætbeboet land som Danmark vil ulve dog indimellem passere tæt forbi huse og mennesker på det, de selv oplever som sikker afstand, eller kortvarigt bevæge sig gennem byområder, hvis de er kommet på afveje. Det beskrives i notatet som hændelser, der kan virke opsigtsvækkende, men ikke i sig selv er tegn på problemulve.

I notatet forklarer forskerne samtidig, at ulve – ligesom andre vilde dyr – kan vænne sig til mennesker gennem gentagne møder eller utilsigtet fodring. Denne såkaldte habituering mindsker skyheden og kan bane vejen for uønsket adfærd, især hos nysgerrige unge ulve. Sygdom eller sult kan også reducere ulvenes naturlige forsigtighed, hvilket ofte kan ses på dyrenes udseende og adfærd, hedder det i notatet. For at kunne vurdere, om en ulv reelt er et problem, er der behov for systematisk registrering. Her giver forskerne praktisk vejledning i at bruge foto- og videodokumentation, og i hvordan man beskriver situationen og ulvens adfærd. Målet er både at kunne reagere rettidigt – og at afblæse falske alarmer, når adfærden viser sig at være inden for normalområdet.

I notatet "Problemadfærd hos ulve" beskrives, hvordan habituerede og såkaldt "frygtløse" ulve kan udgøre en potentiel risiko, når de gentagne gange nærmer sig mennesker uden at lade sig skræmme. En ulv betegnes ikke som problemulv på baggrund af en enkelt observation: vurderingen skal bygge på et samlet mønster af hændelser, der vurderes i den konkrete sammenhæng, fremgår det af notatet.

Det fjerde notat, "Anbefalinger til håndtering af ulve i nærheden af menneskelig aktivitet", gennemgår både passive og aktive virkemidler. De passive handler især om at undgå at tiltrække ulve til mennesker ved at sikre affald og foderrester, begrænse adgang til baggårde og udhuse, fjerne døde dyr og kræve hund i snor i ulveområder. Information til borgere og naturgæster fremhæves som centralt for at forebygge konflikter.

Hvis en ulv aktivt nærmer sig mennesker, kan aktive virkemidler komme i spil – fra bortskræmning med støj og kasteskyts til brug af gummikugler og anden ikke-letal ammunition, som kun bør anvendes af særligt trænede personer med myndighedernes godkendelse.



Anvendelse:

Forvaltning af ulv herunder grundlag for at identificere, forebygge og håndtere uønsket ulveadfærd.



Udgivelser:

Sunde, P. & Olsen, K. (2025). Normal adfærd hos ulv. Belyst med eksempler. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi – 20 s. Fagligt notat nr. 2025|51



Olsen, K. & Sunde, P. 2025. Dokumentation af ulveobservationer ved afdækning af mulig problemadfærd. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi 14 s – Fagligt notat nr. 2025|52



Jeppesen, A.S., Sunde, P. & Olsen, K. 2025. Problemadfærd hos ulve. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 12 s. – Fagligt notat nr. 2025|53



Fjederholt, E. T. & Sunde, P. 2025. Anbefalinger til håndtering af ulve i nærheden af menneskelig aktivitet. Med særlig fokus på bymæssig bebyggelse. S. 26 Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, – Fagligt notat nr. 2025|54



Lyden af flagermus og hvorfor man nogle gange må fange en flagermus for at overvåge den



Anvendelse:

Dokumentation af udbredelse af og ændringer i flagermusbestanden som grundlag for beskyttelse og planlægning.



Udgivelse:

Elmeros M., Møller J.D., Johansen T.W., Brinkløv S.M.M., Uebel A.S., Fjederholt E.T., Baagøe H.J. 2025. NOVA-NA-overvågning af flagermus 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi 10 s. - Fagligt notat nr. 2025/63



Flagermus er nataktive, hurtige og svære at følge – men de er også en vigtig del af naturens helhed, og alle europæiske arter er beskyttet under EU-regler. DCE's notat om NOVANA-overvågning af flagermus 2025 dokumenterede årets indsats og viser, hvordan overvågning kan gennemføres i stor skala.

Formålet med den ekstensive overvågning er at registrere ændringer i arternes udbredelse ved at eftersøge flagermus på 190 lokaliteter fordelt i 10km-kvadrater i hele landet inden for en 6-års periode.

Den primære registreringsmetode ved overvågningen af flagermus sker med ultralydsdetektorer. Flagermusenes ekkolokationsskrik blev optaget og flagermusene blev artsbestemt ud fra artsspecifikke karakterer i deres ekkolokationsskrik og evt. sociale kald. De akustiske registreringer blev suppleret med direkte, visuelle observationer i felten.

I 2025 blev der gennemført overvågning af flagermus på 30 lokaliteter, herunder 12 på Bornholm. På Bornholm blev den akustiske registrering endvidere suppleret med netfangst på otte lokaliteter, for flere arter lyder næsten ens.

Ikke alle arter kan derfor skelnes sikkert på lyd alene. Skrik og intervaller mellem skrik fra forskellige arter overlapper meget, og skrik og optagelser kan derfor ikke altid bruges til at bestemme, hvilken art flagermus, der er tale om.

Flagermusens skrik er meget variable i form, frekvensspektrum og i intervaller mellem de enkelte skrik. Flagermusene tilpasser skrik og intervaller for at optimere informationen om omgivelserne i det tilbagevendende ekko. Skrigene fra pipistrelflagermus kan f.eks. overlappe i frekvensbånd med både troldflagermus og dværgflagermus.

Derfor er fangst nogle gange nødvendig for at kunne overvåge korrekt. Det viser også, hvordan beskyttelse og forvaltning kræver vedholdende dataindsamling, standarder og dokumentation – år efter år – for at kunne sige noget meningsfuldt om udviklingen hos en art.



Nyt retentionskort: Når kvælstof får en “ruteplan” gennem landskabet

Kvælstof, der udvaskes fra landbrugsjord, transporteres via dræn og grundvand til vandløb, søer og videre ud i havet. Undervejs sker en naturlig proces, hvor en betydelig del af kvælstoffet – særligt nitrat – tilbageholdes eller omdannes til luftformigt kvælstof og forsvinder fra vandmiljøet. Denne proces kaldes “kvælstofretention” og varierer betydeligt fra sted til sted afhængigt af landskabets og undergrundens egenskaber.

Når nitrat ender i vandmiljøet, kan det føre til alvorlige problemer som iltsvind eller grundvandsforurening, derfor er det afgørende at vide, hvor i landskabet kvælstof naturligt tilbageholdes eller fjernes, så indsætser mod kvælstofudledning kan målrettes bedst muligt. For at understøtte dette arbejde er et opdateret retentionskort nu tilgængeligt.

Kortet er udviklet af forskere fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), DCA og DCE på vegne af Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV).

Kvælstofretentionen kan i praksis ikke måles direkte. Der er derfor anvendt modelberegninger, som bygger på data af kvælstofbidrag fra bl.a. punktkilder samt natur- og landbrugsarealer, i kombination med målinger af kvælstof i vandløb fra det nationale overvågningsprogram (NOVANA).

Det nye retentionskort udnytter nyeste viden fra forskningsprojekter samt felt- og laboratoriestudier af omsætning af nitrat i vandløb og kalkmagasiner foretaget i forbindelse med udvikling af det nye kort. Såvel nye som eksisterende data er anvendt i detaljerede analyser, og vha. af nye teknikker, som machine-learning, er viden fra lokale studier bredt ud til nationalt niveau. Dette har bl.a. resulteret i ny forståelse af retentionen i såvel grundvand som overfladevand, herunder bedre forståelse af hvordan retentionen varierer geografisk.

Kortet bygger på et markant styrket grundlag. Alle dele af den Nationale Kvælstofmodel, som beregner kvælstofretentionskortet, er opdateret og forbedret – lige fra udvaskning af kvælstof fra dyrkede arealer til transport og naturlig omsætning i miljøet og i de kvælstofvirkemidler, der er etableret i landskabet. Opdateringen betyder bl.a., at kvælstofretentionen nu er opgjort på en finere geografisk skala end tidligere, så det i langt højere grad er muligt at

skelne mellem områder med lav og høj kvælstofretention – og dermed områder hvor en indsats vil have størst effekt på vandmiljøet.

Selv om retentionskortet er markant forbedret, er der fortsat usikkerheder forbundet med såvel de anvendte inputdata samt i selve modelberegningerne. For at bestemme usikkerhederne har forskerne lavet omfattende usikkerhedsanalyser og udviklet særlige kort, der viser både usikkerhed og variation i retentionsværdier inden for hvert af de afgrænsede arealer. Retentionskortet er derfor et beslutningsstøtteværktøj – ikke en facitliste – og anvendelsen af kortet skal altid vurderes i den konkrete kontekst.

De lokale treparter fik allerede i foråret 2025 adgang til en foreløbig version af kortet via IT-værktøjet MARS, som samler store mængder data og benyttes til at lave analyser. Her indgår kortet som ét delelement i de lokale treparters arbejde med at planlægge den helt rette tilgang i de enkelte vandoplande ved at levere lokale løsninger for at nedbringe kvælstofudledningen.

Resultatet er et stærkere fagligt fundament for dialogen om virkemidler. Når man kan forklare, hvorfor to marker med samme udvaskning kan have forskellig effekt på kystvandet, bliver reguleringen både mere præcis og lettere at begrunde.

Anvendelse:

Forbedret målretning af indsætser for nedbringelse af kvælstofudledning



Udgivelser:

Thodsen, H. (redaktør) 2025. Kvælstofretention i overfladevand - Modeller for overfladevandsretention i Den Nationale Kvælstofmodel v2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 81 s. - Videnskabelig rapport nr. 665



Højberg, A.L., Thodsen, H., Børgesen, C.D. (redaktører) 2025. National kvælstofmodel - version 2025. Udvikling af nye kvælstofretentionskort. Metoderapport. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. GEUS særudgivelse.



Opstilling med kamre til måling af in situ denitrifikation/kvælstofretention/kvælstoffjernelse i vandløb. Foto: Anne Hasselholt Andersen

Fosfor koster både natur og kroner

Fosfor er et livsnødvendigt næringsstof for planter. Men i for store mængder i søer og vandmiljø fungerer det som en overdosering af gødning. Resultatet er uklart vand, algeopblomstring og iltvind, der koster både natur og samfund dyrt.

Når fosfor fra gødning og jordpartikler skylles ud i vandløb og videre til søer, giver det ekstra næring til alger. Det gør vandet uklart, skygger for undervandsplanter og kan føre til iltvind, hvor fisk, smådyr og bundfauna dør. Det betyder færre levesteder for dyr og planter og dårligere naturkvalitet.

For samfundet betyder fosfortab bl.a. ringere badevandskvalitet, mindre attraktive rekreative områder og i nogle tilfælde tab for fiskeri og turisme. Samtidig er fosfor en kostbar og begrænset ressource i landbruget – når næringsstoffet ender i søen i stedet for i afgrøden, er det også et økonomisk tab for landmanden. Jo mere der tabes, jo dyrere bliver de efterfølgende miljøtiltag – f.eks. vådområder, tekniske anlæg og restaureringer – for at leve op til vandplanernes krav.

I 2025 viste forskere fra DCE, hvordan Danmark kan målrette indsatsen mod fosfortab mere præcist og omkostningseffektivt frem mod 2027.

Hvor kvælstof ofte handler om "mængde", handler fosfor ofte om "sted". DCE's rapportering om udviklingsspor for fosfor arbejder derfor med et fosforrisikokort og beskriver, hvordan diffuse fosfortab kan forstås og håndteres mere målrettet.

Det konkrete "værktøjskatalog" i DCE's anbefalinger består af tre virkemidler, der operationaliseres med hensyn til effekt, potentiale og omkostninger: Genslyngning, hævnning af vandløbsbund (begge rettet mod fosfortab ved brinkerosion) samt sandfang, som kan opfange fosfor i transporten. Pointen er ikke, at ét virkemiddel passer overalt, men at man med risikokortet kan vælge smartere. Virkemidlerne er et supplement til rækken af virkemidler beskrevet i 'Fosforvirkemiddelkataloget'.

Forskerne har samlet og operationaliseret flere virkemidler, der retter sig mod diffuse fosfortab – altså de tab, der ikke kommer fra én tydelig kilde som et rensningsanlæg, men fra mange marker og strækninger langs vandløb. Blandt de beskrevne virkemidler er:

- **Genslyngning og hævnning af vandløbsbund**, der kan reducere brinkerosion ved at mindske højden og hældningen på brinkerne.
- **Sandfang**, som opfanger fosfor bundet til sand og partikler, før det transporteres videre nedstrøms.
- **Fosfor-drænfiltre**, der kan fjerne opløst fosfor fra drænvand ved at lede vandet gennem et filtermateriale med høj fosforbindingskapacitet.
- **Integreerede bufferzoner**, hvor dræn og overfladevand ledes gennem en bred, bevokset zone langs vandløbet, så vandet bremses og fosfor kan tilbageholdes.
- **Fosfor-vådområder (P-ådale)**, hvor oversvømmelser i ådale giver mulighed for at afsætte partikelbundet fosfor og rense vandet.

DCE's fosforrisikokort giver dermed et bedre udgangspunkt for prioritering: I stedet for at sprede indsatsen tyndt, kan man koble fosforrisiko til konkrete virkemidler på specifikke steder – og i den proces bliver kortet ikke bare en illustration, men et styringsredskab.

Anvendelse:

Målttede indsats mod fosfor, hvor de gør størst forskel.

Udgivelse:

Andersen, H.E., Hasler, B., Heckrath, G. 2025. Udviklingsspor for fosfor: fosforrisikokort og virkemidler Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 50 s. – Videnskabelig rapport nr. 674



Andersen, H.E., Rubæk, G.H., Hasler, B. & Jacobsen, B.H. (redaktører). 2020. Virkemidler til reduktion af fosforbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 284 s. – Videnskabelig rapport nr. 379



Tidligt varsel om et presset havmiljø

Anvendelse:

Dokumentation af iltsvind, episoder med svovlbrinte og observationer af fiskedød giver myndigheder, offentlighed og beredskab et fagligt fundament for eventuelle regulatoriske opfølgninger.



Udgivelser:

Hansen, J.W. & Rytter, D. 2025. Iltsvind i danske farvande 31. oktober – 26. november 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. Rådgivningsnotat nr. 2025|71

Hansen, J.W. & Rytter, D. 2025. Iltsvind i danske farvande 26. september – 30. oktober 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. Rådgivningsnotat nr. 2025|65

Hansen, J.W. & Rytter, D. 2025. Iltsvind i danske farvande 28. august – 25. september 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. Rådgivningsnotat nr. 2025|58

Hansen, J.W. & Rytter, D. 2025. Iltsvind i danske farvande 1. juli – 27. august 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. Rådgivningsnotat nr. 2025|45



Iltsvindssæsonen blev endnu et tydeligt varsel om, hvor sårbare de indre danske farvande er over for kombinationen af næringsstoffer og et varmere klima.

Allerede tidligt på sommeren 2025 udviklede iltforholdene sig flere steder til situationer, der var kritiske for livet på havbunden – i september var udbredelsen af iltsvind markant mindre end i de rekordstore år 2023 og 2024, men stadig på et meget højt niveau.

Bag udviklingen ligger især høje bundvandstemperaturer og et fortsat højt næringsstofniveau. I 2025 lå bundvandstemperaturen over langtidsmidlen i næsten alle årets uger – og i en stor del af tiden endda markant over langtidsmidlen. Sammen med tilførsel af kvælstof skaber det optimale betingelser for algevækst. Når de store mængder plante-materiale efterfølgende nedbrydes, bruges der ilt, og det er denne proces, der kan tømme havbunden for ilt.

DCE udsender hvert år fire iltsvindsnotater, der dækker perioderne juli-august, august-september, september-oktober og oktober-november. Notaterne samler målinger og modelberegninger til et nationalt overblik over iltforholdene i de danske farvande og i tilgrænsende svenske og tyske områder. Formålet er både at dokumentere ilt-situationen og at give myndigheder, offentlighed og beredskab et aktuelt billede af, hvor og hvor kraftigt iltsvindet udvikler sig. Grundlaget for rapporteringen er målinger af iltindholdet i vandsøjlen fra Styrelsen for Grøn Omstilling og Vandmiljø (SGAV's) overvågning samt tilsvarende målinger fra svenske og tyske myndigheder. På den baggrund udarbejder DCE nationale stationskort og fladeudbredelseskort, som viser hhv. det laveste målte iltindhold på de enkelte stationer og den mest sandsynlige geografiske udbredelse af iltsvind baseret på modelberegnete ekstrapolationer. SGAV's egne enheder supplerer med stationskort for udvalgte lokale områder.

Notaterne viser, hvordan vejret både kan bremse og forværre iltsvindet. Perioder med roligt vejr og høj bundvandstemperatur giver iltsvindet gode betingelser, fordi ilttilførslen til bunden hæmmes ved styrket lagdeling, og iltforbruget stiger med temperaturen. Kraftig blæst kan derimod blande vandsøjlen og midlertidigt forbedre iltforholdene – især på lavere vanddybder. I 2025 gav blæsevejr i starten af august netop sådanne variationer, men kunne ikke forhindre, at iltsvindet tiltog markant frem mod slutningen af måneden. Nedbør spiller også en central rolle, fordi transporten af næringsstoffer fra land til hav i væsentlig grad afhænger af ferskvandsafstrømningen fra land. Øget afstrømning kan føre flere næringsstoffer ud i de kystnære farvande, hvilket stimulerer produktionen af alger og øger iltforbruget, når algerne omsættes. I 2025 blev der flere steder registreret perioder, hvor bundvandet var iltfrit eller næsten iltfrit, og i nogle områder blev der frigivet giftig svovlbrinte fra bunden. Det betyder, at bundlevende dyr og planter i disse områder har været udsat for meget kritiske forhold.

Iltsvindsrapporteringen giver et samlet arealoverblik, der sætter udviklingen i perspektiv. Det samlede areal i de indre danske farvande, der var berørt af iltsvind, voksede markant fra slutningen af juli til slutningen af august. I september 2025 var iltsvindets udbredelse stort dog uden at være på rekordniveau. En tredjedel af iltsvindsarealet var påvirket af kraftigt iltsvind, og udbredelsen i september har været signifikant stigende siden 2010. Det understreger, at iltsvind fortsat kan udvikle sig markant over store områder, og at de indre danske farvande er sårbare over for både eutrofiering og stigende havtemperaturer.

Sukkertang kan blive en forretning med kvælstofgevinst for havet

Dyrkning af sukkertang kan bidrage til at opsamle noget af det kvælstof, der allerede er havnet i havmiljøet, og bringe det tilbage i fødekæden på land. Foto: Colourbox

Anvendelse:

Vurdering af tangdyrkning som supplerende virkemiddel mod næringsstofbelastning.



Udgivelse:

Bruhn, A., Boderskov, T., Nielsen, M.M., Schmides, S.S., Taylor, D., Høgs-lund, S., Hermannsen, L., Holding, J., Mostovaya, A., Christiansen, F.S., Pedersen, S.G., Vinbæk, S.J., Holst, N., Christiansen, S.L. & Ehrenreich, J.L. 2025. Cultivation of sugar kelp as a marine measure for mitigating eutrophication - Production in large-scale, nutrient removal efficiency, environmental impacts, and economy. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 84 s. – Scientific report No. 663



Sukkertang er en stor brunalge, der vokser naturligt langs kysterne i Danmark. Tangen optager blandt andet kvælstof og producerer ilt og har længe været nævnt og undersøgt som et muligt virkemiddel til at fjerne næringsstoffer fra kystvande.

Et nyt forskningsprojekt slår nu fast, at dyrkning af sukkertang i stor skala kan reducere kvælstof- og fosforindholdet i vandet.

I perioden 2022-2023 blev der med DCE-forskeres mellemkomst gennemført et omfattende forsøg i Limfjorden, hvor sukkertang blev dyrket på et 12 hektar stort forsøgsanlæg. Forsøget skulle afdække, hvor meget næringsstof tangen kan optage, og hvilken effekt dyrkningen i større skala har på det omgivende havmiljø.

Derudover blev økonomien bag produktionen analyseret, og som en del af undersøgelsen bidrog DHI med modellering til at vurdere effektiviteten af tangens næringsoptag ved yderligere opskalering.

Forsøget var del af projektet 'Udviklingsinitiativer for marine virkemidler', som var finansieret via 'Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug', implementeret via Miljøministeriet og ledet af DTU Aqua.

Resultaterne viser, at sukkertang – i et dyrkningssystem med 1000 meter line per hektar – årligt kan fjerne op til 23 kilo kvælstof og 0,8 kilo fosfor per hektar.

Det er lavere end tidligere målinger, som byggede på resultater fra et design med både tættere og dybere opsætning af linerne, der ikke er anvendeligt i Limfjorden, primært på grund af det relativt uklare vand i Limfjorden. Den laveste dokumenterede omkostning for fjernelse af kvælstof var ifølge rapporten 2.805 kr. per kg kvælstof.

Det er en høj pris, hvor for eksempel metoden med at reducere udledningen af kvælstof fra dyrkningsfladen vurderes at koste ca. 20-60 kr. per kilo kvælstof. Men produktion af sukkertang har stadig et stort potentiale: Det forventes, at det i nye systemer er muligt at øge tætheden af linerne vha. horisontale dyrkningssystemer og dermed øge optaget af kvælstof per hektar.

Samtidig vil en kommercieliserings med salg af den høstede tang til fødevarer, foder eller materialer ifølge rapporten give en indtægt, som derved vil opveje omkostningerne og resultere i et samlet positivt forretningspotentiale.

Mens en DCE-rapport fra 2025 dokumenterer, at fjernelsen af kvælstof er reel, så viser rapporten også, at potentialet for kulstofbinding gennem dyrkning og høst af sukkertang er begrænset.

Selvom sukkertangen optager CO₂ under væksten, er der ingen tegn på, at denne metode kan bruges til at lagre kulstoffet langvarigt i de danske farvande. Tværtimod kan død tang/biomasse, der synker til havbunden og går i forrådnelse, sætte gang i nedbrydningen af kulstof, der allerede er lagret stabilt i havbunden – en såkaldt priming-effekt.

Derfor anbefaler DCE-forskerne en dyrkningsstrategi, hvor man høster tangen sidst på foråret, før det naturlige tab af biomasse sætter ind. Derved opnår tangdyrkningen også den bedste kvalitet af tangen.

Dyrkning af sukkertang har et potentiale, når det gælder reduktion af kvælstof i havmiljøet. Men samtidig understreger rapporten, at dyrkning af sukkertang ikke er en quick-fix løsning, der kan løse problemerne med høje næringskoncentrationer i det danske havmiljø.

En forbedring af forholdene i det danske havmiljø kræver, at udledningerne af kvælstof fra land reduceres. Men dyrkning af sukkertang kan bidrage til at opsamle noget af det kvælstof, der allerede er havnet i havmiljøet, og bringe det tilbage i fødekæden på land.

Derfor venter der flere undersøgelser for at afdække, hvordan dyrkning af sukkertang kan effektiviseres med højere arealudnyttelse til følge, og hvordan dyrkning af sukkertang kan udnyttes kommercielt, hvis potentialet skal indfris.

Der er også behov for at undersøge, hvordan dyrkning af sukkertang kan påvirke miljøet i kystvandene over tid, hvordan produktionen kan gøres billigere, og hvordan tangdyrkning interagerer med havets kulstofkredsløb og biodiversitet.

Overvågning af lavfrekvent undervandsstøj i danske havområder – et slags “støjregnskab” for havet

Støj i havet er en usynlig påvirkning, men den kan have betydning for dyreliv, især arter der kommunikerer og orienterer sig med lyd.

DCE foretager for Miljøstyrelsen overvågningen af vedvarende lavfrekvent undervandsstøj i indre danske havområder og Nordsøen som en del af opfyldelsen af Danmarks forpligtelser i henhold til EU's havstrategidirektiv. Havstrategidirektivet pålægger medlemslandene at opnå og fastholde god miljøtilstand i EU's havområder, og herunder at tilvejebringe grundlaget for, at menneskeskabt lavfrekvent undervandsstøj befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet negativt.

DCE's notat om overvågning af lavfrekvent undervandsstøj beskriver status for den danske overvågning fra 2019 (og for en enkelt station, Lillebælt, fra 2016) frem til sommeren 2024. Støj logges via stationer i både indre danske farvande og Nordsøen. Notatet beskriver kontinuerte optagelser fra 20 Hz til 20 kHz, og at data opgøres som månedlige medianer og percentiler i udvalgte frekvensbånd (bl.a. omkring 63 Hz, 125 Hz og 2 kHz) – i tråd med internationale retningslinjer. Data viser variationer i støjniveauer fra måned til måned. En tendensanalyse for den længst kørende station, Lillebælt, som ligger i et relativt beskyttet område, viser dog ikke en udvikling af støjniveauet gennem tid. Målinger fra Stevns og Hjelmsø viser stigende tendenser i støjniveauer ved lavere frekvenser. Det fremgår dog af de målte data, at variationer hen over året er større end de tendenser der nogle steder ses. Hvornår der er målt på året, kan derfor have stor effekt på eventuelle modellerede tendenser, når tidsserierne ikke er længere. Konklusionerne omkring tendenser i støjmålingerne er således behæftet med nogen usikkerhed.

Støjovervågningen er vigtig i havforvaltningen: Uden stabile metoder og tidsserier kan man ikke skelne mellem tilfældige udsving og reelle trends. Og uden den skelnen bliver det svært at prioritere indsatser, krav og opfølgning.

Anvendelse:

Dokumentation for lavfrekvent støj i danske farvande som grundlag for havforvaltning og opfyldelse af internationale krav.



Udgivelser:

Elmegaard, S.L., Griffiths, E.T., Ladegaard, M., Tougaard, J. 2025. Overvågning af lavfrekvent undervandsstøj i danske havområder. Statusnotat til Miljøstyrelsen 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 26 s. – Fagligt notat nr. 2025|75

Elmegaard, S.L., Griffiths, E.T., Ladegaard, M., Tougaard, J. 2025. Overvågning af lavfrekvent undervandsstøj i danske havområder. Statusrapport til Miljøstyrelsen 2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, s. 19 – Fagligt notat nr. 14

Marsvin ved Taarbæk Rev: 10 lyttestationer og et naturgenopretningsprojekt med før/under/efter-design

Kan genetablering af et stenrev mærkes i de øverste led i fødekæden? DCE's foreløbige statusnotat om marsvin på Taarbæk Rev beskriver arbejdet med at undersøge effekten af revets genetablering på forekomsten af marsvin.

Miljøstyrelsen gennemførte i 2025 en genetablering af Taarbæk Rev, som tidligere er blevet kraftigt reduceret af stenfiskeri. Genetablering af revet kan bidrage til mere biodiversitet i området, og DCE er i et projekt for Miljøstyrelsen i gang med at undersøge, hvordan forekomsten af marsvin påvirkes af genetableringen af Taarbæk Rev.

Marsvin opholder sig generelt i områder, hvor der er fødegrundlag for dem. Det vil sige, at man ved at undersøge tilstedeværelsen af marsvin også kan sige noget om, i hvor høj grad marsvins fødeemner – fisk – anvender stenrevsområdet, samt muligvis også, om der sker en udvikling fra før til efter genopretningen af revet.

I det konkrete projektsetup har DCE udlagt 10 lyttestationer (FPODs) på og omkring Taarbæk Rev, så marsvინes tilstedeværelse kan overvåges døgnet rundt både før, under og efter genetableringen af stenrevet. Fordi marsvin typisk kun kan høres inden for

en begrænset radius, passer metoden godt til projektets relativt lille rumlige skala og muligheden for at se ændringer tæt på revet.

Samtidig peger notatet fremad: Formålet er at kunne sammenligne brugen af området før og efter – og at undersøge, hvor langt en eventuel effekt kan måles væk fra revet. Det gør projektet til et vigtigt eksempel på, hvordan naturgenopretning kan evalueres med metoder, der er stærke nok til at skabe evidensbaseret viden til gavn for kommende revprojekter.

Notatet beskriver også virkelighedens udfordringer: Genetableringen af revet blev forsinket ca. 2 år og først gennemført i perioden februar–maj 2025. Projektet var oprindeligt sat til 3 år (1 år inden revudlægning og 2 år efter), men pga. forsinkelsen findes der nu 2,5 års data inden stenudlægning og kun 6 måneder efter. Det betyder, at der pt. ikke kan evalueres på effekten af stenudlægningen. De foreløbige data viser dog, at der kontinuert er marsvineaktivitet på selve revet og også på stationerne længere væk, og at der er ret stor årlig variation i, hvornår og hvor mange marsvin der opholder sig ved og nær revet. Dette kan nu udgøre et robust baseline datasæt for evalueringen af stenrevet. Dog skal flere data skal indsamles, før der kan drages konklusioner på, hvordan reetableringen af revet påvirker marsvins habitatbrug og Miljøstyrelsen har derfor forlænget projektet frem til 2029.

Anvendelse:

Evaluerings af naturgenopretning (stenrev) med biologisk indikator i toppen af fødekæden



Udgivelse:

Jørgensen, P.B. & Sveegaard, S. 2025. Undersøgelser af forekomsten af marsvin på Taarbæk Rev. Statusnotat 2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 14 s. – Fagligt notat nr. 2025|72



Havet gemmer på fremtidig kviksløvforurening i Arktis

Danske forskere har opdaget, at der kan ligge hundrede af års gammel kviksløvforurening i havene, som vil fortsætte med at påvirke dyr og planter.

Selv om udledningerne af kviksløv globalt er faldende, fortsætter koncentrationerne af kviksløv i dyr og planter i Arktis med at stige.

Kviksløv er en potent nervegift, og i Arktis er koncentrationerne i topredatorer som isbjørne og tandhvaler i dag op til 20-30 gange højere end før industrialiseringen. Det udgør en alvorlig sundhedsrisiko. Ikke kun for dyrene, men også for den arktiske befolkning, som i høj grad lever af havpattedyr. Forskere fra Aarhus Universitet og Københavns Universitet fandt i 2025 stærke beviser for, at havstrømme spiller en langt større rolle i transporten af kviksløv til Arktis end tidligere antaget – og måske endda større end den atmosfæriske transport.

Forskerne peger på, at den nuværende kviksløvbekæmpelse formentlig hovedsagelig er drevet af kviksløv, der transporteres med havstrømmene.

Mens kviksløv i atmosfæren har en opholdstid på cirka ét år, kan det forblive i havet i over 300 år. Det betyder, at effekten af, at vi i dag har sænket udledningerne af kviksløv fra blandt andet minedrift og afbrænding af kul, kan tage århundreder at slå igennem i Arktis.

Kviksløvisotoper kan bruges som slags fingeraftryk, der kan give information om kilder, transportveje og processer i det globale kviksløvkredsløb. Ved at analysere kviksløv-isotoper i vævsprøver fra isbjørne, sæler, fisk og tørv indsamlet

over mange år i Grønland, har forskerne identificeret markante regionale forskelle i isotopsammensætningen. Disse forskelle stemmer overens med påvirkningen fra forskellige havstrømme – et klart tegn på, at kviksløv transporteres via havet.

Kviksløv påvirker immunforsvar, forplantning og måske også sanserne hos dyr – hvilket kan få alvorlige konsekvenser for deres overlevelse.

Den nye viden om potentielt hundredvis af års forsinkelse af kviksløvforurening i Arktis har stor betydning for den internationale regulering af kviksløv under FN's Minamata-konvention. Minamata-konventionen er et FN-organ, som skal holde øje med den globale kviksløvforurening, opkaldt efter er kviksløvkatastrofe i midten af 1900-tallet, hvor forurening af kviksløv i den japanske by Minamata gjorde tusindvis af mennesker syge.

Konventionen får med det danske studie en mulig forklaring på, hvorfor der trods de senere årtiers faldende kviksløvudledninger til atmosfæren fortsat findes høje niveauer af kviksløv i dyr og planter bl.a. i Arktis.

Studiet viser også en signifikant ændring i kviksløv-isotoperne i de østgrønlandske isbjørne over de seneste 40 år, som kan skyldes flere faktorer herunder et større optag af menneskeskabte kviksløv-udledninger, ændringer i miljøprocesser og/eller ændrede fødevalg som følge af klimaændringer.

Resultaterne bidrager til en dybere forståelse af kviksløvkredsløbet og understreger behovet for at inkludere havstrømme i fremtidige modeller og reguleringer i kampen mod en af de mest vedvarende og farlige miljøgifte i Arktis.

Anvendelse:

International regulering af kviksløv.



Udgivelser:

Søndergaard, J., Elberling, B., Sonne, C., Larsen, M.M. & Dietz, R. Stable isotopes unveil ocean transport of legacy mercury into Arctic food web Nature Communications



Kviksløvisotoper afslører, hvor gammel forureningen er. Kviksløvet koncentrerer i de store rovdyr. Foto: Rune Dietz

Tang, Arktis og klima – drivende tang fra Grønland ender som kulstoflager

Tang er ikke kun en delikatesse, men bidrager også til havets kulstofpuljer og afspejler klimaforandringer i Arktis.

Større tangarter – såkaldte makroalger – langs den klippefyldte kyst i Sydvestgrønland kan være en vigtig kilde til lagring af kulstof i havet.

Når store tangplanter løsriver sig fra klippekysten i Sydvestgrønland, ender de ikke nødvendigvis som føde på den nærmeste strand. Drivende makroalger kan føres langt ud over kontinentalsoklen og helt ud i Labradorhavet, hvor de kan synke til dybere vand og blive til et kulstoflager i havet. Grønlands makroalge-økosystemer kan levere betydelige mængder dødt organisk materiale – såkaldt detritalt kulstof – til kontinentalsoklen og det åbne hav. Hvis en del af denne biomasse når dybt vand og bliver liggende der over længere tid, kan den bidrage til havets langsigtede kulstoflagring og dermed til den globale kulstofbalance.

I en podcast fra Danmarks Frie Forskningsfond kan du dykke med vores forskere ned i Grønlands tangskove, hvordan tang bevæger sig med havstrømme fra kysten ud på det dybe hav – og hvilken rolle det spiller i havets kulstoflagring. Det er fascinerende forskning, der giver ny indsigt i de undersøiske skove i Arktis.

Lyt med, når professor Dorte Krause-Jensen fortæller og bliv klogere på:

- Hvordan tang kan bidrage til klimavidenskaben
- Hvad forskningen afslører om tangs rolle i kulstofkredsløbet
- Hvorfor vi bør passe på havets økosystemer

Anvendelse:

Forståelse af hvordan tang kan lagre kulstof i havet og spille en rolle for klimaet.



Lyt til podcasten her



Forskerne på feltarbejde i Grønland. Foto: Scott Bennett

Fugle på vej til Arktis kan endnu følge med klimaforandringerne

Klimaforandringerne betyder, at foråret kommer tidligere i Arktis. Det betyder, at fuglearter, der trækker til Arktis for at yngle, er under pres for at trække hurtigere.

En undersøgelse udført af et internationalt forskerhold med deltagelse af forskere fra DCE afslører, at mange arktiske ynglende vandfugle stadig har en vis fleksibilitet, når det kommer til at fremskynde deres træk. Denne strategi virker dog muligvis kun i en begrænset periode.

Undersøgelsen, der er offentliggjort i tidsskriftet Nature Climate Change, fulgte forårstrækket af fem store vandfuglearter ved GPS-sporinger: knortegås, bramgås, blisgås, kortnæbbet gås og pibesvane. Ved at kombinere sporingsdata med kropsmassen indsamlet fra fugle i deres overvintringsområder opdagede forskerne, at disse fugle kan reducere den tid, der bruges på at tanke op til deres rejse. Det giver dem mulighed for at speede forårstrækket op.

Resultaterne er både opmuntrende og bekymrende. Ganske vist kan fuglene trække hurtigere ved at justere deres ophold og fødesøgning. Men uret tikker, fordi det forudsiges, at fuglenes fleksibilitet kun kan kompensere for det fremadstormende arktiske forår i et par årtier mere.

Optankningen af fuglenes fedtreserver begynder, før trækene overhovedet begynder. Denne optankning er især vigtig for arter som bramgås og knortegås, der laver lange non-stop træk (mere end 2.000 km) og derfor er stærkt afhængige af energilagre, der er opbygget før afrejse.

Arterne er i forskellig grad fleksible i forhold til, hvordan de reagerer på skiftende forårsforhold. I år, hvor Arktis tør tidligt op, reducerer arter som blisgås og pibesvane opholdstiderne på rasteplasserne på trækvejen og ankommer tidligere. Pibesvanerne laver forholdsvis mange stop undervejs fra Vadehavsområdet til ynglepladserne i Nordrusland. De kan følge forårsforholdene og tilpasse opholdstider på stoppestederne derefter. Men arter som kortnæbbet gås og knortegæs viser mindre evne til at tilpasse sig undervejs. Det hænger sammen med, at de har færre stoppesteder og ikke kan tage bestik af forholdene på de fjerntliggende ynglepladser. De kortnæbbede gæs kan ikke forudsige vejrforholdene på Svalbard, når de trækker fra Danmark til Norge og skal videre non-stop derfra over det arktiske hav for at komme til Svalbard. De må være mere forsigtige for at undgå, at de ankommer til en tundra dækket af sne, uden adgang til mad og redesteder.



Forskningen viser, at gæssenes ynglesucces er fuldstændig afhængig af, hvornår sneen smelter. I et tidligt år, som for eksempel i 2025, var sneen allerede forsvundet, da gæssene ankom i midten af maj. Så kan de starte æglægningen inden for en uge, har gode kropsreserver og får stor succes. Men i et sent forår, som 2021, måtte gæssene vente længe, inden sneen smeltede, og da brød ynglesæsonen sammen, sandsynligvis fordi de løb tør for kropsreserver.

For trækfugle er det samtidig afgørende for deres ynglesucces og overlevelse, at de når Arktis til tiden. Når foråret kommer, og sneen begynder at smelte, er der en eksplosion af insekter, planter og andre fødekilder. Denne top varer kun et par uger. Hvis fuglene ankommer for sent, går de glip af det øjeblik, hvor der er rigeligt med mad til at opfostre deres kyllinger. Derudover er der kun et smalt tidsvindue, hvor

Anvendelse:

Forudsigelser for, hvordan klimaforandringer påvirker arktiske trækfugles overlevelse og bestande, så der kan træffes mere målrettede beslutninger om naturbeskyttelse og forvaltning.



Udgivelse:

Linssen, H., Lameris, T.K., Boom, M.P. et al. Scope for waterfowl to speed up migration to a warming Arctic. Nat. Clim. Chang. 15, 1107–1114 (2025).

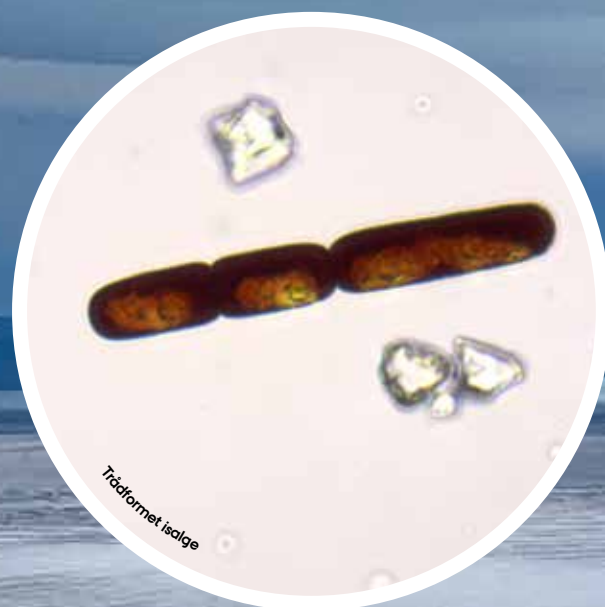


æg kan lægges, ruges, og ungerne kan vokse, før kulden vender tilbage. Enhver forsinkelse kan betyde, at kyllingerne ikke overlever migrationen sydpå.

Baseret på nuværende klimatendenser vurderer forsker-teamet, at den observerede fleksibilitet i træktidspunktet kan hjælpe fuglene med at holde trit med foråret i yderligere 18 til 28 år. Derefter vil hurtigere træk alene ikke være nok. Så kan fuglene være nødt til at stole på andre strategier - som at flytte deres vinterområder eller ændre trækruter helt.

Studiet er muliggjort af den teknologiske udvikling, som betyder at forskerne ved hjælp af GPS-sendere, som sættes på fugle, kan følge individer med stor nøjagtighed. Det har givet en helt ny mulighed for at følge de mærkede individer hele året rundt og til øde arktiske egne, hvor forskerne selv har svært at nå hen.

Supertilpassede alger kan fremskynde afsmeltningen af indlandsisen



Klimacændringer forlænger den arktiske sommerperiode og dermed også vinduet for vækst af isalger. Det gør det muligt for de alger, der lever på indlandsisen, at kolonisere større og større områder af isen.

Algerne på isen indeholder brunt pigment, som farver isen mørk, og den mørke farve får isen til at smelte hurtigere, da dens evne til at reflektere solen forringes. Problemet har været kendt af polarforskere i et stykke tid. Men indtil nu har de troet, at algerne havde begrænsede muligheder for at kolonisere isen på grund af manglen på næringsstoffer. Nye resultater, der er offentliggjort i Nature Communications, viser, at algerne er i stand til at leve af meget få næringsstoffer – og at de er i stand til at lagre og opspare energi. Det gør det muligt for algerne at kolonisere en større del af indlandsisen, end man tidligere troede.

Et forskerteam fra DCE/Institut for Miljøvidenskab står bag denne opdagelse. Undersøgelserne er en del af forskningsprojektet DeepPurple, som har modtaget finansiering fra

Det Europæiske Forskningsråd (ERC) under Den Europæiske Unions Horizon 2020 forsknings- og innovationsprogram. Derudover har Aarhus Universitets Forskningsfond, Max Planck Selskabet, Helmholtz Recruiting Initiative og Agence Nationale de la Recherche bidraget til finansieringen. Hvis man smelter et stykke af overfladeisen, vil man i mikroskopet se disse mørke pigmenterede alger. Men de er ikke de eneste organismer i prøven. Både sne-alger, andre eukaryote alger, bakterier og svampe flyder rundt deri.

Indtil nu har forskere undersøgt hele økosystemet. Man har givet organismene et næringsstof og målt næringsoptaget i hele fællesskabet. Det betød dog, at det blev uklart, hvilken rolle de forskellige organismer på isen spiller.

I den nye undersøgelse fodredes hele økosystemet med såkaldte "mærkede næringsstoffer". Bittesmå, isotopiske spor, som kan genkendes af et massespektrometer. Man "mærkede" så at sige den mad, organismene fik. Det gjorde det muligt at se, hvem der spiste hvad og måle næringsstofoptaget af enkelte celler. Resultatet viste, at algerne effektivt

forbrugte de små mængder af tilgængelige næringsstoffer – og at de også havde oplagret nogle af dem. En opdagelse, der kom fuldstændig bag på forskerne.

Ved at måle koncentrationen af næringsstoffer i overfladeis fra steder på den Grønlandske indlandsis, hvor der også forekommer isalger, dokumenteres desuden, at de næringsstoffer, der frigives fra isen under afsmeltning, faktisk er tilstrækkelige til at opretholde algevækst.

Opdagelserne er ikke blot fascinerende, men også vigtig. Den nye viden om algernes næringsbehov kan nemlig hjælpe forskerne til at blive bedre til at forudsige algernes påvirkning af afsmeltningen af den grønlandske indlandsis i fremtiden.

I de fleste klimamodeller i dag er mikroorganismer ikke integreret, men med denne nye viden vil de kunne blive inkluderet i modellerne. På den måde vil man mere præcist kunne forudsige omfanget af isens afsmeltning i de kommende år – og hvordan det vil påvirke det globale klima.

Anvendelse:

Mere præcise klimamodeller for afsmeltningen af den grønlandske indlandsis, og dermed et bedre grundlag for beslutninger om klimaindsatser.



Udgivelser:

Halbach, L., Kitzinger, K., Hansen, M. et al. Single-cell imaging reveals efficient nutrient uptake and growth of microalgae darkening the Greenland Ice Sheet. Nat Commun 16, 1521 (2025).



Gill-Olivas, B., Forjanes, P., Turpin-Jelfs, T.C. et al. Ablation provides key macronutrients (nitrogen and phosphorous) to glacier ice algae in NW Greenland. Nat Commun 17, 2129 (2026).

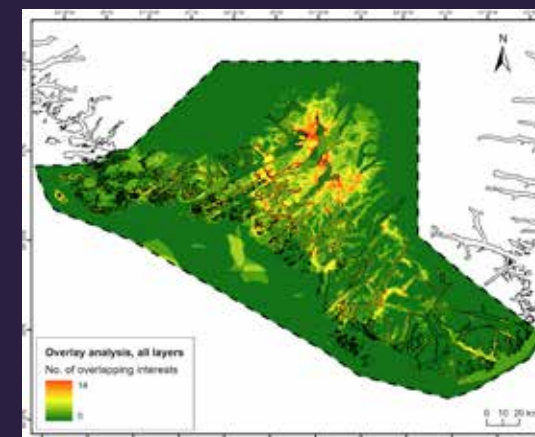


DCE skal rådgive de grønlandske myndigheder i yderligere fem år

Når DCE rådgiver de grønlandske myndigheder om råstoffer og miljø, bygger rådgivningen på mere end 40 års virke i Grønland. Aftalen omkring dette arbejde blev i 2025 forlænget i yderligere fem år frem til udgangen af 2029. Siden 1980'erne har en tværfaglig gruppe af forskere rådgivet de danske og grønlandske myndigheder om, hvordan natur og miljø kan blive påvirket af råstofudvinding, og hvordan påvirkningerne kan begrænses mest muligt – først i regi af Grønlands Miljøundersøgelser, siden Danmarks Miljøundersøgelser og nu DCE.

Siden 2009, hvor Grønlands Selvstyre hjemtog råstofområdet, er den forskningsbaserede rådgivning til Selvstyret foregået i et tæt samarbejde med Grønlands Naturinstitut, der svarer til en sektorforskningsinstitution under den Grønlandske regering. Både forskning og rådgivning foregår, så der sker en vidensoverførsel fra DCE til Grønlands Naturinstitut, så de på sigt helt kan overtage opgaven med at rådgive Grønlands Selvstyre på råstofområdet.

En af styrkerne i samarbejdet omkring rådgivningen til de grønlandske myndigheder er det solide tværfaglige grundlag. Når der rådgives om eksempelvis miljøpåvirkninger fra minedrift, er der brug for viden om både geokemi, miljøkemi, toksikologi, udvaskning og støvspredning, men også om, hvordan minedriften kan påvirke dyr, planter og biodiversitet i området. Det er vigtigt, at vurderingen giver en troværdig beskrivelse af både de kort- og langsigtede miljøpåvirkninger, som aktiviteterne vil medføre, så de grønlandske politikere kan tage stilling til aktiviteterne på et oplyst grundlag.



Som en del af rådgivningen for Grønlands Selvstyre foretages såkaldte Regionale baggrundsundersøgelser, der samler viden om natur og miljø for at kunne planlægge og regulere råstofaktiviteter. Gennem integrerede rummelige overlay-analyser kan vigtig flora og fauna, menneskelig brug og kulturarv illustreres på kort som dette for Sydgrønland.

Anvendelse:

Rådgivning af de grønlandske myndigheder vedrørende miljøspørgsmål i forbindelse med råstofindvinding.



Kontaktpersoner:

Anders Mosbech og Janne Fritt-Rasmussen, DCE/ Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet

Sundhedsskadelige partikler i luften er mere end halveret siden 2010

DCE's tekniske rapport om status for luftkvaliteten i Danmark er i praksis en helbredstjekliste for den luft, vi alle deler. Et centralt budskab er, at luftkvaliteten i Danmark fortsat er god og at koncentrationerne alle ligger under de nuværende grænse- og målværdier.

Faktisk viser rapporten, at Danmark allerede nu opfylder de skærpede grænse- og målværdier, som træder i kraft med det reviderede EU-luftkvalitetsdirektiv i 2030. Det gælder for alle luftkomponenter. Den langsigtede målsætning for ozon er den eneste komponent, hvor der er overskridelse, men denne skal først være opfyldt i 2050. Rapporten viser målinger af blandt andet kvælstofdioxid (NO_2), ozon (O_3), partikler ($\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10}), kullite (CO) og svovldioxid (SO_2) fra 14 målestationer i hele landet.

For luftkvaliteten dokumenteres en markant forbedring siden 1980'erne. Kvælstofoxider (NO_x) i byområder er faldet med op til 85 %, og sundhedsskadelige partikler ($\text{PM}_{2.5}$ og PM_{10}) er reduceret med henholdsvis op til 65 % og 60 % siden målingernes begyndelse. Antallet af ultrafine partikler er også faldet betydeligt, især i København, hvor der er målt et fald på 70 % siden 2002.

Det gennemsnitlige eksponeringsniveau for $\text{PM}_{2.5}$ – som bruges til at måle befolkningens sundhedspåvirkning – er faldet med 52 % siden 2010. Årsmiddelværdierne for $\text{PM}_{2.5}$ for alle stationerne, lå i 2024 mellem 5,9 og 7,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er langt under den nuværende grænseværdi på 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ men også under den kommende på 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hovedparten af den $\text{PM}_{2.5}$, der måles i Danmark, stammer fra udlandet og den langsigtede forbedring skyldes især fald i udledninger fra boligopvarmning og vejtrafik.

Ozon er den eneste komponent, hvor niveauet ikke er faldet. Tværtimod er der målt svagt stigende niveauer i byområder. Det skyldes paradoksalt nok, at udledningen af andre stoffer – især NO_x fra biler – er faldet. NO_x hjælper med at nedbryde ozon i luften, men da der udledes mindre NO_x , nedbrydes der også mindre ozon. I 2024 blev EU's langsigtede målsætning for ozon overskredet på alle danske målestationer undtagen én. Danmark overholder stadig de gældende målværdier for ozon, og EU's langsigtede målsætning for ozon træder først i kraft i 2050.

I rapporten vurderes resultaterne ud fra det nye EU-luftkvalitetsdirektiv, hvis grænse- og målværdier træder i kraft i 2030. Her bliver flere grænseværdier for luftforureningskomponenter sat ned. Men de danske målinger for 2024 viser altså, at Danmark allerede nu overholder de kommende krav for luftforureningskomponenter for 2030.

Anvendelse:

Grundlag for luftkvalitetsvurderinger, myndighedsrapportering og målrettede indsatser mod luftforurening i byer.



Udgivelse:

Nordstrøm, C., Ellermann, T., Massling, A., Poulsen, M. B. og Sørensen, M. B. 2025. Status for måling af luftkvalitet i 2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 27 s. - Teknisk rapport nr. 344



AI supercomputer skal accelerere udviklingen af automatiske pollenmålinger

Et analysearbejde, der skal føre til automatiske pollenmålinger og prognoser i Danmark, tager et markant skridt fremad. Hele 70 terabytes data med de mange millioner af billeder skal gennemgås for at kunne identificere partikler i luften og levere præcise pollenvarsler i realtid. Selvom moderne computere er kraftfulde, tager det mange timer at analysere så enorme datamængder.

Derfor vakte det stor begejstring, at et projekt, som er indgået i samarbejde med Astma-Allergi Danmark og en forskergruppe fra DCE, i 2025 fik positivt svar på en ansøgning til Novo Nordisk Fonden om beregningstid på AI supercomputeren Gefion. Gefion blev lanceret i oktober 2024 og repræsenterer en helt ny skala inden for dansk regnekraft. Den gør det muligt at analysere meget store datamængder langt hurtigere end traditionelle systemer og åbner døren for nye muligheder inden for både forskning og innovation.

Pollenprojektet er struktureret omkring tre centrale elementer:

- En ny type matematisk model, som direkte kobler meteorologi, biologi og måledata
- En ny metode for DNA-analyser, som måler mængden af pollentype og skiller dem ad på artsniveau, f.eks. rajgræs og hundegræs.
- En ny metode og tilhørende model baseret på kunstig intelligens (AI) for automatisk måling af partikler, der kan skelne pollentyper på slægtsniveau, f.eks. græs, birk og hassel, fra almindelige luftpartikler - helt op til 300.000 partikler i døgn

DNA-analyserne bruges til at udvikle de grundlæggende biologiske elementer i den matematiske model og til at verificere resultaterne fra AI-modellen og de automatiske målinger. AI-modellen analyserer to billeder af hver partikel og bruger machine-learning og et nyt referencebibliotek til at klassificere alle de målte partikler, herunder pollen. AI-modellen bruges også til at levere data til slutbrugerne i realtid og til at videreudvikle den matematiske model, så den også bliver i stand til at håndtere daglige, store variationer i pollenkoncentrationer. AI-modellen skal videreudvikles og udstyres med et større referencebibliotek. Det kræver både gentræning af modellen og analyse af den store mængde af data. Det er en enorm opgave, som ikke kan løses på almindelige servere, så det, at Gefion blev bygget, var en unik mulighed for pollenprojektet til at få sat fart på videreudviklingen af AI-modellen.

Denne udvikling er afgørende for, at Danmark hurtigere kan etablere et fuldt operationelt, automatisk pollenetværk. Den forbedrede matematiske model bliver nemlig kernen i de realtidsbaserede varsler, der i fremtiden skal levere mere præcise pollenprognoser til borgere og sundhedsaktører.

Anvendelse:

Præcise, lokale og realtidsbaserede pollenvarsler, som kan forbedre både folkesundhed, behandling og planlægning for de mange, der er påvirket af pollenallergi.

Projektleder for pollenprojektet:

Professor Carsten Ambelas Skjøth, DCE/Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet.

Forskningsprojektet blev sat i søen i 2022 og finansieres med en RECRUIT Grant fra Novo Nordisk Fonden.



Havnens el bliver et klimatiltag med målbare effekter

Et skib ved kaj kan larme og forurene næsten som en lille fabrik, hvis motorerne kører for at levere strøm ombord. DCE-rapport om installationen af landstrømsanlæg i fire østersøhavne udarbejdet for Copenhagen Malmö Port dokumenterer, hvad der sker, når havnene i stedet kan levere elektricitet direkte til skibene: Landstrøm viser sig at være et effektivt værktøj til at reducere luftforurening, støj og udledninger af drivhusgasser i havnene.

Installationerne af landstrøm i de fire Østersøhavne København, Aarhus, Stockholm og Helsinki blev muliggjort gennem EU-støtte med det formål at fremme grønnere shipping og reducere negative effekter af krydstogtskibe og færger, da de ofte bruger forurenende brændstoffer, mens de ligger til kaj. Et krav fra EU til tilskudsmodtagerne var en analyse af virkningen af etableringen af landstrøm i de fire havne – og det er den analyse, som DCE har foretaget og rapporteret.

Ifølge analysen vil skibene i de fire havne spare store mængder brændstof ved at bruge landstrøm i stedet for deres egne dieselgeneratorer, mens de ligger ved kaj. Det vil resultere i markante fald i udledningen af skadelige luftforurenende stoffer som kvælstofoxider (NO_x), svovldioxid (SO_2) og partikler ($\text{PM}_{2.5}$).

En yderligere positiv effekt af landstrøm er reduktionen af støj. For med landstrøm slukkes skibenes dieselgeneratorer, hvilket markant mindsker støjen ved og omkring krydstogt-terminaler i havnene.

Udover de lokale luft- og støjforbedringer bidrager brugen af landstrøm til at reducere de globale udledninger af drivhusgasser. Det skyldes, at skibene skifter fra at bruge fossile brændstoffer til elektricitet fra land, som ofte er baseret på grønnere energikilder.

Samlet giver analysen et fagligt grundlag for at planlægge havneudbygning og prioritere investeringer, så grøn omstilling i havnene kan dokumenteres – og ikke kun loves.

Anvendelse:

Beslutningsgrundlag for havne, kommuner og myndigheder om klima- og luftkvalitetsindsatser.



Udgivelse:

Lansø, A. S., Winther, M., Khan, J., 2024. Impacts of onshore power installation in four Baltic Sea Ports Emissions of air pollutants and greenhouse gases, air pollution and noise. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 63 pp. Scientific Report No. 637



Nye tal for landbrugets klimaudledninger

Et opdateret datagrundlag for beregninger, en offentlig database og fælles fokus på dokumentation og datatilgængelighed der kan sikre, at opgørelser over landbrugets udledninger på bedst mulig vis reflekterer de faktiske driftsforhold – både i de nationale klimaregnskaber og på bedriftsniveau. Det er hvad projektet FODA – Forbedret grundlag for opgørelser af landbrugets emissioner - bl.a. har ført til. Projektet er gennemført af DCE i samarbejde med DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug og med støtte fra Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø, og resultaterne fra projektet er samlet i en rapport fra DCE. Et centralt formål i FODA-projektet har været at skabe et mere detaljeret og praksisnært grundlag for beregning af emissioner fra landbruget. Det gælder både på bedriftsniveau, hvor der i stigende grad arbejdes med klimaregnskaber, og på nationalt niveau, hvor tallene bruges i klimamål og fremskrivninger. Blandt andet er beregningsmodellen for metan (CH₄) fra husdyrgødning opdateret, så den nu kan beregne udledninger på staldtypeniveau og skelner mellem udledningerne fra henholdsvis stalden og lageret. Opdateringen betyder, at metanudledningerne nu vurderes at være højere end hidtil antaget.

Også aktivitetsdata, dvs. udbredelsen for forskellige reduktionsteknologier som gyllekøling, forsuring og hyppig udslusning, er blevet opdateret og integreret i opgørelserne. Samlet giver det et mere præcist billede af de faktiske driftsforhold, som afspejles i udledningerne, og udgør dermed et bedre grundlag for regulering og klimaindsats.

Et af projektets resultater er udviklingen af prototypen på en offentlig database, som omfatter både de væsentligste data, dvs. f.eks. antal husdyr, arealer, emissionsfaktorer og udledninger. Database giver dermed adgang til resultater og noget af det beregningsgrundlag og de data, der anvendes i de nationale opgørelser. Dette gør det muligt at trække oplysninger om emissioner fra blandt andet forskellige dyregrupper og staldtyper, og emissioner over tid. Målet er at skabe større transparens og give både forskere, myndigheder og politikere og offentligheden bedre redskaber til at analysere og følge udviklingen i landbrugets udledninger. Database er opbygget, så den løbende kan udvides til at omfatte flere og mere detaljerede informationer om det datagrundlag, der er anvendt til at beregne emissionerne fra landbrugssektoren.

I forbindelse med projektet blev der afholdt en workshop med deltagelse af både myndigheder, forskningsmiljøer og repræsentanter fra erhvervet.

Her blev der sat fokus på behovet for klare dokumentationskrav og en fælles forståelse af, hvordan emissionsdata kan anvendes på tværs af formål – fra forskning og nationale klimaregnskaber til afgiftsmodeller og erhvervets egne bæredygtighedsmål. Projektet har sideløbende samlet en anvendelig oversigt over de aktivitetsdata, der aktuelt indsamles fra henholdsvis myndigheder og erhvervet selv.

Workshoppen viste, at der er stor interesse for at bruge data fra erhvervets klimaregnskaber og forskningsprojekter mere aktivt i de nationale og bedriftsnære opgørelser, men også at det kræver tættere samarbejde og tydelige retningslinjer. Projektdeltagerne har i den forbindelse bidraget til det faglige grundlag for de nye nationale dokumentationsvejledninger, som er udgivet af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet i 2024.

Rapporten fremhæver samtidig et fortsat behov for forskning og systematisk dataindsamling – særligt inden for områder som aktivitetsdata omkring foderforbrug, gødningshåndtering, staldforhold, dyrkningspraksis, markforhold og udledninger fra organiske jorder.

Anvendelse:

Styrket beslutningsgrundlag for klimaindsats i landbrug – fra bedrift til national rapportering.



Udgivelse:

Andersen T.A., Mikkelsen M. H., Gyldenkerne S., Brask M. J., Børsting C., Adamsen A.P.S., Dalby F. R., Hafner S.D., Priess M. R., Dalgaard T., 2025. Forbedret grundlag for opgørelser af landbrugets emissioner på bedrifts- og nationalt niveau. Afrapportering på projektet 'Forbedret grundlag for opgørelser af landbrugets emissioner af drivhusgasser og ammoniak på bedrifts- og nationalt niveau (FODA)'. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 64 s. - Videnskabelig rapport nr. 671



Klimaindsatsen får "pixelopløsning"

Organiske jorde kan være små på landkortet – men store i klimaregnskabet. DCE's tekniske rapport om CO₂-emissioner fra organiske jorde på pixelniveau går tæt på, hvor udledningerne opstår, og hvordan de kan beskrives mere præcist geografisk.

Rapportens tilgang er, at opløsning betyder noget: I stedet for brede gennemsnit beskriver den emissioner med en finere rumlig detaljegrade. Det gør det lettere at pege på konkrete arealer, hvor udledninger er høje, og hvor ændret arealanvendelse eller vandstand kan have størst klimaeffekt. Modellen og kortet ("CO₂_emission_organisk_jord_1.0") omfatter således pixelbaserede udledninger fra dyrkede kulstofrige lavbundsjorder opgjort i ton CO₂-C per ha. per år med en pixelstørrelse på 10 × 10 m med udgangspunkt i år 2022.

Det konkrete resultat er et mere anvendeligt grundlag for planlægning og prioritering. Når man kan koble udledninger til lokale forhold, bliver det nemmere at forstå, hvorfor to tilsyneladende ens arealer kan have meget forskellige klimaaftryk – og hvorfor løsninger derfor sjældent er "one size fits all".

Rapporten er samtidig et eksempel på, hvordan data og metodeudvikling kan omsættes til forvaltning, ved at understøtte både dialog om arealomlægning, målretning af virkemidler og en mere præcis kommunikation af, hvad der faktisk flytter noget i klimaregnskabet.

Anvendelse:

Planlægning af arealindsats og prioritering af klimatiltag på lavbund/organiske jorde.



Udgivelse:

Gyldenkerne, S., Stisen, S., Koch, J. og Levin, G. 2025: CO₂-udledningskort over de organiske jorde i Danmark. "CO₂_emission_organisk_jord_1.0". Opgørelse af CO₂-emissioner fra organiske jorde. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. - Teknisk rapport nr. 354



Nyt PFAS-center

I januar 2025 fik Danmark et nyt PFAS-forsknings- og leverancecenter, der skal være med til at gøre os klogere på PFAS og beskytte borgerne mod PFAS i deres hverdag og miljø.

Det er en del af den nationale PFAS-handlingsplan. AU deltag i Centerledelsen gennem de to TECH- og DCE-institutter Ecoscience og Miljøvidenskab. Centret skal, foruden bredt at sprede viden og kendskab til PFAS, fordele cirka 45 millioner kroner over de næste tre år til forskningsprojekter inden for miljø, fødevarer og sundhed.

De første ni forskningsprojekter er godt undervejs og dækker emner som f.eks. PFAS i fødevarer som gris og vildt, biokul som afværgeforanstaltning ved PFAS-forureninger, luftemissioner af PFAS fra affaldssektoren, PFAS-transport i jordmatricen samt nye kemiske analysemetoder for underbelyste PFAS.

Projekterne og de første resultater blev præsenteret på Centrets første årsmøde i oktober 2025 for danske interessenter og Centrets internationale evalueringspanel. Næste årsmøde løber af stabelen i efteråret 2026 i Odense, hvor endnu flere projekter vil blive præsenteret sammen med nye data fra årets forskningsaktiviteter.

I 2022 blev der fundet PFAS i havskummet ved Vesterhavet. Det er blot et af de mange fund af PFAS i naturen, det nye center skal forsøge at udvikle nye løsninger til at forhindre og rense. Foto: Colourbox

Kan PFAS og mikroplast i spildevandsslam påvirke dyr og planter i jorden?

Mikroplastik ender i landbrugsjord gennem både landbrugsaktiviteter og udbringning af organiske gødninger. Og i naturen kan både mikroplast og PFAS påvirke jordens naturlige dyre- og planteliv, hvis de forekommer i for høje koncentrationer.

Derfor er det vigtigt at kunne lave pålidelige risikovurderinger af både mikroplast og PFAS, når organiske restprodukter i form af spildevandsslam, biogasrester eller kompost genbruges til gødning.

I 2025 udviklede DCE for Innovationscenter for Økologisk Landbrug en forskningsbaseret metode til at vurdere risikoen ved disse forureningsstoffer i genanvendte organiske gødninger og udgav resultaterne i en videnskabelig rapport.

Her fastsættes tærskelværdier for økotoksikologiske effekter, der kan bruges på både spildevandsslam, kompost og biogasrester.

På trods af usikkerheder tyder en sammenstilling af de beregnede tærskelværdier og koncentrationer i jord efter udbringning af slam på en høj sikkerhedsmargin. Dette betyder, at der ikke aktuelt er tegn på en økotoksikologisk risiko for jordens organismer under nuværende praksis med udbringning af organiske gødninger.

PFAS er en stor og kompleks stofgruppe, men rapporten fokuserer på de to bedst undersøgte stoffer: PFOS og PFOA. De øvrige PFAS-forbindelser er næsten ikke undersøgt, men vurderes ikke at være mere giftige end disse to, og de forekommer typisk i lavere koncentrationer.

Data fra danske renseanlæg viser, at koncentrationerne af PFOS og PFOA i slam ligger henholdsvis 15.000 og 500.000 gange under de niveauer, hvor der teoretisk kunne være en økotoksikologisk risiko for jordens organismer.

Selv ikke efter mange års udbringning af spildevandsslam på marker forventes økotoksikologiske effekter af mikroplastik eller PFAS på jordlevende organismer. Foto: Michael Strangholt

Forskerne fandt ikke indikationer på, at brugen af spildevandsslam udgør en risiko for jordlevende dyr og planter med hensyn til mikroplast eller PFAS. Selv under konservative antagelser, hvor PFAS ikke nedbrydes eller fjernes fra jorden, ser der altså ikke ud til at være fare for, at der bliver opbygget kritiske koncentrationer over en realistisk tidshorisont.

Rapportens fokus er dog udelukkende på økotoksikologiske effekter i selve dyrkningsjorden, risici i forhold til andre miljøkomponenter – såsom grundvand, overfladevand, afgrøder eller andre kemikalier i slam – er endnu ikke vurderet.

Anvendelse:

Økotoksikologiske risikovurderinger giver bedre grundlag for vurdering af forurening med mikroplastik og PFAS i organiske gødninger.



Udgivelse:

Jensen, J. 2025. Risikoevaluering af mikroplastik og PFAS i genanvendte organiske gødninger med fokus på dyrkningsjordens dyre- og planteliv. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Videnskabelig rapport nr. 675



PFAS under lup i fugle og hjortevildt

PFAS-forbindelser er de senere år blevet et symbol på en svær nedbrydelig og udbredt miljøforurening, som også finder vej til fødekæden. Forureningen er så markant i visse vandfugle, at kød fra disse dyr vurderes som uegnet til menneskeføde.

I undersøgelser af 188 nedlagte fugle fra seks jagt- eller reguleringsbare arter, indsamlet i efteråret og vinteren 2023-2024 fra 14 lokaliteter, fandt forskerne langt de højeste koncentrationer i andefugle skudt ved Harboøre Tange og Agger Tange. Ifølge DCE-forskerne var den højeste målte koncentration af fire PFAS-stoffer i brystkød fra en krikand 24 gange højere end EU's maksimalt accepterede grænse for PFAS, mens enkeltstoffet PFOS lå 37 gange over grænseværdien.

Naturstyrelsen besluttede allerede i 2022 ikke at forlænge jagtlejemålet ved Harboøre Tange, og Fødevarestyrelsen har anbefalet, at man undgår at spise vildt herfra. De nye data bekræfter ifølge notatet, at disse tiltag var velbegrundede.

Samtidig peger resultaterne på betydelige geografiske forskelle. Ingen af de øvrige undersøgte lokaliteter i Danmark havde PFAS-niveauer i fuglevildt på linje med Harboøre Tange og Agger Tange, hvilket tyder på én eller flere lokale forureningskilder.

Hvor vandfuglene i de mest belastede områder er alvorligt ramt, er billedet anderledes for hjortevildt. I 2025 analyserede DCE 289 muskelprøver fra rådyr, dådyr og krondyr nedlagt i jagtsæsonen 2024-2025, fordelt på 29 lokaliteter.

Her viste resultaterne, at det overordnet set ikke er forbundet med PFAS-relateret sundhedsrisiko at spise kød fra hjortevildt i Danmark ved moderat indtag. Ifølge notatet om undersøgelserne ligger EU's grænseværdi på 5,0 ng/g PFOS for kød til fødevarer. I det mest belastede område for rådyr, Agger Tange, blev der målt 3,11 ng/g PFOS. På den baggrund vurderer DCE, at en person på 60 kilo højst bør spise 100 gram rådyrkød fra dette område om ugen.

For krondyr var den højeste måling 0,94 ng/g PFOS i et dyr fra Kærgård Plantage. En person på 60 kilo kan spise op til 300 gram krondyrkød herfra om ugen uden at overskride EU's

anbefalinger. På landsplan vurderer forskerne, at man i alle øvrige undersøgte områder kan spise mere end et kilo vildtkød om ugen og stadig holde sig inden for grænseværdierne.

Sammenligningen mellem vandfugle og hjortevildt understreger betydningen af dyrenes levested og fødevalg. Vandfugle opholder sig i og omkring vandmiljøer, hvor PFAS lettere ophobes i fødekæden, mens hjortevildt hovedsageligt lever på land og derfor typisk udsættes for lavere koncentrationer.

Ifølge DCE kan de forhøjede niveauer i områder som Agger Tange og Kærgård Plantage skyldes lokale forureningskilder, som endnu ikke er fuldt kortlagt. En sådan kortlægning vil kræve yderligere undersøgelser, både af kød og især levervæv, hvor PFAS ofte ophobes i højere koncentrationer, samt af dyrenes føde og vandfuglenes levesteder.

PFAS-forureningen har altså konkrete konsekvenser for jagt og fødevarer sikkerhed enkelte steder i Danmark. Resultaterne har derfor betydning for både jægere, forbrugere og myndigheder, som skal balancere hensyn til folkesundhed, miljø og friluftsliv.

Dissektion af fugle på AU Ecosciences laboratorier på Risø forud for PFAS-analyserne på institut for Miljøvidenskab samme sted. Foto: Rune Dietz.



Du kan se mere om undersøgelsen her i DR's "Jorden kalder"



En række jægere deltog i nedlæggelsen og indsamling af vildt til undersøgelser for PFAS. Foto: Niels Kanstrup

Anvendelse:

Fagligt grundlag til myndigheder, jægere og forbrugere for at håndtere PFAS-forureningen i dansk vildt.



Udgivelser:

Dietz, R., Kanstrup, N. Galatius, A. Boertmann, D. Bossi, R. & Sonne C. 2025. PFAS i jagtbare fugle i Danmark 2023-2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 34 s. – Faglig notat nr. 2025|21

Kanstrup, N., Dietz, R., Galatius, A., Bossi, R. & Sonne, C. 2025. PFAS i jagtbart hjortevildt i Danmark 2024-2025. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 35 s. – Faglig notat nr. 2025|50



Din shampoo, balsam og sæbe kan være giftig for smådyr i vandet



Vores hår er lavet af keratin. Det har som udgangspunkt en negativ ladning, men jo mere slidt det er, desto større bliver den negative ladning. Det gør håret kruset og glansløst. I de fleste moderne shampooer – også de svanemærkede – er der derfor en række stoffer med en positiv ladning. Blødgørende stoffer, som binder sig til håret, gør det mindre kruset og giver det glans.

Hidtil har man tænkt, at de blødgørende stoffer ikke udgjorde nogen miljøfare. Stofferne er store molekyler, som ikke kan trænge ind i dyr og planter celler. Og det er normalt kun stoffer, der kan det, som man undersøger giftigheden af.

En forskergruppe fra DCE har dog med det første studie af denne art påvist, at det er en fejl. De blødgørende stoffer påvirker nemlig smådyr som eksempelvis dafnier i åer, søer og floder på en måde, så de får svært ved at skaffe mad og i sidste ende dør. Stofferne trænger rigtignok ikke ind i

dyrenes celler, men klistrer sig til overfladen af dyret. Det påvirker dyret fysisk, så det ikke kan bevæge sig så godt, og det rammer dets evne til at indtage føde.

Forskergruppen har testet en håndfuld af de blødgørende stoffer, der bruges i plejeprodukter. De udgør dog kun en lille del af de 25.000 forskellige blødgørende stoffer, der bruges på verdensplan. Udover i plejeprodukter bruges stofferne også i væske til kontaktlinser og i vores rensningsanlæg. Når spildevandet skal renses, tilsættes stofferne, fordi de binder sig til andre molekyler, så molekylerne klumper sig sammen og bliver lettere af si fra vandet.

Stofferne spiller altså en afgørende rolle og er en del af en milliardindustri, men er indtil nu fløjet under myndighedernes radar. Det har nemlig ikke været lovpligtigt at teste dem. I EU er lovgiverne ved at få øjnene op for, at man også bør undersøge stoffer, der ikke trænger ind i cellen og det er

forventningen, at der kommer ny regulering på området. Derfor har forskergruppen på foranledning fra industrien foretaget undersøgelserne.

Selvom forsøgene er blevet finansieret af CEFIC, som er den europæiske brancheorganisation for kemikalieindustrien, og udført i samarbejde med den amerikanske virksomhed Procter & Gamble, som producerer en lang række plejeprodukter herunder shampoo og balsam, er forskningen foregået med behørig armslængde og publiceret i et internationalt peer-reviewed tidsskrift.

Industrien ved, at nye regler kan være på vej, så de er interesserede i at få afdækket omfanget af problemerne. Faktisk er det normal praksis i EU, at CEFIC støtter en stor del af den forskning, der ligger til grund for EU-lovgivningen. De giver med andre ord en del af den viden, embedsmændene skal bruge for at træffe de rigtige beslutninger.

Dafnier er bittesmå, men for økosystemet enormt vigtige krebsdyr. De spiser alger, bakterier og plantedele, og fungerer som en vigtig fødekilde for en lang række fisk og er med til at holde søerne rene og beskytte dem mod iltsvind, da de spiser og filtrerer algerne. Dafnie – eller i daglig tale vandloppe. Fotos: Colourbox

Anvendelse:

Vidensgrundlag for, hvordan blødgørende stoffer i hverdagsprodukter påvirker vandmiljøet, så regulering og produktudvikling kan føre til mere miljøvenlige produkter.



Udgivelse:

J.L. Brill, A.M.B. Hansen, H. Woods, K.A. Connors, H. Sanderson, S.E. Belanger. Acute and chronic toxicity of cationic polyquaterniums of varying charge density and molecular weight to *Daphnia magna* and *Ceriodaphnia dubia*. *Aquat. Toxicol.*, 279 (2025), Article 107178



Hvad koster det at rense drikkevand for PFAS og pesticider – og hvilke løsninger virker i praksis?

Anvendelse:

Beslutningsgrundlag for vandforsyninger og myndigheder ved nye krav til rensning af grundvand.



Udgivelse:

Massenberg, J.R. 2025. Economic costs of drinking water treatment. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 56 pp. Scientific Report No. 676



Foto: Colourbox

Når PFAS og pesticidrester dukker op i drikkevandet, bliver "rent grundvand" pludselig ikke kun et miljø- og sundhedsspørgsmål, men også et teknologisk og økonomisk valg. DCE's videnskabelige rapport om økonomiske omkostninger ved drikkevandsrensning samler viden om teknologier, effektivitet, teknologisk modenhed og omkostninger – med særligt fokus på danske forhold.

Grundvand er den primære – og stort set eneste – kilde til drikkevand i Danmark, og forekomsten af PFAS og pesticider har sat fokus på behovet for effektive og skalerbare renseløsninger, der kan sikre overholdelse af både europæiske og nationale grænseværdier for såkaldte mikroforureninger.

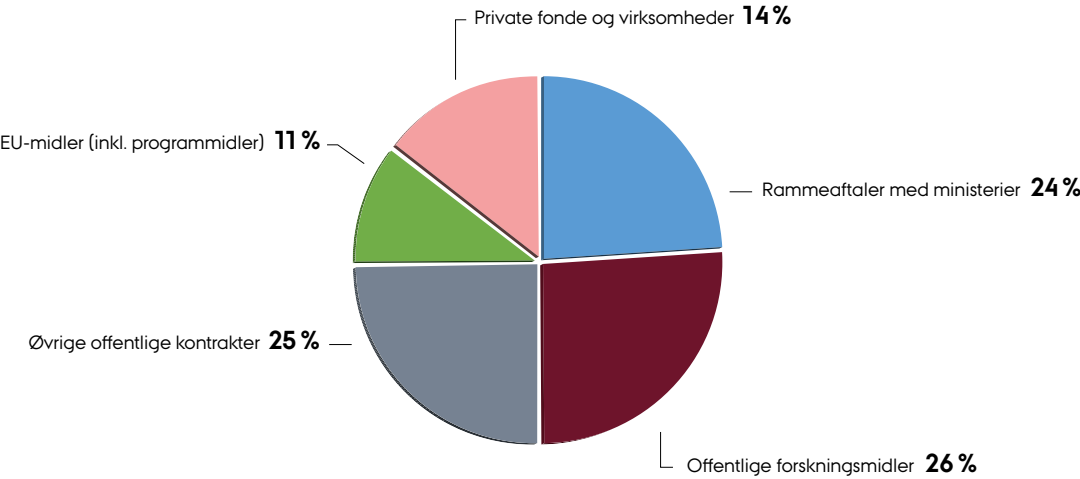
DCE-rapporten gennemgår, hvilke løsninger der reelt er dokumenteret i fuld skala, og hvilke der stadig er på vej. Den peger på, at især sorptions- og separationsløsninger er de mest modne, mens biologiske og "destruktive" teknologier (hvor stoffer nedbrydes) typisk kræver mere udvikling og dokumentation, før de kan stå alene i stor drift.

Det konkrete udbytte af den rapporterede undersøgelse er et mere kvalificeret besluthingsrum: Rapporten sætter ord og tal på trade-offs mellem renseseffekt, drift, affaldshåndtering, energiforbrug og økonomi. Det er netop her, rapporten gør en forskel: den hjælper med at undgå, at rensning kun bliver et spørgsmål om at "vælge den stærkeste teknologi", hvis den i praksis er dyr, umoden eller svær at skalere.

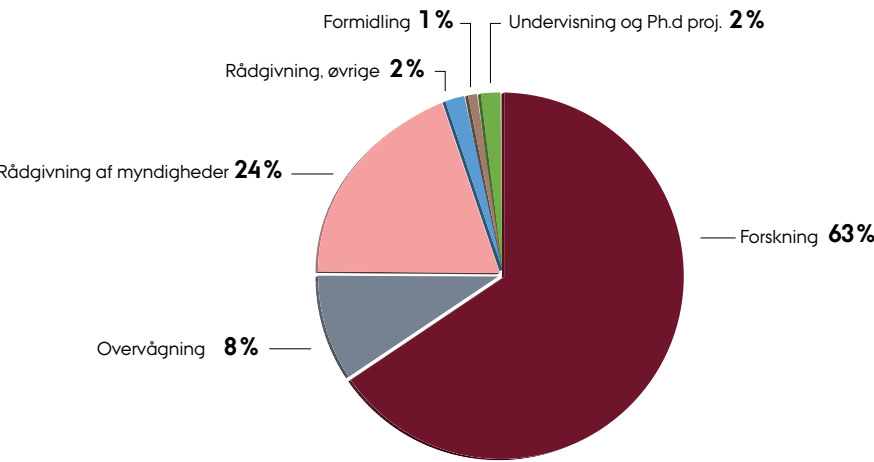
Rapporten giver dermed et faglig grundlag til en debat, der ellers hurtigt bliver polariseret: Skal vi rense mere? Lukke borer? Flytte indvinding? Svaret kan variere lokalt – men rapporten giver et fælles vidensgrundlag for at vælge løsninger, der kan holde i virkeligheden.

Rammeaftalemidler fra ministerierne Miljø- og Ligestillingsministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Ministeriet for Grøn Trepert, Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet var i 2025 på 137 mio. kr. DCE har i 2025 haft en samlet portefølje på ca. 567 mio. kr.

Indtægter fordelt på indtægtskilde



Omkostninger fordelt på opgavetype



Publikationer

Forskning	2024	2025
Videnskabelige artikler	503	507
Ph.d.-afhandlinger	12	10

Rådgivning	2024	2025
Videnskabelige og tekniske rapporter	71	54
Faglige redegørelser	64	61



Foto: Kirsten Bang



AARHUS UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Centret har kontorer i Aarhus og Roskilde

Roskilde

Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde

Aarhus

C.F. Møllers Alle
Bygning 1110, 1120, 1130 & 1131
8000 Aarhus

Telefon: 8715 5000

E-mail: dce@au.dk

Hjemmeside: dce.au.dk

ISBN: 978-87-7648-050-9