Galathea-3: "Søers Biologi" – status og tilbageblik

For godt syv måneder siden vendte vi hjem til Danmark efter intense feltundersøgelser i Galathea-3 regi. Vi kan nu se tilbage på to fantastiske Galathea-3 ekspeditioner, hvor vi i detaljer har undersøgt ferskvandssøernes biologi, fødekædestruktur og biodiversitet på hhv. Azorerne og Tasmanien. Her beretter vi om vores projekt, erfaringer og oplevelser.

Susanne Lildal Amsinck
Erik Jeppesen
Frank Landkildehus
Kirsten Christoffersen
Klaus Peter Brodersen
Liselotte Sander Johansson
Teresa Buchaca Estany
Marc Ventura
Tue Skov

Vores to Galathea-3 ekspeditioner har været hårdt arbejde fra tidlig morgen til ofte sen aften (nat). Mange uforudsete forhindringer og udfordringer opstod undervejs. Alligevel er én ting sikkert: ekspeditionerne har været et sandt eventyr og en succes.

Projekt – formål og mål

Vores projekt går kortfattet ud på at opnå ny viden om biologiske samspil og biodiversitet i ferskvandssøer, som ligger på øer med varierende afstand til fastlandet og i forskellige klimazoner.

Vi havde på forhånd valgt to destinationer, Sao Miguel (Azorerne), og Tasmanien, som er beliggende i hhv. den nordlige og sydlige tempererede klimazone, se fig. 2.

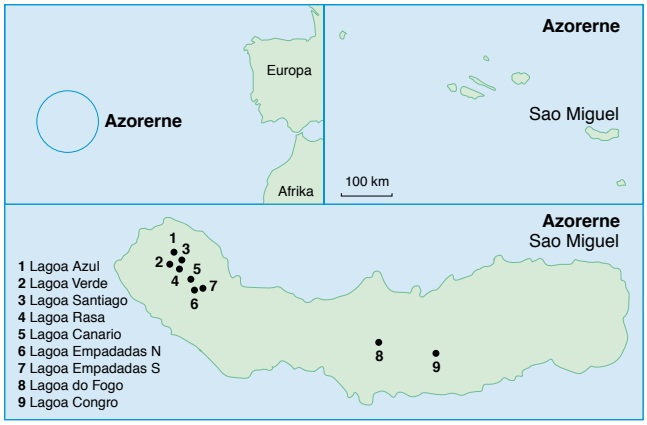
Galathea-3 resultaterne vil indgå i et stort sammenligningsstudium med resultater fra andre projekter, som vi m.fl. gennem de sidste årtier har foretaget i søer i forskellige klimazoner på såvel øer (Grønland, Island, Færøerne) som fastlande (primært i Europa, Sydamerika). Hensigten er bl.a. at vurdere, hvordan de globale klimaændringer vil påvirke biodiversiteten og de biologiske samspil i søer i fremtiden, både herhjemme og i udlandet.

Resultaterne kan bidrage til at forbedre det faglige grundlag for myndighedernes fastlæggelse af målsætninger for vandkvalitet i danske søer og forvaltning af dem i takt med, at klimaet ændres. Galathea-3 undersøgelserne danner herved et naturligt link til Danmarks implementering af EU´s Vandrammedirektiv, hvor netop viden om forbedring af den økologiske tilstand er en vigtig forudsætning for at sikre, at søer i Europa opfylder direktivets krav om en god økologisk tilstand i fremtiden.

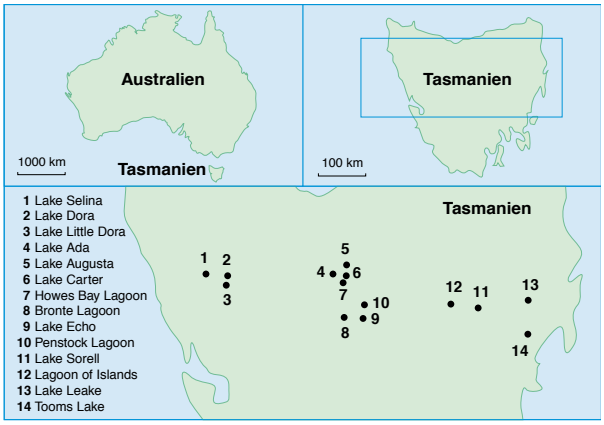
Detaljerede helhedsstudier

Vores undersøgelseskoncept er holistiske studier af søernes biologiske struktur og bio-

Figur 1. *Kratersøen Lagoa Santiago, Azorerne.*



Figur 2. *Geografisk beliggenhed af undersøgelsessøerne på hhv. Sao Miguel (Azorerne) og Tasmanien. Indsatskort viser de to øers beliggenhed i forhold til nærmeste fastland.*
Azorerne er en portugisisk ø-gruppe, som består af ni øer. Sao Miguel er den største ø (747 km²) i ø-gruppen. Der findes ca. 21 søer på Sao Miguel, hvoraf de fleste er beliggende i den NV del af øen. Sao Miguel har ca. 160.000 indbyggere. Hovedbyen er Ponta Delgada. Afstand til nærmeste fastland er ca. 1.400 km til Portugal og ca. 2.300 km til Nordamerikas østkyst.



Tasmanien er en australsk ø (68.322km²). Øen har ca. 456.700 indbyggere. Hovedbyen er Hobart. Øen er beliggende ca. 240 km syd for fastlandet, Australien.

diversitet. Alle led i fødekæden undersøges - lige fra fødekædens top, fiskene, ned gennem fødekædens mange mellemled af bunddyr, dyre- og planteplankton og vandplanter til fødekædens bund, mikroorganismerne. Hvert led i fødekæden studeres minutiøst. Derudover indsamler vi vandprøver til kemiske analyser, se fig. 3.

Undersøgelserne giver et omfattende billede af søernes nuværende plante- og dyreliv samt økologiske tilstand. Derudover undersøger vi også søernes fortid. Dette foretages ved såkaldte palæolimnologiske studier, hvor rester af planter, plante- og dyreplankton samt dansemygge-larver, som er aflejret naturligt og kronologisk i søbunden gennem de seneste 200-300 år, undersøges i detaljer.

Dynamisk samarbejde

De to ekspeditioner har budt på et dynamisk teamwork mellem projektets deltagere. Samtidig fik vi mulighed for at etablere et tæt netværk til lokale forskningsgrupper ved hhv. University of Azores, University of Tasmania og Inland Fisheries Service på Tasmanien. De tre forskningsgrupper har været særdeles imødekommende og hjælpsomme. De har ydet en kæmpestor indsats med at skaffe tilladelser, så vi uden videre problemer (med lodsejere og nationalparker) kunne foretage vores undersøgelser. De har hjulpet os i felten, stillet laboratorier og feltstationer til rådighed og hjulpet os med at udarbejde eksport tilladelser til vores mange prøver.

Ilddåb med pressen

Galathea-3 platformen med dens massive pressedækning og bevågenhed gav os en unik mulighed for at kommunikere vores forskning ud til den brede danske befolkning. En mulighed, som vi bevidst valgte at forfølge.

Vi inviterede således samtlige mediepartnere ud til "vores" søer, mens Vædderen lå i havn i Ponta Delgada (Sao Miguel), Azorerne. Mødet blev en ilddåb, eftersom kun få af os havde afgivet interviews før. Men vi klarede det i fællesskab, og vi kan nu se tilbage på en lang stribe artikler i både Politiken, Berlingske Tidende, Morgenavisen Jyllandsposten (JP), Ingeniøren m.fl. samt en video produceret af STV /1/.

Hovedparten af formidlingen af Galathea-3 til målgruppen, børn og unge, foregik på internettet. For at nå ud til denne målgruppe valgte vi forud for ekspeditionerne at beskrive vores projekt og team på Ekspeditionsfondens og JP´s hjemmesider. Derudover oploadede vi dagligt weblogs under selve ekspeditionerne, så læserne kunne "kigge os over skuldrene".

Weblogs´ene fra især Azorerne blev en succes. Flere dagblade valgte at trykke adskillige af dem direkte. Vi tror, at vores weblogs blev en succes, fordi vi bevidst forsøgte at vise mennesket bag forskeren – ved at beskrive, hvilke daglige og jordnære udfordringer, vi mødte, og hvordan vi tacklede dem.

Videnskabsministeren kiggede forbi

Ud over pressens besøg fik vi også besøg af videnskabsminister, Helge Sander og hans følge af ministersekretærer, konsuler og ambassadører, se fig. 4.

Fokus for mødet var formidling af vores forskningsprojekt. Vi mødte en minister, som var oprigtigt engageret, nærværende og spørgende samt uden videre diskussion var parat til at afsætte adskillige timer af sin ellers kostbare tid. At få lov til at "fortælle vores historie" til målgrupper, som vi ikke møder til dagligt, og opleve, at de fuldt ud forstår relevansen af vores forskning og dermed vores virke, er både berigende og motiverende.

Besøg af EMU

På Azorerne fik vi også besøg af EMU´en (undervisningsministeriets maskot) og seniorforsker Peter Bondo Christensen (midlertidig EMU-konsulent). EMU´en og Peter fulgte os tæt i flere dage, hvilket resulterede i, at vores projekt nu er præsenteret på undervisningsministeriets website /2/ med bl.a. undervandsvideooptagelser og fotoserier.

Prøver i hobetal indsamlet

På vores to Galathea-3 ekspeditioner har vi indsamlet tusindvis af prøver af mikroorganismer, planter og dyr. Dertil kommer de mange vandprøver, som skal analyseres for næringsstoffer m.v. Vi nåede i alt at undersøge 9 søer på Sao Miguel og 14 søer på Tasmanien, se fig. 2.

Foreløbige resultater

Søerne på de to øer har en del lighedspunkter, men der er også forskelle. På begge øer var søerne beliggende i højlandet: Azorerne: ca. 260 - 777 m over havets overflade (asl), Tasmanien: ca. 537-1164 m asl. Mens søerne på Azorerne både var lavvandede og dybe (median: 16,5 m), var søerne på Tasmanien overvejende lavvandede (median: 2,3 m).

Selv om næringsstofniveauet i søerne på Azorerne var lavt (median total fosfor: 0,013

Figur 3. *Fotoserien viser udvalgte elementer af prøvetagningen af fødekædens mange led. A. Fisk udtages af net med forskellige maskestørrelser. B. Prøver af fiskenes skæl, øresten og væv udtages. C. Bunddyr sorteres. D. Vandprøver filtreres til bestemmelse af dyreplankton. E. Vores samarbejdspartner, Vitor Goncalves, viser lokale studerede net til filtrering af planteplankton. F. Vand hentes op fra forskellige vanddybder til bestemmelse af næringsstoffer. G. Vandets klarhed bestemmes med Secchi-skive. H. Vandprøve filtreres til bestemmelse af klorofyl.*
A, B, C, E, H (fra Azorerne), D, F, G (fra Tasmanien).

mgl^{-1}, total kvælstof: 0,350 mgl^{-1}) i sammenligning med danske søer (median total fosfor: 0,083 mgl^{-1}, total kvælstof: 1,33 mgl^{-1}), var vandets klarhed relativ lav (median sigtdybde, Azorerne: 2,5 m, Danmark: 1,4 m) (median værdier for danske søer baseret på 23 intensivt overvågede søer i NOVANA regi, 2004). Næringsstofniveauet i søerne på Tasmanien er endnu ikke analyseret.

Fiskesamfundet på Azorerne var domineret af karper (*Cyprinus carpio*) og skaller (*Rutilus rutilus, Rutilus* spp.), mens sø- og regnbueørreder (*Salmo trutta, Oncorhynchus mykiss*) og galaxider (*Galaxidae*) dominerede i de tasmanske søer, se fig. 5.

Fiskeudsætning – en udbredt praksis

På begge lokaliteter er udsætning af fremmede fisk i søer blevet praktiseret siden den europæiske bosættelse af øerne i det 18. og 19. århundrede. Udsætning af ørred og aborre er stadigvæk udbredt praksis på Tasmanien i dag.

Hensigten med fiskeudsætningerne er primært at fremme lystfiskeri, se fig. 6. De historiske opgørelser over udsætningerne er fåtallige og oftest mangelfulde. Det fremgår dog, at udsætningerne omfattede mange forskellige fiskearter, hvoraf flere arter formodes at have akklimatiseret sig hurtigt og etableret varige populationer, jf. arternes nuværende udbredelse.

Søerne på Azorerne og Tasmanien er imidlertid kun sparsomt undersøgt, og det er derfor uvist, hvilke konsekvenser fiskeudsætningerne har haft på den biologiske struktur. Dertil kommer, at økosystemer på øer sammenlignet med fastlande typisk er kendetegnet ved at være mere artsfattige, hvilket primært er forårsaget af, at havet virker som en spredningsbarriere. Den lave artsdiversitet formodes at gøre søerne mere følsomme over for ændringer, eftersom forsvinden af vigtige arter i fødekædens mange led ikke umiddelbart kan erstattes med nye arter.

Vi forventer med vores Galathea-3 studier at opnå indsigt i, hvorledes fiskeudsætningerne har påvirket søernes biologiske struktur. Vores redskab er de føromtalte palæolimnologiske undersøgelser, hvor søernes fortid kortlægges. På Tasmanien vil vi derudover sammenligne søer med og uden udsatte fisk. For søerne på Azorerne forventer vi at finde klare ændringer, eftersom søerne var "fiskefrie" før menneskets bosættelse.

Fremtidsudsigter for danske søer

Det er endnu for tidligt at drage solide konklusioner, eftersom mange af vores Galathea-3 prøver endnu ikke er oparbejdede. Vores foreløbige observationer tyder dog på, at de vil blive værdifulde i en samlet analyse af søers respons på klimaændringer.

Et eksempel er fremtidsudsigterne for vores danske søer. Danske søer er i dag kendetegnet ved at være næringsrige og uklare. Observationer fra varmere lande tyder på, at de danske søer får det endnu værre i fremtiden som følge af den globale opvarmning.

Mere varme øger i sig selv algeopblomstring, bl.a. af giftige blågrønalger. Derudover viser nye forskningsresultater, at fiskesamfundet er markant anderledes i varmere lande. I eksempelvis Uruguay har fiskesamfundet vist sig at bestå af betydeligt flere arter og flere og mindre individer sammenlignet med danske søer. Samtidig ser undervandsplanternes rolle som skjulested for dyreplankton mod fisk ud til at være reduceret, eftersom fisk hyppigt opholder sig inde i vegetationen. Som konsekvens heraf er prædationstykket på dyreplankton markant højere i søerne i Uruguay med øget algevækst og uklart vand til følge.

Mere varme øger også risikoen for, at de varmetolerante karper bliver mere udbredte i danske søer. Karper søger føde på søbunden og ophvirvler i denne forbindelse det øverste bundlag. Herved bliver søerne endnu mere uklare, og det vil blive endnu sværere at få dem tilbage til den tilstand, vi ønsker, og som Vandrammedirektivet kræver.

Mange af de metoder, som vi anvender i dag til at rette op på søernes tilstand (de såkaldte restaureringsmetoder) er baseret på biologiske eller kemiske indgreb i fødekædestrukturen. Spørgsmålet er om de nuværende restaureringsmetoder vil være ligeså effektive i fremtiden, hvis fødekædestrukturen ændres. Måske bør vi allerede nu grundigt overveje, hvorledes vi ruster vores nuværende metoder til at klare eventuelle fremtidige udfordringer. En anden nærliggende konsekvens kan også blive et strammere fremtidigt krav til næringsstofudledningen til vores søer.

Figur 4. *Formidling.*
A. Projektleder Erik Jeppesen redegør for vores Galathea-3 projekt for videnskabsminister Helge Sander, mens Peter B. Christensen (EMU-konsulent) filmer. B. Susanne L. Amsinck forklarer, hvorledes undersøgelser af fisk foretages. C. Videnskabsministeren studerer et prøvetaget bunddyr (fotograf: Peter B. Christensen, UNI-C). D. Klaus P. Brodersen redegør for bunddyrenes betydning i søer (fotograf: Peter B. Christensen, UNI-C). E. Frank Landkildehus afgiver interview til Politiken og STV. F. EMU studerer bunddyr og vandplanter opslemmet i en bakke.

Forestående opgaver

Som allerede nævnt er mange af vores prøver endnu ikke oparbejdede. Vi forventer faktisk først om nogle år at have de sidste prøver gennemanalyseret. Mange af analyserne er særdeles tidskrævende og derfor bekostelige.

Vores forskningsaktiviteter er overvejende eksternt finansieret. Bevillinger til oparbejdelse er derfor en forudsætning for, at vi kan få samtlige prøver analyseret. Forud for vores ekspeditioner sendte vi talrige ansøgninger af sted til fonde og forskningsråd. Desværre måtte vi konstatere (ligesom mange andre Galathea-forskere), at midlerne var få og konkurrencen benhård. Det lykkedes os dog at opnå bevillinger til dækning af omkostninger i forbindelse med ekspeditionerne.

Der foreligger således et stort arbejde i at udarbejde ansøgninger, så prøverne sikres oparbejdelse. Vi er imidlertid fulde af forhåbninger, og vi glæder os meget til at undersøge, hvilke hemmeligheder, der ligger gemt i de mange prøver fra Azorerne og Tasmanien.

REFERENCER

/1/ http:\\www.galathea3.dk (se under "Forskning, Klima og Miljø, Søernes biologi")

/2/ http:\\www.emu.dk (se under "Galathea 3, Biologi, Biodiversitet")

Tak

Vi vil gerne takke flg. sponsorer; Forskningsrådet for Natur og Univers, TK Foundation, Dronning Margrethes og Prins Henriks Fond, Torben & Alice Frimodts Fond, Christian og Ottila Brorsons Rejselegat, Carlsbergs Mindelegat. Derudover takker vi Karina Jensen og Kirsten Landkildehus Thomsen for deres ihærdige indsats i felten.

Susanne Lildal Amsinck, seniorforsker, sla@dmu.dk, Erik Jeppesen, forskningsprofessor, Frank Landkildehus, biolog, Liselotte Sander Johansson, biolog, Teresa Buchaca Estany, Post doc, Marc Ventura, Post doc, Tue Skov, Specialestuderende, Danmarks Miljøundersøgelser, Biologisk Institut, Århus Universitet.

Kirsten Christoffersen, lektor, og Klaus Peter Brodersen, lektor, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Figur 5. *De hyppigst forekommende fiskarter i søerne på Azorerne (AZ) og Tasmanien (TS). A. Ørred (TS), B. Galaxid (TS), C. Karpe og Aborre (AZ), D. Skaller (AZ)*

Figur 6. *Lystfiskeri i søer er udbredt på Tasmanien. Under vores ophold observerede vi dagligt, at lystfiskere ihærdigt kørte deres veludstyrede både (m. bl.a. ekkolod, 30-40Hk motorer) ud i søerne for blot nyde få timers fiskeri. A Bronte Lagoon, B Lake Leake, C Lake Ada. I forgrunden (A, B) ses vores beskedne gummibåd og bådmotor (3,3Hk).*